

# 5 Das Wurzelwerk der Hainbuche

von H.-J. Gulder

FOR Hans-Jürgen Gulder ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Sachgebiet *Standort und Landespflege* an der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft

Es ist immer wieder überraschend, wie gering der Kenntnisstand über das Wurzelwerk der Waldbäume auf den verschiedensten Standorten ist. Der Grund dafür liegt in den außerordentlich zeit- und kostenintensiven Aufnahmemethoden, die selbst bei hohem Aufwand nur wenige Ergebnisse liefern. Naturgemäß sind unsere Hauptbaumarten am besten erforscht. Gering verbreitete Baumarten, wie zum Beispiel die Hainbuche, sind hingegen nur selten Gegenstand des Interesses. Nachforschungen in der einschlägigen Literatur fördern daher leider nur wenig Verwertbares zutage. Dieser Beitrag gibt einen Überblick der spärlichen Kenntnisse über das Wurzelwerk der Hainbuche im süddeutschen Raum. Der erste Teil enthält eine umfassende Literaturlauswertung, die sich in erster Linie des Standardwerks "*Die Wurzeln der Waldbäume*" [KÖSTLER et al. 1968] bedient. Im zweiten Abschnitt erfolgt die Auswertung von 40 Hainbuchen, die im Rahmen der Wurzelinventur der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft nach den Spätwinterstürmen 1990 untersucht wurden.

## 5.1 Literaturlauswertung

Mit ihrem Buch "*Die Wurzeln der Waldbäume*" bereicherten die Autoren KÖSTLER, BRÜCKNER und BIBELRIETHER die spärlichen Literaturhinweise zum Wurzelwerk der Hainbuche um eigene Untersuchungen an 46 Hainbuchen verschiedenen Alters auf sandigem Lehm (Braunerde), dichtem Lehm (Pseudogley) und Ton (Pelosol):

### 5.1.1 Wurzelwerk

Bei ungehemmter Entwicklung bildet die Hainbuche ein einheitliches Herzwurzelwerk mit strahlenartigem Aufbau aus (Abb. 13). Bereits in 20 - 30 cm Bodentiefe ist keine Trennung in Horizontal- und Vertikalwurzelwerk möglich. Das Horizontalwurzelwerk besteht überwiegend aus Wurzeln unter 1 - 2 cm Durchmesser. Auch die Vertikalwurzeln sind selten über 3 - 5 cm stark und zeigen eine rasche Durchmesserabnahme bis zu Stärken von etwa 1 cm. Die Feinwurzelverteilung ist gleichmäßig und nicht im Bereich

bestimmter Hauptwurzeln konzentriert. Bei den Horizontalwurzeln wurde eine maximale Länge von 4,5 m gemessen. Auf durchlässigen Böden können maximale Wurzeltiefen von über 2 m erreicht werden.



Abb. 13: Herzwurzelsystem der Hainbuche [KÖSTLER et al. 1968]

### 5.1.2 Altersentwicklung der Hainbuche

In der ersten Entwicklungsphase zeigt die Hainbuche eine deutliche Pfahlwurzel. Diese verfügt allerdings über eine starke Aufzweigungstendenz, so daß sie schon mit 10 bis 15 Jahren im Wurzelbild zurücktritt. Bereits mit 25 bis 30 Jahren ist das spätere charakteristische Herzwurzelsystem ausgebildet. Im engeren Stockbereich werden Tiefen von 1,2 - 1,3 m erreicht. Mit zunehmenden Alter nimmt die Tiefenerschließung nur mehr langsam bis etwa 1,5 m zu. Die Intensität der Durchwurzelung verstärkt sich, das regelmäßige Herzwurzelsystem bleibt erhalten.

