

## Starke Wurzeln – stabile Wälder

Drei „Jahrhundertstürme“ innerhalb von 15 Jahren, immense Zwangsnutzungen durch nachfolgende Insektenkalamitäten und fallende Holzpreise belegen eindrucksvoll, dass „Stabilität“ zum Schlüsselbegriff einer zukunftsfähigen Forstwirtschaft wird.

Stabilität erhalten Bäume nur mit Hilfe eines großen, weit in die Tiefe reichenden Wurzelwerks, mit dem sie sich fest im Boden verankern können. Bei unsachgemäßer Pflanzung können die Wurzeln allerdings so stark verbogen werden, dass sie auch nach Jahrzehnten nicht ausreichend in die Tiefe wachsen. Eine sorgfältige, wurzelgerechte Pflanzung oder eine natürliche Verjüngung sind deshalb Voraussetzung für die Stabilität unserer Wälder.

### Wurzeldeformationen – ein Stabilitätsrisiko

Wurzeldeformationen, d. h. verkrümmte und gebogene Wurzeln, verhindern eine gute Verankerung der Bäume im Boden. Dadurch verringert sich die Stabilität. Das Risiko eines frühzeitigen Ausfalls durch Windwurf oder Schneedruck steigt. Auf diese Weise können Wurzeldeformationen die Produktionsziele eines Forstbetriebes massiv gefährden.

#### Wurzelgrabungen der LWF an knapp 8.000 Bäumen zeigen:

##### Wurzeldeformationen

- sind bei Pflanzungen sehr häufig.  
→ Im Durchschnitt weisen drei Viertel aller gepflanzten Bäume Wurzeldeformationen auf, fast die Hälfte haben starke Deformationen.
- beeinträchtigen massiv die Wurzelentwicklung.  
→ Bei starken Wurzeldeformationen wachsen die Wurzeln kaum in die Tiefe.
- werden vor allem durch unsachgerechte Pflanzung verursacht.  
→ Gepflanzte Bäume weisen viermal häufiger Wurzeldeformationen auf als gesäte oder natürlich verjüngte Bäume.
- wachsen sich kaum aus.  
→ Innerhalb der ersten zehn Jahre wuchsen gepflanzte Laubbäume ihre Wurzeldeformationen kaum aus.



**links:** 10-jährige Esche (Lochbohrverfahren)  
**rechts:** 8-jährige Fichte (Winkelpflanzung):  
Auch nach vielen Jahren wachsen keine Wurzeln in die Tiefe.



**links:** Buche zwei Jahre nach der Pflanzung  
**rechts:** Buche zehn Jahre nach der Pflanzung:  
Der Wurzelknick bleibt erhalten, neue Wurzeln haben sich nicht gebildet.



→ Selbst nach mehreren Jahrzehnten lassen sich Unterschiede zwischen Naturverjüngung und Pflanzung sowie zwischen verschiedenen Pflanzverfahren feststellen.



**links:** 35-jährige Fichte aus Winkelpflanzung:  
Flaches Wurzelwerk, geringe Wurzelentwicklung in die Tiefe.  
**rechts:** 35-jährige Fichte aus Naturverjüngung:  
Zahlreiche und starke Wurzeln wachsen in die Tiefe.



**links:** 35-jähriger Bergahorn aus Winkelpflanzung:  
Sehr flachstreichendes Wurzelwerk.  
**rechts:** 37-jähriger Bergahorn aus Lochhügelpflanzung:  
Kräftige Herzwurzeln, die weit in die Tiefe reichen.

## Wurzeldeformationen – nicht zu erkennen

Wurzeldeformationen verringern das Sprosswachstum nur bei extremer Ausprägung. An der Wuchsform des Stammes sind sie nicht festzustellen. Daher können Wurzeldeformationen oberirdisch nicht erkannt werden.

