

Teil 1: Erkenntnisse aus 7500 Wurzelgrabungen der LWF

Deformierte Wurzeln – eine unterschätzte Gefahr für die Stabilität

Wenn Bäume sprechen könnten, würden sie uns schlimme Dinge erzählen. Wie sie in ihrer Jugend – schon fast verdurstet – noch kurz vor der Pflanzung eines Grossteils ihrer Wurzeln durch einen so genannten Wurzelschnitt beraubt und mit roher Gewalt in ein viel zu kleines Bodenloch gezwängt wurden. Wie sie sich in den Folgejahren nur durch ihren unbezwinglichen Überlebenswillen gegen Trockenheit, Frost und Graskonkurrenz durchsetzten und einen starken Stamm bildeten. Aber auch, wie ihre Wurzeln nicht so recht wuchsen wie sie sollten. Wie sie in der Nähe der Oberfläche blieben und kaum in die Tiefe vordrangen. Und so zittern viele Bäume vor dem Tag, an dem sie ihren starken Stamm nicht mehr gegen die Kräfte der Stürme halten können oder vor dem Tag, an dem eine solche Trockenheit herrscht, dass sie mit ihren oberflächennahen Wurzeln nicht mehr genügend Wasser aus der Tiefe bekommen. Fiktion oder Wirklichkeit? Nach den Ergebnissen aus zwölf Jahren Wurzelforschung der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) auf einigen Flächen Wirklichkeit.

Als das Ausmass der grossen Stürme Vivian und Wiebke im Jahr 1990 nach und nach zu Tage kam, machten einige Förster eine erstaunliche Entdeckung: Zahlreiche der vom Wind gewor-

Von Robert Nörr
und Reinhard Mössmer¹

fenen Bäume wiesen sehr flache und deformierte Wurzelsysteme auf. Da der Standort als alleinige Erklärung ausschied, vermuteten sie u.a. einen langfristigen Einfluss einer nicht sachgerecht durchgeführten Pflanzung. Hinweise darauf gibt es bereits seit dem 19. Jahrhundert.

Um die Wurzelentwicklung junger Laubbäume bei verschiedenen Pflanzverfahren näher zu untersuchen, legten Mitarbeiter der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) über ganz Bayern verteilt 52 Versuchsflächen an². In drei Wurzelgrabungen im vierjährigen Abstand (2, 6 und 10 Jahre nach der Pflanzung) gruben wir über 5800 Wurzeln auf den selben Flächen aus. Damit lässt sich die Entwick-

lung der Wurzeln und der Wurzeldeformationen verfolgen (vgl. Kasten). Als Massstab für eine vom Menschen weitgehend unbeflussten, auf dem jeweiligen Standort mögliche Wurzelentwicklung dienten natürlich verjüngte und gesäte Bäume.

Mit zahlreichen weiteren Wurzelgrabungen klärten wir noch offene Fragen. An 30- bis 40-jährigen Bäumen untersuchten wir beispielsweise, wie sich Wurzeldeformationen langfristig entwickeln.

Über 7500 ausgegrabene Wurzeln, die auf verschiedensten Standorten und von zahlreichen Baumarten in unterschiedlichen Altersstufen gewonnen wurden, liefern uns gut abgesicherte Informationen über Entwicklung und Auswirkungen der Wurzeldeformationen.

In diesem Artikel erläutern wir Ihnen, warum es notwendig ist, sich mit Wurzel-

deformationen auseinander zu setzen. In einem Folgeartikel stellen wir die verschiedenen Möglichkeiten vor, Wurzeldeformationen zu vermeiden.

Von Wurzeldeformationen spricht man, wenn Wurzeln geknickt oder verkrümmt sind und dadurch von ihrer ursprünglichen Wuchsrichtung abweichen. Kleine Knicke, nach denen die Wurzeln ungehindert weiterwachsen, werden nicht als Deformationen gewertet.

Beeinträchtigen Deformationen die Wurzelentwicklung?

