

# Robust sieht anders aus – Ergebnisse der Wurzeluntersuchungen an Douglasie

Sven Martens



**Schneedruck förderte verborgenes zutage**  
Im Jahr 2009 wurden im Landeswald mit einem Aufwand von geschätzten 300.000 Euro etwa 130 ha Douglasie begründet. Dies geschah in der Hoffnung, dass daraus stabile Douglasienbestände erwachsen, deren Wuchsleistungen auch unter den sich ändernden Standortsbedingungen diese Investitionen rechtfertigen. Eine entscheidende Weichenstellung für ihren Erfolg oder Misserfolg ist mit der Herkunftswahl, dem Pflanzverfahren und der Qualität der Ausführung bereits erfolgt.

Doch es dauert eine Zeit, bis erkennbar wird, in welche Richtung die Weiche steht. Auf den Versuchsflächen zum Waldumbau müssen 15 Jahre nach der Pflanzung die Erfolgsaussichten überwiegend angezweifelt werden. So berichteten wir im Forstjournal, Heft 2+3/ 2009, über instabile Douglasienanbauarten, die der schneereiche Winter 2005/06 zutage förderte. Mit Blick auf die landesweiten Investitionen ist es deshalb umso wichtiger, die in den Versuchen gemachten Fehler zu analysieren und in der Praxis zu vermeiden.

Da man davon ausgehen kann, dass der von den Kronen fallende Schnee zu einer eher zufälligen Schadbilanz führt, sollten systematische Wurzeluntersuchungen mehr Aufschluss über die Ursachen liefern.

## Ganz schön aufwändig – Wurzeluntersuchungen

Wurzeluntersuchungen sind sehr aufwändig. So hätte die vollständige Untersuchung aller in der Schadbonitur enthaltenen Voranbauten wahrscheinlich das Dreifache der eingangs genannten Kosten für Douglasienverjüngungen verursacht. Letztendlich konnten mit einem Budget von 80.000 Euro im Sommer 2009 an drei Standorten insgesamt 28 Bäume untersucht werden.

Ausgehend von den vermuteten Ursachen sollten sowohl verschiedene Begründungsverfahren als auch unterschiedliche Befallsstärken der Rostigen Douglasien schütte in die Auswahl einbezogen werden. Die Wahl fiel auf die Umbauversuche in den Revieren Trossin (FoB Taura, Privatwald), Olbernhau (FoB Marienberg) und Conradswiese (FoB Eibenstock). Bei den Douglasien in Trossin handelt es sich um Kreuzungsnachkommen mit einer sehr unterschiedlichen Disposition und entsprechend differenziertem Befall durch die Rostige Douglasien schütte. Der Pflanzung in die anlehmige Sandbraunerde ging einheitlich die Anlage von Pflugstreifen voraus. In den Revieren Olbernhau und Conradswiese erfolgten streifenweise Bodenvorarbeiten im patentierten PeinPlant-Verfahren. Dabei werden mittels rotierender Fräsen die Humusauflage und der Oberboden zu einem weitgehend homogenen, lockeren Substrat vermengt und zusätzlich

0,5 kg Kalk pro Laufmeter zugegeben. Zum Vergleich wurden Pflanzplatzvorbereitungen mit konventionellen Erdbohrgeräten, in Conradswiese zum Teil mit Kalkzugabe, herangezogen.

Während in Olbernhau der Boden ein schwach steiniger Gneis-Braunerdepodsol ist, nehmen Steine und Skelett in Conradswiese größere Anteile der Phyllit-Braunerde ein. In Summe ergeben sich die in der Tabelle unten auf dieser Seite aufgeführten Vergleichsmöglichkeiten. Zur Ermittlung der Wurzelverteilung im Boden wurden für jeden Baum quer zur Bearbeitungsrichtung ein zwei Meter breites und mindestens 60 cm tiefes Bodenprofil aufgegraben. Die Profile wurden ausgehend von der Stammachse sowohl horizontal als auch vertikal in insgesamt 17 Bodenblöcke unterteilt (vgl. Abb. 1). Für jeden dieser Blöcke wurden die darin vorgefundenen Wurzelmassen und Bodeneigenschaften, wie pH-Wert, Rohdichte und das Volumen von Grob- und Feinporen bestimmt.