### Konsequenzen:

- ⇒ Die Wüchsigkeit einer Kultur ist kein Beleg für eine gute Wurzelentwicklung.
- ⇒ Wurzeldeformationen lassen sich durch Pflegemaßnahmen nicht verringern.
- ⇒ Wurzeldeformationen können nur direkt bei der Bestandsbegründung vermieden werden.

## Wurzeldeformationen – vermeiden!

### Empfehlung 1: Bestände möglichst natürlich oder durch Saat verjüngen

Natürlich verjüngte/gesäte Bäume haben im Vergleich zu gepflanzten Bäumen weniger und schwächere Wurzeldeformationen. Aus diesem Grund lassen sich Deformationen besonders effektiv und kostengünstig durch Naturverjüngung oder Saat vermeiden.



Zehnjähriger Bergahorn:  
**links:** Winkelpflanzung mit sehr flachem, einseitigen Wurzelwerk.  
**rechts:** Naturverjüngung mit sehr guten Tiefenwurzeln.

Es muss gepflanzt werden, wenn standortgerechte Baumarten bzw. gewünschte Mischbaumarten fehlen oder eine starke Vergrasung das Aufkommen von Naturverjüngung/Saat verhindert. Gepflanzte Bäume werden nur stabil, wenn sie sehr sorgfältig und wurzelschonend gepflanzt werden.

Wurzelschonende Pflanzung bedeutet:

### Empfehlung 2: Kleine Pflanzsortimente verwenden

Je kleiner die Pflanzen, desto geringer das Risiko von Wurzeldeformationen durch unsachgemäße Pflanzenanzucht und unsachgerechtes Pflanzen.

### Konsequenzen:

- ⇒ Sortimente über 120 cm Sprosslänge nur für waldbauliche Sondersituationen - wie z. B. starke Verunkrautung - einsetzen.
- ⇒ Bei Verwendung von Großpflanzen:
  - das hohe Risiko einer ungenügenden Wurzelentwicklung einkalkulieren,
  - auf Pflanzenqualität und sorgfältige Pflanzung besonderen Wert legen.

### Empfehlung 3: Qualitativ hochwertige Pflanzen verwenden

Gekrümmte oder verletzte Wurzeln, fehlende Feinwurzeln oder ein Verschulknick (= Entenfuß) beeinträchtigen das Wurzelwachstum der Pflanzen langfristig. Qualitativ hochwertige Pflanzen bilden deshalb die Voraussetzung für eine gute Wurzelentwicklung.  
Aber: Hochwertige Pflanzen können nicht zu Dumpingpreisen produziert werden.



**links:** Eichenwurzel vor der Pflanzung:  
Der Verschulknick (=Entenfuß) ist deutlich zu erkennen.  
**rechts:** Gleiche Wurzel 5 Jahre nach der Pflanzung:  
Der Wurzelknick hat sich verstärkt. Nur eine dünne Wurzel wächst in die Tiefe.

#### Konsequenzen:

- ⇒ Die Qualität des Pflanzgutes ist wesentlich wichtiger als eine - kurzzeitige - Kosteneinsparung beim Pflanzenankauf.
- ⇒ Gekaufte Pflanzen, die die Qualitätsanforderungen des Forstvermehrungsgutgesetzes nicht einhalten, zurückweisen.

### Empfehlung 4: Pflanzverfahren nach Wurzelgröße auswählen

Wurzeln müssen vollständig und ohne Krümmungen im Pflanzloch/-spalt untergebracht werden. Entscheidendes Auswahlkriterium für ein Pflanzverfahren ist daher die Wurzelgröße. Da kein Pflanzverfahren allen Verhältnissen gerecht werden kann, muss jeder Pflanzler mehrere Pflanzverfahren gut beherrschen.

#### Konsequenzen:

- ⇒ Das Pflanzverfahren nach der Wurzelgröße auswählen.
- ⇒ Nicht die Wurzelgröße dem Pflanzverfahren anpassen, z. B. durch Wurzelschnitt.



Wurzeln dieser Größe (Wurzellänge 24 cm, Wurzelbreite 15 cm) werden durch Winkel-pflanzung stark deformiert.