Stärkere Hauptwurzeldeformationen (Deformationen der Tiefenwurzeln) führten zu einem deutlichen Rückgang der maximalen Wurzeltiefe. Insbesondere extrem deformierte Wurzeln (Abb. 1) er-

Das Projekt «Pflanzverfahren und Wurzeldeformationen» im Überblick

Als Untersuchungsobjekt standen uns 52 regulär bepflanzte Wiederaufforstungsflächen in den Hauptschadensgebieten der Stürme Vivian und Wiebke 1990 in Bayern zur Verfügung, mit den Baumarten Buche, Eiche, Esche, Bergahorn; Alter 2 Jahre (1. Grabung) – 10 Jahre (3. Grabung) und den Begründungsverfahren Naturverjüngung, Saat, Pflanzverfahren (Buchenbühler-Verfahren, Winkelpflanzung, Hohlspaten, Bohrverfahren mit Bohrerdurchmessern von 10 bis 30 cm). Der Stichprobenumfang erreichte 40 Bäume je Baumart und Versuchsfläche. Wir quantifizierten die Wurzeldeformationen und analysierten ihre Ursachen und Auswirkungen auf die weitere Wurzelentwicklung. Differenzierte Aufnahme der Wurzeln nach Art und Ausprägung der Deformation und nach Erschliessung des Wurzelraumes. Einzelheiten sowie ergänzende Untersuchungen sind in dem LWF-Bericht Nr. 37 «Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?» dargestellt.

¹ Robert Nörr ist Mitarbeiter am Sachgebiet «Waldbau und Forstplanung» der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), Dr. Reinhard Mössmer ist Leiter des Sachgebiets.

² Wegen der hohen Bedeutung der Wurzelentwicklung für die Bestandesstabilität wurde das Projekt «Pflanzverfahren und Bewurzelung» vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten gefördert.



Abbildung 1: Extrem deformierte Wurzeln einer zehnjährigen Esche (Foto Nörr).

Stärke der Wurzeldeformationen

Ohne Deformationen	Kleine Knicke oder bogiger Wuchs stellen keine Deformationen dar, solange die Wuchsrichtung nicht dauerhaft verändert wird.
Leichte Deformationen	Einige Wurzeln sind deformiert. Die Auswirkungen auf die Wurzel ausbreitung sind aber unwesentlich.
Ausgeprägte Deformationen	Bereits ausgeprägte Richtungsänderung, eine gewisse Tiefen- und Seitenerschließung ist aber noch gewährleistet.
Starke Deformationen	Starke Richtungsänderung mit beginnender Regeneration der deformierten Wurzel oder mit beginnender Regeneration durch Wurzelneubildungen.
Extreme Deformationen	Starke Richtungsänderung, keine nennenswerte Regeneration der deformierten Wurzel, keine Regeneration durch Wurzelneubildungen.

Definitionen der Deformationsstärken.

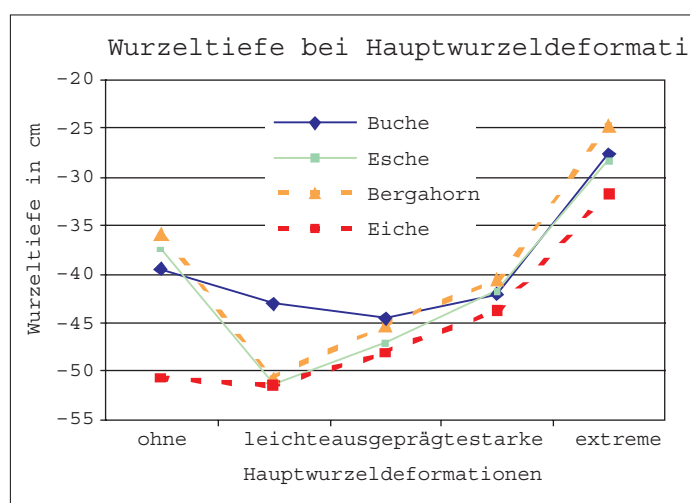


Abbildung 2: Durch extreme Hauptwurzeldeformationen reduzierte sich die maximale Wurzeltiefe der zehnjährigen Laubbäume (Buche, Eiche, Esche, Bergahorn) um über ein Drittel.

