

**BERICHTE
FREIBURGER FORSTLICHE FORSCHUNG
HEFT 23**

**Physikalische und chemische
Bodeneigenschaften als prädisponierende
Faktoren neuartiger Eichenschäden**

von

**Thorsten Gaertig
Helmer Schack-Kirchner
Jörg Volkmann
Klaus v. Wilpert**

**FORSTLICHE VERSUCHS- UND FORSCHUNGSANSTALT
BADEN-WÜRTTEMBERG
ABTEILUNG BODENKUNDE UND WALDERNÄHRUNG
UND
INSTITUT FÜR BODENKUNDE
DER ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG**

FREIBURG, OKTOBER 2000

ISSN 1436-1566

Die Herausgeber:
**Forstwissenschaftliche Fakultät der
Universität Freiburg und
Forstliche Versuchs- und
Forschungsanstalt Baden-Württemberg**

Autoren:
**Thorsten Gaertig
Helmer Schack-Kirchner
Institut für Bodenkunde der Univ. Freiburg
Jörg Volkmann
Klaus v. Wilpert
FVA, Abt. Bodenkunde und Waldernährung**

Umschlaggestaltung:
Bernhard Kunkler Design, Freiburg

Bestellung an:
**Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt
Baden-Württemberg
Wonnhaldestraße 4
79100 Freiburg
Tel. 0761/4018-0 Fax 0761/4018-333
e-mail: FVA-BW@Forst.bwl.de**

Alle Rechte, insbesondere das Recht
der Vervielfältigung und Verbreitung
sowie der Übersetzung vorbehalten.

Gedruckt auf 100 % chlorfrei gebleichtem Papier

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Bodenchemischer Zustand, Bodenstruktur und Feinwurzelverteilung an 16 Eichenstandorten Baden-Württembergs	2
2.1	Einleitung und Problemstellung	2
2.2	Material	3
2.3	Methoden	5
2.3.1	Bodenprofile und bodenchemische Charakterisierung	5
2.3.2	Bodenphysikalische Charakterisierung	5
2.3.3	Feinwurzelaufnahmen	5
2.4	Bodenchemischer Zustand	6
2.4.1	Zustand der Auflage	6
2.4.1.1	pH-Werte	6
2.4.1.2	Makroelemente	6
2.4.1.3	Schwermetalle	7
2.4.1.4	Elementvorräte in der Auflage	8
2.4.2	Mineralboden	8
2.4.2.1	Bodenreaktion	8
2.4.2.2	Basensättigung	9
2.4.2.3	Sättigung mit Kationensäuren	10
2.4.2.4	Austauschkapazität (Ake)	11
2.4.2.5	Elementvorräte im Mineralboden	11
2.4.3	Zusammenfassende Interpretation und Schlussfolgerungen	13
2.5	Bodenstruktur und Feinwurzelverteilung	13
2.5.1	Lagerungsdichte	13
2.5.2	Gasdiffusionskoeffizient	14
2.5.3	Feinwurzelverteilung	15
2.5.4	Zusammenfassende Interpretation	17
3	Der Einfluss der Bodenbelüftung auf die Durchwurzelung von Eichenstandorten	18
3.1	Einleitung und Problemstellung	18
3.2	Material und Methoden	18
3.2.1	Messung von Gasdiffusionskoeffizient, Respiration und CO ₂ -Gehalt im Gelände	19
3.2.2	Messung von Wurzelverteilung, Wurzelgewicht und Wurzellänge	20
3.3	Ergebnisse und Diskussion	20
3.3.1	Gasdiffusionskoeffizient und Bodenbelüftung	20
3.3.2	Respiration und biologische Aktivität	21
3.3.3	CO ₂ -Konzentration im Oberboden	22
3.3.4	Durchwurzelung	23
3.3.4.1	Feinwurzelverteilung	25
3.3.4.2	Feinwurzellänge und Biomasse	26

3.4	Zusammenfassende Interpretation und Schlussfolgerungen	27
4	Der Boden als disponierender Faktor bei der Labilisierung von Eichen ...	28
5	Zusammenfassung	30
6	Literatur	32
7	Anhang	35
	Profilbeschreibungen, Profilskizzen, chemische und bodenphysikalische Daten aller Untersuchungsflächen	
	Bad Mergentheim	36
	Bebenhausen	40
	Breisach	44
	Bruchsal-West	47
	Emmendingen	51
	Güglingen	54
	Langenau	62
	Lauda-Königshofen	70
	Müllheim	74
	Oberkirch	81
	Schöntal	85
	Tauberbischofsheim	89