## Welches Pflanzverfahren passt zu welcher Wurzel:

| Pflanzverfahren              | Baumart                   | Wurzellänge [cm]         | Wurzelbreite [cm] | Skelett-/Wurzelanteil im Boden | Sprosslänge [cm] |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------------|------------------|
| <b>Standardverfahren</b>     |                           |                          |                   |                                |                  |
| Buchenbühler Pflanzverfahren | Laubbäume, Kiefer, Lärche | bis 22                   | bis 11            | Durchschnitt                   | 30 - 50          |
| Rhodener Verfahren           | Nadelbäume, Laubbäume     | bis 25                   | bis 20            | kann hoch sein                 | 50 - 120         |
| Hohlspaten-Pflanzung         | Nadelbäume, Laubbäume     | bis 22 (30) <sup>1</sup> | bis 18 (25)       | darf nur gering sein           | 50 - 100 (140)   |
| Lochpflanzung mit Erdbohrer  | Nadelbäume, Laubbäume     | bis 35                   | bis 25            | gering bis Durchschnitt        | 120 - 160        |
| <b>Sonderverhältnisse</b>    |                           |                          |                   |                                |                  |
| Winkelpflanzung              | Fichte                    | bis 12 (!)               | bis 11            | Durchschnitt                   | 25 - 50          |
| Lochpflanzung mit Anbaugerät | Nadelbäume, Laubbäume     | bis 35                   | 30 (-40)          | gering bis Durchschnitt        | bis 200          |

<sup>1</sup> mit großem Hohlspaten Lochpflanzung statt Propf-Pflanzung

## Empfehlung 5: Pflanzverfahren richtig anwenden, sorgfältig pflanzen

Das beste Pflanzverfahren ist nur so gut wie seine Anwendung. Bereits kleine Pflanzfehler können die Wurzelentwicklung stark beeinträchtigen.



**links:** 10-jähriger Bergahorn: Fachgerecht gepflanzt  
**rechts:** 10-jähriger Bergahorn: Unsachgemäß gepflanzt

### Häufigste Fehler:

- zu geringe Pflanzlochtiefe,
  - unterlassenes Anziehen vor dem Schließstich bzw. vor dem Verfüllen des Pflanzloches
- Stauchung der Wurzel, dauerhafte Beeinträchtigung des Tiefenwachstums.

### Stauchungen vermeiden:

- ⇒ **Auf eine ausreichende Pflanzloch-/Pflanzspalttiefe achten.**  
→ Das Pflanzloch muss 5 – 10 cm tiefer als die maximale Wurzellänge sein, damit die Wurzeln durch Anziehen ausgerichtet werden können.
- ⇒ **Die Pflanze vor dem Schließstich bzw. vor dem Verfüllen des Pflanzloches immer anziehen.**
- ⇒ **Einen sachgerechten Wurzelschnitt - falls erforderlich - durchführen.**



**links:** Stauchung beim Pflanzen: Die Wurzeln werden umgebogen.  
**rechts:** Stauchung nach 10 Jahren: Die Wurzeln wachsen nicht mehr in die Tiefe.



**links:** Pflanzloch: Wurzellänge und Raum zum Hochziehen.  
**rechts:** Pflanze vor Schließstich anziehen.

## Pflanzverfahren im Überblick

### Buchenbühler Verfahren

Wurzelschonendes Pflanzverfahren für Kleinpflanzen; bei falscher Pflanzausführung starke Wurzelverformungen



#### Wichtig:

- Nur kleine Pflanzen mit Wurzelbreiten bis 11 cm verwenden
- Feinwurzelspitze der Tiefenwurzeln beschneiden
- Ausreichende Lochtiefe sicherstellen
- Pflanze vor Schließstich gut anziehen

### Hohlspaten

Wurzelschonendes Pflanzverfahren; insgesamt wenig Fehlerquellen



#### Wichtig:

- Auf ausreichende Lochtiefe (max. Wurzellänge plus 5 cm zum Ausrichten der Wurzel) achten
- Hohlspaten mit entsprechend großem Blatt verwenden