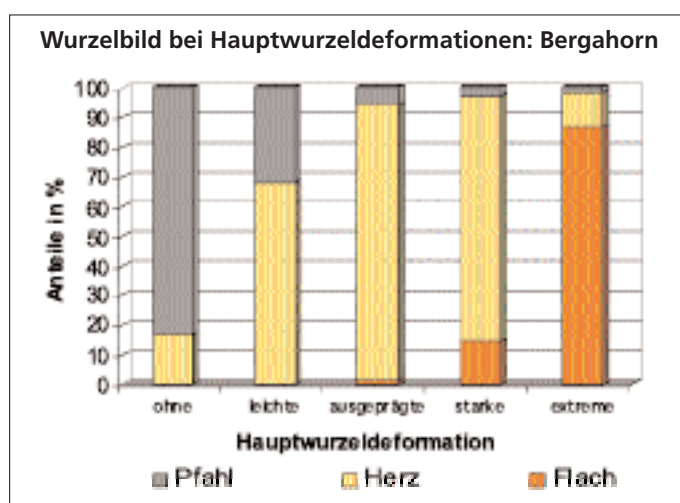


Abbildung 3: Mit zunehmender Stärke der Hauptwurzeldeformation verflachte sich das Wurzelsystem des zehnjährigen Bergahorns.

reichten nach zehn Jahren i. d. R. nur zwei Drittel der Wurzeltiefe der schwächer deformierten Wurzeln (Abb. 2).

Für die Stabilität ist nicht nur die maximale Wurzeltiefe, sondern auch Anordnung, Anzahl und Stärke der Wurzeln in den unterschiedlichen Tiefenstufen, das so genannte Wurzelbild von Bedeutung. Je stärker die Wurzeln bei der Pflanzung deformiert wurden, desto häufiger bildeten sie Flachwurzelsysteme aus. Pfehlwurzeln (in der Jugend v.a. bei Bergahorn, Eiche und Buche sehr häufig) liessen sich nur selten erkennen. Bei ausgeprägt bis extrem deformierten Bergahornwurzeln gingen beispielsweise die Pfehlwurzeln fast vollständig verloren (Abb. 3).

Zusammenfassend ist festzustellen: Je stärker die Wurzeln deformiert waren, desto extensiver durchwurzelten sie den Wurzelraum.

Stärkere Deformationen beeinträchtigen massiv die Wurzelentwicklung der

zehnjährigen Laubbäume und damit ihre Verankerung im Boden.

Massnahmen gegen eine reduzierte Verankerung der Bäume durch Wurzeldeformationen kann/muss der Forstbetrieb allerdings erst dann treffen, wenn Deformationen

- bei Pflanzung in grösserem Umfang vorkommen und wesentlich häufiger sind als bei Naturverjüngung,
- sich nicht im Laufe der Jahre durch erneutes Wurzelwachstum regenerieren können.

Deformationen auch bei Naturverjüngung?

Wurzeldeformationen kamen auf den Untersuchungsflächen der LWF sehr häufig und damit in einem für den Forstbetrieb relevanten Umfang vor: 71 % aller gepflanzten zehnjährigen Laubbäume wiesen stärkere (ausgeprägt bis extreme)

Hauptwurzeldeformationen auf. Bei Naturverjüngung/Saat waren es hingegen nur 21 %. Unabhängig von Standort und Baumart lag der Anteil an deformierten Wurzeln auf allen Pflanzungsflächen um ein Vielfaches höher (Abb. 4).

Die Wurzeldeformationen waren nicht nur häufiger, sondern auch hochsignifikant stärker ausgeprägt. Extreme Deformationen wiesen 19 % der gepflanzten Wurzeln auf. Dies bedeutet, dass fast jeder fünfte gepflanzte Laubbäum in zehn Jahren keine neuen Wurzeln in die Tiefe gebildet hatte. Bei der Naturverjüngung war es «nur» jeder fünfundzwanzigste.