### 5.1.3 Bodenart und Wasserhaushalt

Mit zunehmender **Dichtlagerung des Bodens** wird das typische strahlenförmige Wurzelbild abgewandelt. Die schräg verlaufenden Wurzeln treten zurück. Die Vertikalbewurzelung wird schwächer und flacher angelegt. Die Hauptwurzelmasse verlagert sich von den Vertikalwurzeln auf das Horizontalwurzelsystem.

Dichte **Pseudogleye** werden nur schwach erschlossen. Nur wenige schwächere Herzwurzeln und Senker mit geringer Aufzweigungstendenz dringen tief in den Unterboden ein. Die Durchwurzelung im Unterboden ist gering und beschränkt sich auf den zentralen Stockbereich [KREUTZER

1961]. Es ist eine deutliche Trennung zwischen dem intensiven, oberflächennahen Wurzelwerk und dem extensiven tieferen Wurzelwerk erkennbar. Trotzdem dringen einzelne Wurzeln z.B. auf wechselfeuchten Staublehmen der Deckenschotterlandschaft bis fast 2 m Tiefe vor (Abb. 14).

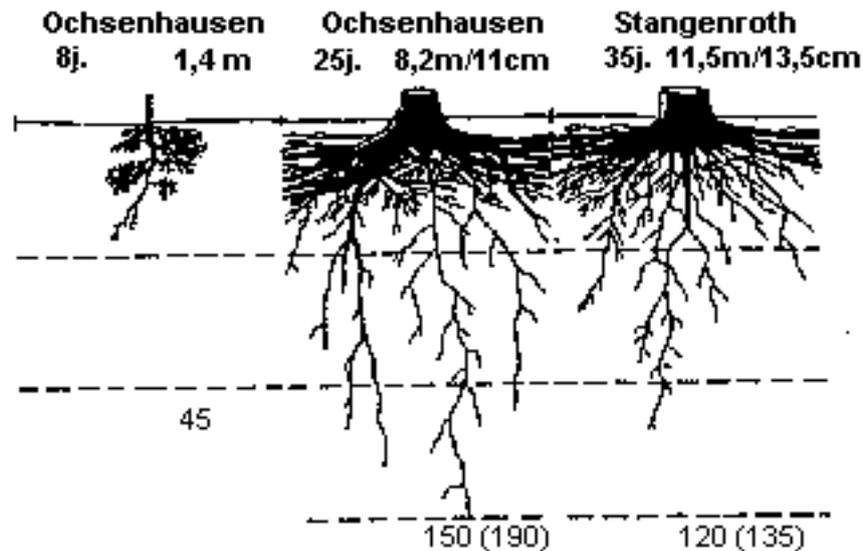


Abb. 14: Wurzeltiefen der Hainbuche auf wechselfeuchten Staublehmen (*Oberschwäbische Deckenschotterlandschaft*) und mäßig wechsellösenden Tonschiefern (*Vorrhön*) [KREUTZER 1961]

Auf **schweren Lehm- oder Tonböden** ist die Tiefenerschließung erstaunlich gut, wenn die Pseudovergleyung und der Skelettgehalt gering sind. Verhältnismäßig flach, aber mit feinem Wurzelwerk äußerst intensiv wurzelnd, macht sie auch die strengsten Böden mürbe, wozu ihr bekannt rasch zersetzliches Laub mittelbar durch die Förderung der Bodenfauna beiträgt [KRISO 1958]. Auf Keupertonen und Lehmen des Jura werden mittlere Wurzeltiefen von 1,1 bis 1,2 Meter erreicht. In den schweren, versauerten Ton der Grundmoräne dringen die Wurzeln bis 1,4 Metern Tiefe vor. Allerdings wird nur der Oberboden intensiv durchwurzelt. Insgesamt wurzelt die Hainbuche nicht so tief wie die Eiche, dafür um so intensiver.

**Hoher Skelettgehalt** ist ein begrenzender Faktor für das Wurzelwachstum. An der Grenze zu den skelettreichen Bodenschichten zeigen die Vertikalwurzeln eine starke Aufzweigungstendenz. Der Oberboden wird nach wie vor außerordentlich intensiv erschlossen. Häufig folgen die Wurzeln alten Wurzelröhren.