### Rhodener Verfahren

Sehr wurzelschonendes, vielseitiges Pflanzverfahren; intensive Einarbeitung erforderlich



#### Wichtig:

- Ausreichende Lochtiefe sicherstellen, bei größeren Pflanzen bis zu 7 Schläge notwendig
- Großes Pflanzloch schaffen durch weite Hebelbewegungen der Haue nach hinten

## Bohrverfahren

Pflanzverfahren für Großpflanzen; bei falscher Pflanzausführung und/oder zu kleinen Bohrdurchmessern sehr starke Wurzelverformungen



### Wichtig:

- Bohrdurchmesser mit mind. 20 cm wählen, bei Großpflanzen 30 cm
- Auf ausreichende Lochtiefe (= Wurzellänge + 10 cm) achten
- Bohrlöcher in **mehreren** Schritten verfüllen, um die Wurzeln nicht zu verformen und Hohlräume zu vermeiden
- Pflanze beim Verfüllen und Festtreten immer anziehen

## Winkelpflanzung

Nur für kleine Fichtensortimente geeignet; bei Laubbäumen und größeren Nadelbaumsortimenten zahlreiche und starke Wurzeldeformationen



### Wichtig:

- Nur kleine Pflanzen mit einer **maximalen** Wurzellänge von 12 cm und Wurzelbreite von 11 cm verwenden
- Nicht für Laubbäume und Tanne geeignet
- In Ausnahmefällen als modifiziertes Verfahren: Mit der Haxe eine Art Lochpflanzung durchführen, dabei auf ausreichende Lochtiefe achten



## Empfehlung 6: Wurzelschnitt maßvoll und sachgerecht durchführen

Ein massiver Wurzelschnitt (Entfernen vieler Wurzeln) in der Baumschule oder vor der Pflanzung

- verstärkt den Pflanzschock und
- verringert oft das Höhenwachstum.

→ Wegen des Verlustes von Wurzelmasse wachsen die Pflanzen schlechter an und werden anfälliger gegen Trockenheit oder Unkraut.

Das Kappen starker Wurzeln

- erhöht das Risiko einer Wurzelfäule,
- hemmt die Wurzelentwicklung in die Tiefe.

→ An großen Schnittstellen bilden sich viele kleine Wurzeln, die kaum in die Tiefe wachsen. Die Pfahlwurzel (z. B. bei Eiche) geht verloren. Die Infektionsgefahr durch Pilze steigt.

→ In LWF-Untersuchungen ließ sich der Wurzelschnitt selbst nach 10 Jahren an jedem zwölften gepflanzten Laubbaum nachweisen.

### Konsequenzen:

- ⇒ **Die Wurzeln nie für ein ungeeignetes Pflanzverfahren zuschneiden.**
- ⇒ **Keine Wurzeln über 5 mm Durchmesser kappen.**

### Aber:

Ein vollständiges Unterlassen des Wurzelschnitts kann trotz sachgerechter Pflanzung zu Wurzeldeformationen führen.

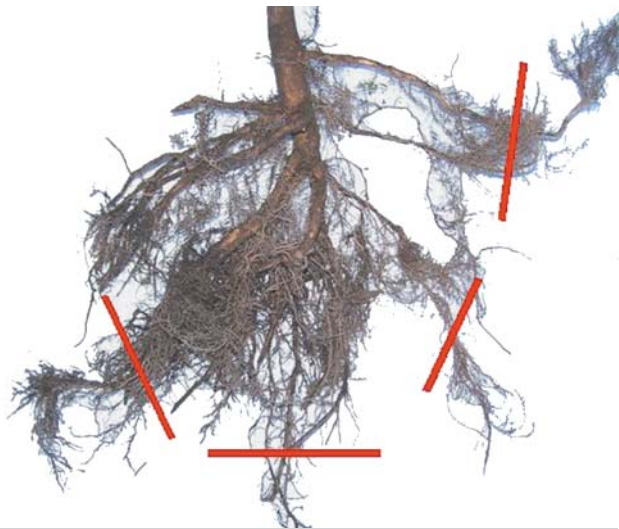
→ Die Feinwurzelspitze der Tiefenwurzeln sowie überlange Seitenwurzeln werden mit hoher Wahrscheinlichkeit deformiert. Um dies zu vermeiden, sollten sie maßvoll eingekürzt werden.