Zusammenfassung

Seit Anfang der neunziger Jahre hat sich der Kronenzustand der Eichen fast überall in Mitteleuropa deutlich verschlechtert. Um die Schäden zu dokumentieren und mögliche Ursachen zu erkennen, wurde im Rahmen des Umweltforschungsprojektes „Differentialdiagnostische Untersuchungen zum Eichensterben in Baden-Württemberg“ auch der Frage nachgegangen, inwieweit bodenchemische und bodenphysikalische Faktoren als disponierende Faktoren bei der Labilisierung der Eichen beteiligt sein können. Auf 16 Eichenuntersuchungsflächen, die die Schwerpunkte der Eichenverbreitung und die Standortvariabilität in Baden-Württemberg weitgehend repräsentieren, wurden daher Bodenprofile angelegt, anhand derer der bodenchemische Zustand, die Bodenstruktur und die Durchwurzelung des Bodens untersucht wurden.

Daneben wurde in drei Forstbezirken auf jeweils zwei unterschiedlich gut belüfteten Feinlehmstandorten der Einfluss der Bodenbelüftung auf die Durchwurzelung untersucht.

Charakteristisch für den bodenchemischen Zustand der Mineralböden auf den Untersuchungsflächen sind niedrige pH-Werte und niedrige Basensättigungen. Bis auf einen Standort befinden sich alle untersuchten Standorte in der Tiefenstufe 10 – 30 cm im Aluminium - Eisen Pufferbereich. Damit ist im Hauptwurzelraum (50 – 85 % der gesamten Feinwurzelmasse befinden sich in den obersten 30 cm) die Puffer- und Speicherkapazität des Bodens für Makroelemente weitgehend erschöpft. Die dort wachsenden Eichen sind zur Deckung ihres Nährelementbedarfs zunehmend auf den „kleinen Nährstoffkreislauf“ angewiesen.

Während für den bodenchemischen Zustand eine von den einzelnen untersuchten Flächen unabhängige Nivellierungstendenz festzustellen ist, ist die Bodenstruktur entsprechend der Bodenart des Ausgangssubstrats differenziert. So ist die Bodenstruktur der sandig-kiesigen Substrate deutlich günstiger zu beurteilen als die der lehmigen oder tonigen Substrate. Andererseits ist das durch die Aktivität von Bodenorganismen geschaffene und ständig gegenüber dem Verfall durch Sackungsvorgänge aufrechterhaltene Sekundärporensystem der wesentliche Faktor der Bodenbelüftung und damit der Eignung von Mineralböden als Wurzelraum. Dies trifft insbesondere für strukturarme Schlufflehmsubstrate zu.

Die Erschließung des Standorts mit Feinwurzeln, insbesondere die Tiefenerschließung, scheint wesentlich von den Belüftungsverhältnissen des Bodens mitbestimmt zu werden. Auf den intensiv untersuchten Flächen in Langenau, Tauberbischofsheim und Müllheim zeigte sich, dass die Respirationsrate des Bodens mit zunehmender diffusiver Gasdurchlässigkeit (Belüftungspotential) zunimmt. Alle quantitativen Wurzelparameter zeigen auf den besser belüfteten Vergleichsflächen eine signifikant intensivere Durchwurzelung an. Neben einer geringeren Durchwurzelung fanden sich in den schlecht strukturierten Bereichen auch deutlich erhöhte CO₂-Konzentrationen im Oberboden.

Standortsübergreifend zeigte sich der Trend, dass die Eichen auf den schlechter belüfteten, tonigen Böden ihre Feinwurzelmasse auf den Oberboden konzentrieren, während die Eichen der sehr gut belüfteten, kiesig-sandigen Substrate noch vergleichsweise hohe Feinwurzelanteile im Unterboden ausbilden konnten.

Störungen in der Bodenbelüftung sind insbesondere auf strukturschwachen und gegenüber Strukturstörungen sensiblen Feinlehmstandorten zu erwarten. Hier können sie verringertes Wachstum und Funktionsverluste des Feinwurzelsystems auslösen. Bei ansonsten vergleichbaren Standortverhältnissen scheint die Bodenbelüftung auch bei der Eiche einen entscheidenden Einfluss auf die Durchwurzelung des Bodens zu haben. In der Forstpraxis wird die Eiche als besonders wurzelaktive und gegenüber Belüftungsengpässen unempfindliche Baumart eingeschätzt. Sollten sich die bisherigen Beobachtungen bei weiteren Untersuchungen bestätigen, müssten die bisherigen Anbauempfehlungen überdacht werden. Strukturverluste und Störungen der Bodenbelüftung, wie sie aufgrund versauerungsbedingter Hemmung der bodenbiologischen Aktivität, aber vor allem auch durch flächige Befahrungen entstehen können, scheinen auch in Eichenbeständen zu schweren ökosystemaren Störungen zu führen.