Auf **Grundwasserböden** stellt sich die Baumart auf den mittleren Grundwasserstand ein und endet dort mit ihrem Wurzelwerk. Zeitweise kann

der Grundwassereinfluß bis in den Oberboden reichen. Im Auwald ist die Überflutungsresistenz relativ gering, weshalb die Hainbuche nur in der höheren Hartholzaue anzutreffen ist [GULDER 1996].

## 5.2 Ergebnisse der Wurzelinventur

Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Wurzelinventur nach den Orkanstürmen im Spätwinter 1990 vorgestellt. Dabei wurden insgesamt 40 Hainbuchenwurzeln näher untersucht. Die Auswertung wird um 7 weitere Hainbuchen ergänzt, zu denen Angaben in verschiedenen Fachbeiträgen gefunden wurden.

Die untersuchten Bäume stammen aus dem *Steigerwald*, dem *Schwäbischen Schotterriedel- und Hügelland* sowie der *Schwäbischen Riesalb*. Das Alter liegt zwischen 50 und 120, im Schnitt bei 50 bis 60 Jahren. Für den Brusthöhendurchmesser wurde eine Spannbreite von 11 bis 59, im Schnitt 25 cm gemessen. Die Reichweite der abgerissenen Horizontalwurzeln beträgt im Durchschnitt 220 cm. Die größte Reichweite wurde mit 415 cm auf ziemlich frischem, sandig kiesigem Lehm im *Forstamt Zusmarshausen* beobachtet. Die Fläche des Horizontalwurzelsystems beträgt dabei fast 17 m<sup>2</sup>.

Der Gesundheitszustand der Hainbuchenwurzeln war gut, der Anteil toter bzw. fauler Wurzeln sehr gering.

Tab. 4: Ergebnisse der Wurzelinventur

Standortseinheit	Wurzeltyp	Hauptwurzelschicht (cm)	Tiefste Wurzel (cm)
Mäßig grundfrische lehmige Sande	Senker, Herz	55 (40-80)	70 (60-80)
Grundfrische Sande über Ton	Senker	45 (40-50)	75 (60-80)
Mäßig hangfrische Schichtsande und -lehme	Herz	80	110
Wechselfeuchte Mulden und Rinnen	meist Senker (Herz)	45 (30-70)	60 (40-90)
Mäßig wechsellückige			

Schichtlehme	Herz/Senker	40	85
Frische Schichtlehme über Gipskeuperton	Herz	60	> 100
Mäßig wechselfeuchte Decklehme und -sande	Herz	40	> 70
Ziemlich frischer sandig kiesiger Lehm	Herz	70	bis 140
Wechselfeuchter Ton	Herz/Senker	40	130
Feuchter lehmiger Sand	Senker	65	85

### 5.2.1 Wurzeltyp

Die Hainbuche entwickelt auf **stau- und grundwasserfreien Standorten** ein ausgeprägtes Herzwurzelsystem von großer Dichte und gleichmäßiger Verteilung der Derb- bis Feinstwurzeln (Tab. 4). Eine Trennung in Horizontal- und Vertikalwurzelsystem ist bei diesen Standorten nicht oder kaum zu erkennen.

In **Böden mit Stau- bzw. Grundwassereinfluß** wird eine zunehmende Trennung von Horizontal- und Vertikalwurzelsystem deutlich (Abb. 15). Der noch gut durchlüftete Oberboden zeigt ein Herzwurzelsystem mit dichter und gleichmäßiger Durchwurzelung. Von dort stoßen Senkerwurzeln in den tieferen, stau- oder grundwasserbeeinflußten Unterboden vor. Die Wurzeldichte nimmt rasch ab. Die Senker neigen nur zu geringer Aufzweigung. Im Oberboden streichen die Hauptseitenwurzeln sehr weit.