Wie im nächsten Artikel erläutert wird, ist das schlechte Abschneiden der Pflanzungen weniger auf die «Pflanzung an sich» als auf Fehler bei Pflanzung bzw. Pflanzenanzucht zurückzuführen.

- Wurzeldeformationen traten – in geringerem Umfang – auch bei Naturverjüngung/Saat auf.

- Bei den untersuchten Pflanzungen waren Wurzeldeformationen hochsignifikant häufiger und stärker ausgebildet.

Regenerieren sich Wurzeldeformationen?

Es hat sich also bisher gezeigt, dass Wurzeldeformationen bei den untersuchten Pflanzungen wesentlich häufiger vorkamen als bei den Naturverjüngungen und die Verankerung des Baumes im Boden verringerten. Um einschätzen zu können, inwieweit Wurzeldeformationen die Stabilität eines Baumes langfristig beeinträchtigen, ist von entscheidender Bedeutung, ob sich die

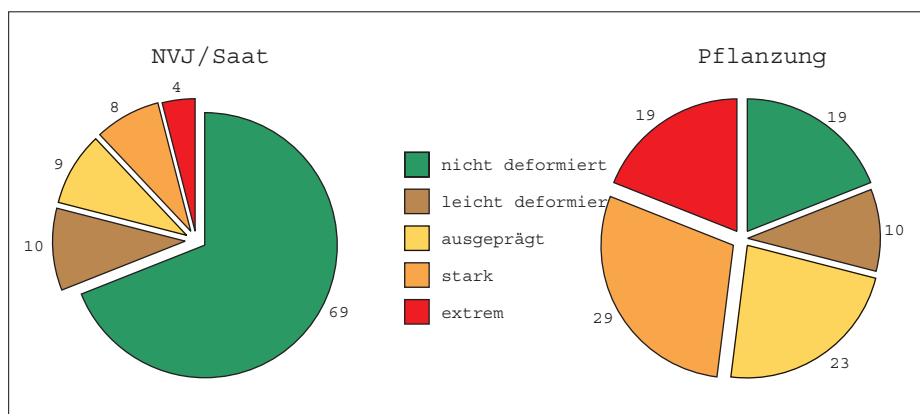


Abb. 4: Ausgeprägte bis extreme Hauptwurzeldeformationen waren bei Naturverjüngung/Saat hochsignifikant seltener zu finden als bei den untersuchten Pflanzungen.



Abb. 5: Drei Wurzelbilder von zehnjährigen gepflanzten Eschen. Oben: extreme Wurzeldeformation; keinerlei Rückbildung der Deformationen, die Wurzeln wachsen auch nach zehn Jahren nicht in die Tiefe.



Ausgeprägte Deformation; deutliche Anzeichen einer Regeneration der ursprünglichen Stauung durch Bildung einer neuen Hauptwurzel. Im Vergleich zur Sprossstärke aber keine zufriedenstellende Tiefenerschließung.



Ohne Deformationen; Optimale Wurzelentwicklung einer gepflanzten Esche ohne erkennbare Deformationen. Wurzeln ohne Deformationen sind mit 20 % selten (Fotos Ruggiero, Baumer).

Verformungen im Lauf der Zeit durch Wurzelregeneration (d.h. erneutes Wurzelwachstum in die Richtung vor der Deformation) oder Wurzelneubildung auswachsen (Abb. 5).

In den vergangenen fünf Jahren veränderte sich auf den Versuchsflächen die Häufigkeit der Deformationen nur geringfügig. Bei Buche und Eiche gingen die Deformationen leicht zurück, bei Bergahorn und Esche nahmen sie sogar zu. Bis zu einem Alter von zehn Jahren wuchsen sich damit die Verformungen nicht in nennenswertem Umfang aus (Abb. 6).