In Anbetracht der Vielgestaltigkeit von Wurzelsystemen ist es relativ schwer, die sektionsweise vorgefundenen Unterschiede zu bewerten und im üblichen Maße (Fehlerwahrscheinlichkeit < 5%) statistisch abzusichern. Doch trotz der beschränkten Anzahl untersuchter Bäume zeigen Analysen, welche ganzheitlich die Verteilung der Wurzelmassen be-

Versuch	Trossin	Conradswiese	Olbernhau
Standort	Sandbraunerde	Phyllit-Braunerde	Gneis-Braunerdepodsol
Varianten	Pflugstreifen / Schüttebefall	Erdbohrer	Erdbohrer
		PeinPlant (Kalk)	PeinPlant (Kalk)
		Erdbohrer (Kalk)	



Abb. 1: Untersuchung der Wurzelverteilung – Beispiel einer intensiven und arttypischen Durchwurzelung in Trossin (orange Linien zeigen die Einteilung der Bodenblöcke).



Abb. 2a, b: Anlage der PointPlant-Frässtreifen (oben) und Blick auf das Arbeitsergebnis (unten)

rücksichtigen, markante Unterschiede in der variantenspezifischen Ausprägung der Wurzelwerke auf.

### Beachtlich – Einfluss der Standortseigenschaften

Ausgehend vom arttypischen Herzwurzelsystem der Douglasie bewirken die physikalischen und chemischen Standortseigenschaften mehr oder weniger deutliche Abweichungen. Bei Kunstverjüngungen kommen weitere Wirkungen hinzu, welche diese arttypischen Ausprägungen des Wurzelwerkes abwandeln. Die Einflussmöglichkeiten beginnen bereits mit der Anzucht in der Baumschule und reichen bis zur Wahl und Ausführung des Pflanzverfahrens.

Die genannten Faktoren lassen sich, nicht zuletzt auch hinsichtlich ihrer gegenseitigen Beeinflussung, bei den gegebenen Vergleichsmöglichkeiten nicht sicher trennen. Dennoch erlaubt der Vergleich der Handpflanzungen im Pflugstreifen bzw. nach Pflanzplatzvorbereitung mit konventionellem Erdbohrgerät einige Rückschlüsse auf den Einfluss der Standortseigenschaften auf die Wurzelentwicklung.

Dies betrifft zunächst den Bodenwasser- und Lufthaushalt, der maßgeblich durch die Porenverhältnisse bestimmt wird. Beim Vergleich der drei Standorte weist der Sandboden in Trossin mit 40 % das geringste Gesamtporenvolumen auf. Dieses ist wegen der hohen Stein- und Skeletttanteile in Conradswiese mit 56 % vergleichsweise am höchsten. Unterscheidet man die Poren nach ihrer Größe, so zeigt sich, dass auf diesen beiden Standorten etwa die Hälfte (21 bzw. 23 %) des Gesamtporenvolumens aus Grobporen besteht. Diese als Luftkapazität charakterisierten Poren sind für die Versorgung der Wurzeln mit Sauerstoff wichtig. In Olbernhau werden demgegenüber lediglich 13 % erreicht.

Die für die Speicherung des pflanzenverfügbaren Wassers wichtigen Mittelporen ( $0,2\text{--}50 \mu\text{m Äquivalentdurchmesser}$ ) sind erwartungsgemäß vor allem im untersuchten Sandboden gering. Bis 60 cm Bodentiefe ist hier von einer nutzbaren Feldkapazität von 70 mm Niederschlagsäquivalent auszugehen. Entsprechend der Beschaffenheit des Feinbodens steigt diese in Conradswiese (85 mm) und Olbernhau (105 mm) merklich an.

Die sektionsweise erhobene Luftkapazität korrespondiert jedoch nur in geringem Maße mit den im jeweiligen Bodenblock vorgefundenen Wurzelmassen (Korrelationskoeffizient 0,2) und für die nutzbare Feldkapazität ergibt sich gar kein Zusammenhang. Demgegenüber konnte eine eindeutige Beziehung zwischen den Wurzelmassen und der Bodenazidität (ausgedrückt im pH-Wert / Korrelationskoeffizient 0,5) gefunden werden. Es verwundert nicht, dass vor allem die im Zusammenhang mit der Nährstoffaufnahme stehenden chemischen Eigenschaften der Böden für die Wurzelmassen entscheidend sind.

Betrachtet man die obersten 30 cm, so ergibt sich bezüglich der vorgefundenen Azidität eine klare Reihenfolge, die von Trossin (pH 3,9) über Conradswiese (pH 3,8) zu Olbernhau (pH 3,6) reicht. Beim Vergleich der pH-Werte sollte man beachten, dass der scheinbar geringe Unterschied zwischen Trossin und Olbernhau einer Verdoppelung der Konzentration von Hydroniumionen entspricht.