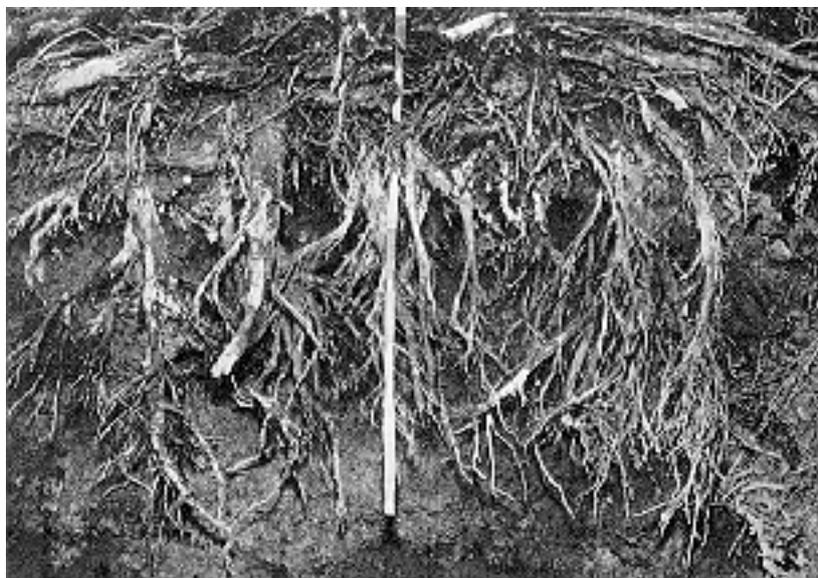


Abb. 15: Wurzel der Hainbuche in wechselfeuchten Einmuldungen und Senken [OFOD WÜRZBURG 1963]

### 5.2.2 Hauptwurzelhorizont

Der Hauptwurzelhorizont (*Bodenraum, in dem circa 70% der Wurzelmasse angelegt sind*) der Hainbuche entwickelt sich meist bis zu einer Tiefe von 45 bis 60 cm (Tab. 4). Etwas größere Tiefen bis 70 cm werden auf frischen Schichtböden über Gipskeuperton, ziemlich frischen sandig kiesigen Lehmen und feuchten lehmigen Sanden erreicht. Am besten schneiden die mäßig hangfrischen Schichtsand mit 80 cm ab. Die Stratifizierung der Entwicklungstiefe des Hauptwurzelhorizonts nach dem Wasserhaushalt ergibt für die Stauwasserböden eine im Durchschnitt um 10 bis 20 cm verringerte Wurzeltiefe. Die Bodenart scheint keinen Einfluß auf die Lage des Hauptwurzelhorizontes auszuüben.

### 5.2.3 Tiefste Wurzel

Bei der Bewertung der Reichweite der tiefsten Wurzeln ist zu berücksichtigen, daß diese als Folge des Sturmwurfs häufig abgerissen waren. Aufgrund der Wurzelstärke an der Abrißstelle und Erfahrungen aus der Ansprache von Wurzeln in Bodenprofilen läßt sich ableiten, daß das abgerissene, im Boden verbliebene Wurzelstück in der Regel nicht länger als 10 - 20 cm war. Dies muß bei der Ansprache und Bewertung der Tiefenreichweite berücksichtigt werden, deren Angabe hier ohne das Restwurzelstück erfolgt.

In den meisten Fällen stoßen die tiefsten Wurzeln der Hainbuchen bis mindestens 70 - 75 cm in den Unterboden vor (Tab. 4). Oft werden deutlich mehr als 100 cm erreicht. Dies gilt insbesondere für Schichtböden in hängiger Lage und sandig kiesige Lehme. Aber auch auf wechselfeuchten Tonen wurden 130 cm Wurzeltiefe gemessen. In hydromorphen Böden wird die Tiefenentwicklung ganz eindeutig von der Höhe des Stauwassereinflusses bzw. der mittleren Höhe des Grundwasserspiegels beeinflusst. Es gibt jedoch auch zahlreiche Ausnahmen. So vermag die Hainbuche wechselfeuchte, saure Tone der Grundmoräne bis zu 130 cm zu erschließen. Die Senkerwurzeln folgen dabei meist den größeren Schwundrissen oder alten Wurzelkanälen.