An 30- bis 40-jährigen Bäumen liessen sich Deformationen nur noch bei extremer Ausprägung erkennen. Eindeutig nachweisen liessen sich aber deren Auswirkungen. So zeigten z.B. mit Winkel-pflanzung gesetzte 32- bis 39-jährige Fichten ein hochsignifikant flacheres Wurzelwerk als die Naturverjüngung auf vergleichbarem Standort (Abb. 7). Die maximale Wurzeltiefe war um 21–35 % reduziert, ebenso die Anzahl und Stärke

der Tiefenwurzeln. Als Folge ist bei den gepflanzten Fichten auch langfristig von einer geringeren Verankerung im Boden und damit von einer verringerten Stabilität des Einzelbaumes auszugehen.

Wurzeldeformationen regenerieren sich nur unzureichend und beeinträchtigen damit langfristig die Bestandesstabilität. Die Forstbetriebe sollten alle Möglichkeiten nutzen, um Wurzeldeformationen zu vermeiden.

Abb. 6: Die Häufigkeit der Deformationen ging bei den gepflanzten Eichen und Buchen von 1995 auf 2000 geringfügig zurück. Bei den gepflanzten Bergahornen und Eschen wurden sogar mehr Deformationen festgestellt als im Jahr 1995.

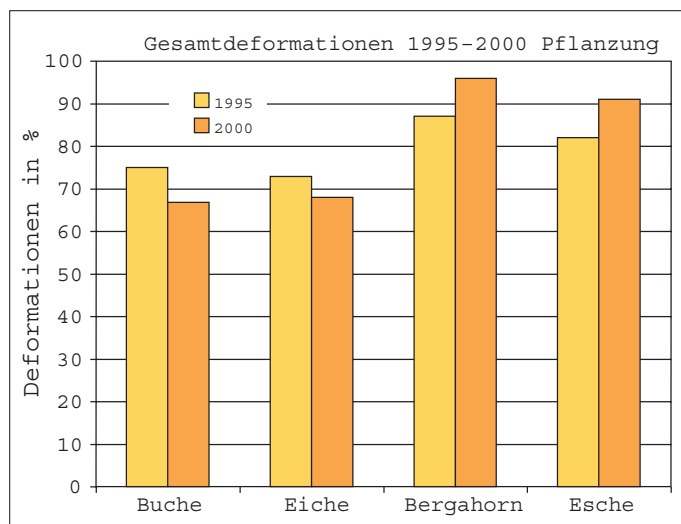




Abb. 7: 36-jährige Fichte (Winkelpflanzung auf frischem Kalkverwitterungslehm) mit flachem Wurzelwerk und nur dünnen Wurzeln in der Tiefe.



Abb. 8: 39-jährige Fichte (Naturverjüngung auf frischem Kalkverwitterungslehm) mit zahlreichen und starken Vertikalwurzeln. [Fotos Ruggiero]

Zusammenfassung

Wurzeldeformationen traten bei Naturverjüngung und Saat in geringem Umfang auf. Bei den untersuchten Pflanzungen waren sie hochsignifikant häufiger und ausgeprägter. Vor allem stärkere Wurzeldeformationen führten zu einer unzureichenden Erschließung des Wurzelraumes. Durch das verringerte Verankerungsvermögen steigt die Windwurfgefahr. Mit einer umfassenden Regeneration der Deformationen ist nicht zu rechnen, da bei Pflanzungen selbst

nach mehreren Jahrzehnten eine Verflachung der Wurzelsysteme nachgewiesen werden konnte. Die in der Einleitung aufgeworfene Frage «Fiktion oder Wirklichkeit?» muss auf einigen Flächen mit «Wirklichkeit» beantwortet werden.

Wie Sie nun durch eine wurzelschonende Pflanzung die für die Stabilität kritischen Deformationen entscheidend reduzieren können, wird im Folgeartikel behandelt.

Weitere Informationen sowie Literaturhinweise erhalten Sie mit dem neu er-

schienenen LWF-Bericht Nr. 37 «Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität?» für 10 €, sowie den LWF-Merkblättern Nr. 4 «Auf die Wurzeln kommt es an!» und 4a «Sorgfalt entscheidet über Pflanzenerfolg!», anzufordern bei der

Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft,
Am Hochanger 11, D-85354 Freising,
Fax 0049 8161 71 4971,
poststelle@fo-lwf.bayern.de
oder www.lwf.bayern.de.