Im Ergebnis konnten in Trossin die größten Wurzelmassen vorgefunden werden. Und während die Werte in Conradswiese kaum geringer ausfallen, ist die Durchwurzelung in Olbernhau merklich geringer.

### Kontraproduktiv – Effekte der Bodenbearbeitung

Bereits der erste Blick auf die gefallenen Bäume und teilweise sichtbaren Wurzelsysteme ließ einen negativen Einfluss der Bodenvorarbeiten vermuten. Dabei sollten mit der maschinellen Auflockerung des Bodens, der Einarbeitung ungünstiger Humusauflagen und der Kalkapplikation zum Einen optimale Bedingungen für die Pflanzung und andererseits gute Anwuchsbedingungen erzielt werden.

Etwas mehr als 15 Jahre nach Anlage der Frässtreifen ergeben sich hinsichtlich der Substratdichte und Porenverteilung allenfalls geringe Unterschiede zum unbearbeiteten Boden. Das unmittelbar nach dem Fräsen lockere Substratgemisch (vgl. Abb. 2) hat sich deutlich gesetzt, so dass

die Frässtreifen als Vertiefung der Bodenoberfläche in der Regel gut nachvollzogen werden können. Lediglich die mit der Kalkapplikation erfolgte Hebung des pH-Wertes lässt sich noch immer nachweisen. In den gekalkten Bodensektionen liegt die Hydroniumkonzentration nur bei einem Viertel bis zur Hälfte der im unmittelbar benachbarten Boden gemessenen Werte!

Aus den gleichen Gründen, weshalb sich die Wurzelmassen tendenziell in der Humusauflage und im Oberboden konzentrieren, führt auch die Verbesserung des bodenchemischen Milieus durch die Kalkung zu einer entsprechenden Zunahme der Wurzelmassen. Dies zeigt sich vor allem beim Variantenvergleich in Conradswiese. Aber auch in Olbernhau sind Unterschiede feststellbar. Ein Blick auf die freigelegten Wurzelsysteme (vgl. Abb. 3) zeigt, dass sich im Vergleich zur Handpflanzung deutlich mehr Wurzeln am Wurzelstock befinden.

Im Extremfall konzentrieren sich die Wurzeln fast vollständig im Frässtreifen. Hierfür scheinen aber auch Pflanzeffekte maßgeblich zu sein. So könnte die Verankerung der Pflanze im lockeren Substrat unzureichend gewesen sein, sodass sich die Stammachse im Zuge des Setzungsprozesses aus dem Lot neigte und die Ausbildung abnormaler Wurzelsysteme förderte. Derartige Pflanzeffekte ließen sich vereinzelt auch bei händischer Kalkbeigabe finden. Hier wirkte die sehr hohe Kalkkonzentration als nicht durchwurzelbares Hindernis. Dies scheint vor allem bei der Douglasie bedeutsam, die nach Literaturangaben empfindlich auf freien Kalk im Boden reagiert.

In der Gesamtschau wirken sich insbesondere in den stark sauren Böden, deren chemisches Milieu der Douglasie nicht zusagt, die positiven Effekte der Kalkung negativ auf die Stabilität aus. Dabei funktionieren sowohl das zwar feinwurzelreiche, aber kompaktere Wurzelwerk als auch das durch die gute Ernährungssituation beschleunigte Höhenwachstum kontraproduktiv. Im Ergebnis weisen die in Handpflanzung begründeten Douglasien ein zwar schütteres, aber deutlich weiterreichendes Wurzelsystem und eine bessere Statik auf.

#### Schüttebefall verstärkt negative Effekte

Auf den Sandböden im Revier Trossin wurden sehr symmetrische und weit ausladende Wurzelwerke diagnostiziert. Dennoch können auch hier Douglasien umfallen. In der Regel handelt es sich dabei um Bäume mit extremem Schüttebefall. Die in der Versuchsanlage angebauten Kreuzungsnachkommen weisen eine sehr unterschiedliche Disposition gegenüber der Rostigen Douglasenschütt (Rhabdocline pseudotsugae Syd.) auf (vgl. Abb. 4).

Der durch feucht-kühle Frühjahrswitterung begünstigte Pilz führt nach Befall der austreibenden Nadeln bereits im ersten Sommer zu Nadelbräunung und Nadelfall. Die Benadelungsdichte, ausgedrückt in Nadelmassen pro cm Trieblänge, ist ein guter quantitativer Weiser für die Befallsintensität. So weisen vitale Bäume an allen vier betrachteten Jahrgängen hohe Nadeldichten auf, während bei anhaltend hohem Befall nur der aktuelle Jahrgang vergleichbare Nadeldichten hat (vgl. Abb. 5).