#### 5.2.4 Wurzelenergie in Abhängigkeit vom Alter

Aufgrund des geringen Datenmaterials und der standörtlichen Vielfalt der Untersuchungsbestände lassen sich keine gesicherten Aussagen über die Wurzelenergie in Abhängigkeit vom Baumalter treffen. Für jüngere Bäume unter 60 Jahren deuten sich v.a. bei der tiefsten Wurzel (durchschnittlich 70 cm) spürbare Unterschiede zu älteren Exemplaren an (>100 cm). Auch die seitliche Ausdehnung des Horizontalwurzelsystems scheint mit dem Alter zuzunehmen.

### 5.3 Zusammenfassung

Charakteristisch für die Herzwurzel der Hainbuche auf durchlässigen Böden sind die strahlenförmige Anordnung der Wurzeln, das Fehlen von Starkwurzeln und die intensive Verzweigung des ausgesprochen dichten Feinwurzelsystems. Die Horizontalwurzeln können sehr lang sein (bis 4,5 m), die tiefsten Wurzeln dringen über 2 m in den Untergrund vor.

Auch verdichtete Lehm- und Tonböden (z.B. *Lettenkohlenkeuper*, *Gipskeuper*) werden intensiv und tiefreichend erschlossen, wenn der Staunässe- bzw. Grundwassereinfluss und der Skelettgehalt gering sind. Mit zunehmender Ausprägung dieser Faktoren beschränkt sich die Durchwurzelung mit Ausnahme einiger schwacher Senkerwurzeln im engeren Stockbereich meist auf den Oberboden. Der Frage, warum es von diesen "Regeln" immer wieder Ausnahmen gibt, wurde bisher leider kaum nachgegangen. So überrascht die Baumart z.B. auf versauerten, wechselfeuchten Böden der Grund- und Altmoräne mit gutem Erschließungsvermögen tieferer Bodenbereiche.

Ihre Eigenschaft, sowohl leichte Staunässe wie auch längere Trockenphasen problemlos zu überstehen, macht die Hainbuche auf mäßig wechselfeuchten und wechselfeuchten Standorten der planaren und kollinen Stufe (z.B. *Fränkische Platte*, *Keuper*) zu einer idealen Mischbaumart in Laubbaum- und Kiefern-Mischbeständen.

Auf wechselfeuchten Böden der kollinen und unteren submontanen Höhenstufe kann sie in Tannen-Fichtenbeständen die wesentlich flacher wurzelnde Buche ersetzen (z.B. *Frankenalb*, *Tertiäres Hügelland*, *Mittelschwäbisches Schotterriedel- und Hügelland*). Ein weiterer Vorteil

ist ihre leicht zersetzliche Streu, die das Bodenleben begünstigt und damit den physikalischen und chemischen Bodenzustand verbessert oder zumindest stabilisiert.

Insgesamt erreicht die Hainbuche in ihrer mechanischen Wurzelenergie sicher nicht die Eiche, die Schwarzerle, die Aspe, die Tanne oder die Kiefer. Ihre Wurzelenergie erreicht vielmehr das Niveau der Linden, der Ahorne oder der Birken und übertrifft damit jedoch noch die Energie der Buche, der Kirsche oder der Fichte.

Leider lassen die Auswertungen keine Rückschlüsse auf die Säuretoleranz der Hainbuche zu. Nach allgemeiner Erfahrung ist diese etwas geringer als jene von Buche und Eiche [MAYER 1977].