### Konsequenzen:

- ⇒ **Überlange Wurzeln besser abschneiden als in das Pflanzloch zwängen.**
- ⇒ **Tiefenwurzeln an der Spitze einkürzen, bis die Tiefenwurzel stabil ist.**
- ⇒ **Wurzelschnitt an jeder Pflanze einzeln mit einer scharfen Schere durchführen.**



Die Tiefenwurzel wird so lange eingekürzt bis sie stabil ist (auf der Handfläche „steht“).



Schnittstellen für einen fachgerechten Wurzelschnitt

Ein Wurzelschnitt ist notwendig an

- beschädigten Wurzeln
- Wurzeln, die sich auch bei sorgfältiger Pflanzung umbiegen würden: Überlange Seitenwurzeln oder die Spitzen der Tiefenwurzeln bis 1 mm Stärke (bei Großpflanzen bis 3 mm).

### Empfehlung 7: Qualitätskontrollen und Wurzelgrabungen regelmäßig durchführen

Die Bestandsbegründung gehört zu den anspruchsvollsten Betriebsarbeiten und wirkt sich sehr langfristig aus.

#### Konsequenzen:

- ⇒ Die Pflanzarbeiten auch bei hoher Arbeitsbelastung regelmäßig überwachen.

⇒ Für die Pflanzarbeiten einen Verantwortlichen benennen.

⇒ Stichprobenartige Wurzelgrabungen:

- Gemeinsam mit den Pflanzern direkt nach der Pflanzung sowie nach mehreren Jahren durchführen.
- Die Lage der Wurzel sowie die Verfüllung des Pflanzloches mit Erde beurteilen.

Die Kontrolle auf festen Sitz der Pflanze oder das Anwuchsprozent allein reichen für die Beurteilung der Pflanzqualität nicht aus.



Revierleiter kontrolliert mit dem Pflanzler die Pflanzenqualität

#### Literatur:

- NÖRR, R.; BAUMER, M.; MÖBMER, R. (2002): Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität? LWF-Bericht Nr. 37, 62 S.
- NÖRR, R. (2003): Wurzeldeformationen – ein Risiko für die Bestandesstabilität. Entstehung, Entwicklung und Auswirkungen von Wurzeldeformationen. Forstlicher Forschungsbericht Nr. 195, 199 S.
- LWF-FILM (1998): „Wurzelschonende Pflanzung von Laubbäumen“, 15 min.

#### Impressum:

**Herausgeber und Bezugsadresse:** Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF),  
Carl-von-Carlowitz-Platz 1, 85354 Freising  
Tel.: +49-(0)8161-71- 48 81, Fax: +49-(0)8161-71-49 71  
Email: redaktion@lwf.bayern.de • Internet: www.lwf.bayern.de

**Verantwortlich:** Olaf Schmidt, Präsident der LWF; Dr. Reinhard Mößmer, LWF

**Redaktion:** Hildegard Klessig, LWF

**fachlich verantwortlich:** Dr. Reinhard Mößmer, LWF

**Bearbeiter:** Robert Nörr

**Bildnachweis:** Georg Jackl, Sepp Wolf, Wolfgang Thum (WAS Laubau), Robert Nörr (LWF)

**Layout:** Lerchl-Druck e. K., Freising

**Auflage:** 10.000 Stück

**Vervielfältigung und Weitergabe, auch in elektronischer Form, ist ausdrücklich erwünscht, allerdings nur nach Rücksprache mit dem Herausgeber.**