Korrespondierend mit der für den Stoffaufbau entscheidenden Nadeldichte nehmen auch die Wurzelmassen mit zunehmendem Schüttebefall ab. Wenngleich die Trieblängen noch über Jahre konstant bleiben können, wird die Pflanze anfälliger gegenüber Trockenperioden und anderen Pilzerkrankungen, wie Wurzelschwamm (Rotfäule) oder Hallimasch, die nicht selten ihr Absterben bedingen. Der Einfluss eines möglichen Befalls durch den Wurzelschwamm auf die Wurzelentwicklung soll zukünftig näher untersucht werden.

#### Weder Euphorie noch Resignation

Die hier vorgestellten Ergebnisse sind ernüchternd und so oder ähnlich in vielen Revieren auch zutage getreten. Diese Erfahrungen halten die Euphorie für den Douglasienanbau sicherlich in Grenzen. Sie rechtfertigen jedoch auch keine Resignation. Vielmehr fordern Sie uns auf, den Anbau der Douglasie die entsprechende Aufmerksamkeit und Sorgfalt zukommen zu lassen. Hierzu abschließend einige Hinweise:

- Neben der Auswahl einer möglichst schütteresistenten Herkunft gilt es, ihre Disposition durch möglichst rasche Räumung des Schirmes zu minimieren. Werden frostgefährdete Lagen gemieden, kann dies bereits nach wenigen Jahren in etwa mit Dichtschluss geschehen.



Abb. 3: Vergleich dreier Wurzelwerke auf Ölsengeründer Gneisbraunerde (Revier Olbernhau) von links nach rechts: symmetrisches, überwiegend aus Grobwurzeln bestehendes Wurzelwerk nach Handpflanzung; intensiv mit feineren Wurzeln durchsetzte Wurzelwerke nach PeintPlant-Frässtreifen, rechts symmetrisch und in der Mitte stark deformiert mit gekrümmter Stammachse



Abb. 4a, b: Kreuzungsnachkommen mit unterschiedlicher Intensität des Schüttebefalls (Mitte, unten).

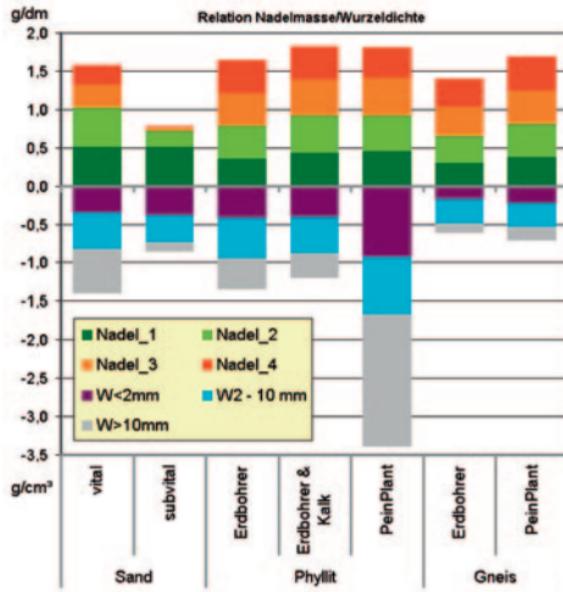


Abb. 5: Relationen zwischen Benadelungsdichte (g Nadelmasse pro dm Triebblätter) und Wurzeldichte (g Wurzelmasse pro cm<sup>3</sup> Bodenraum) nach Varianten der Begründung im Gebirge bzw. Schüttebefall im Tiefland

- Nach den Wurzeluntersuchungen muss die Forderung nach einer handwerklich bestmöglichen Pflanzung nochmals unterstrichen werden!
- Bodenvorarbeiten sind nicht generell zu verwerfen. Lockere Bodengefüge können mögliche negative Effekte der Pflanzung vermeiden (z.B. bei Stieleiche auf Pseudogley). Unter Berücksichtigung der expliziten Ansprüche der Douglasie an einen gut durchlüfteten Boden, besteht bei dieser Baumart jedoch keine Notwendigkeit für derartige Maßnahmen.
- Zugleich sollte die Douglasie nicht auf Böden mit einer starken Versauerung des Oberbodens angebaut werden. Das Standortsspektrum für den Douglasienanbau wird dagehend in nächster Zeit präzisiert. Zunächst stellt die 2006 neu abgegrenzte Immissionschadzone eine den Douglasienanbau ausschließende Gebietskulisse dar.
- Von direkten Kalkgaben in Pflanzplätze ist bei Douglasie generell abzusehen.