

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der  
DBG, Kommissionen IV, II & AG  
Waldböden  
Titel der Tagung: Böden –  
Lebensgrundlage und Verantwortung  
Veranstalter: DBG, 7.-12.9.2013, Rostock  
Berichte der DBG (nicht begutachtete  
online Publikation)  
<http://www.dbges.de>

## Feinwurzelverteilungen in Waldböden Baden-Württembergs

*Peter Hartmann, Klaus von Wilpert*

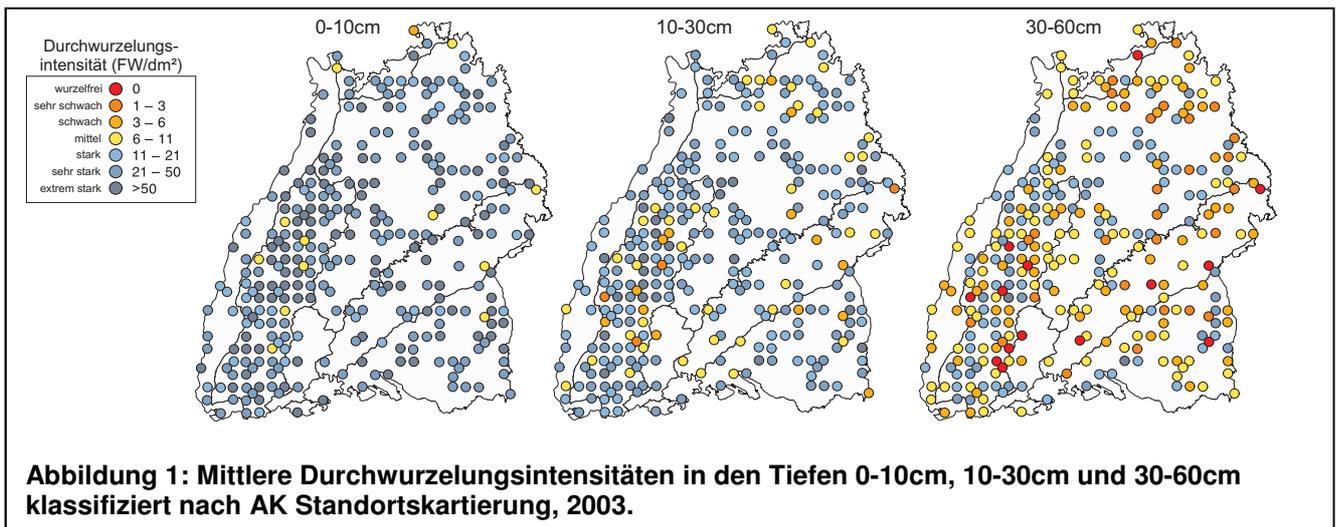
**Einleitung:** Spiegeln Feinwurzelverteilungen in Waldböden den Einfluss der Rhizosphäre auf bauminerte Durchwurzelungsstrategien wieder? Im Rahmen der zweiten Bodenzustandserhebung BZE2 wurden in Baden-Württemberg neben bodenphysikalischen und –chemischen Parametern Feinwurzelzählungen an den Profilwänden der untersuchten Böden durchgeführt. Ziel ist die Identifikation von (1) Parametern, die die Feinwurzelverteilungen modellhaft beschreiben und (2) spezifischer Standortseigenschaften, die die Feinwurzelverteilungsmuster beeinflussen.

**Keywords:** Feinwurzelverteilung, Waldböden, Multivariate Analysen

**Material und Methoden:** Feinwurzeln <2mm (Feinwurzeldurchtritte) wurden an jeder Profilwand der 304 BZE-Profile in Baden-Württemberg mit Hilfe eines 5x5cm-Rasters auf einer Breite von 20cm bis in eine Tiefe von 100cm im Mineralboden gezählt (Methodik basiert auf Böhm (1979)). Aus den Feinwurzelzählungen wurden mittlere Feinwurzeldichten für jeden 5\*20cm-Tiefenabschnitt berechnet. Diese wurden durch eine empirische Verteilungsfunktion tiefenabhängig kumuliert. Daraus wurden diejenigen Tiefen abgeleitet, bis zu welchen sich ein gewisser Prozentsatz (5, 10, 25, 50, 75, 90, 95%) an Feinwurzeln aufaddiert (Perzentiltiefen). Diese Perzentiltiefen wurden mittels einer Hauptkomponentenanalyse auf die Hauptkomponenten reduziert, die die wesentlichen Formcharakteristika der Feinwurzelverteilungen beschreiben. Zum Vergleich wurden die Verteilungen an das Exponentialmodell nach Gale & Grigal (1987) angepasst.

Zur Analyse des Einflusses von Bestand und Standort wurden Mittelwertvergleiche bezüglich der Faktoren Bestand, Bodenklasse und der Kombination Bestand-Boden durchgeführt. Multivariate Analysen mittels Kanonischer Korrelationsanalyse sollen die Zusammenhänge der Zielvariablen (Hauptkomponenten) und der erklärenden Standorteigenschaften verdeutlichen.

**Ergebnisse:** Die Durchwurzelungsintensitäten sind im Oberboden (0-10cm) als meist sehr stark bis extrem stark anzusprechen und auch in der Tiefe 10-30cm finden sich überwiegend starke Feinwur-

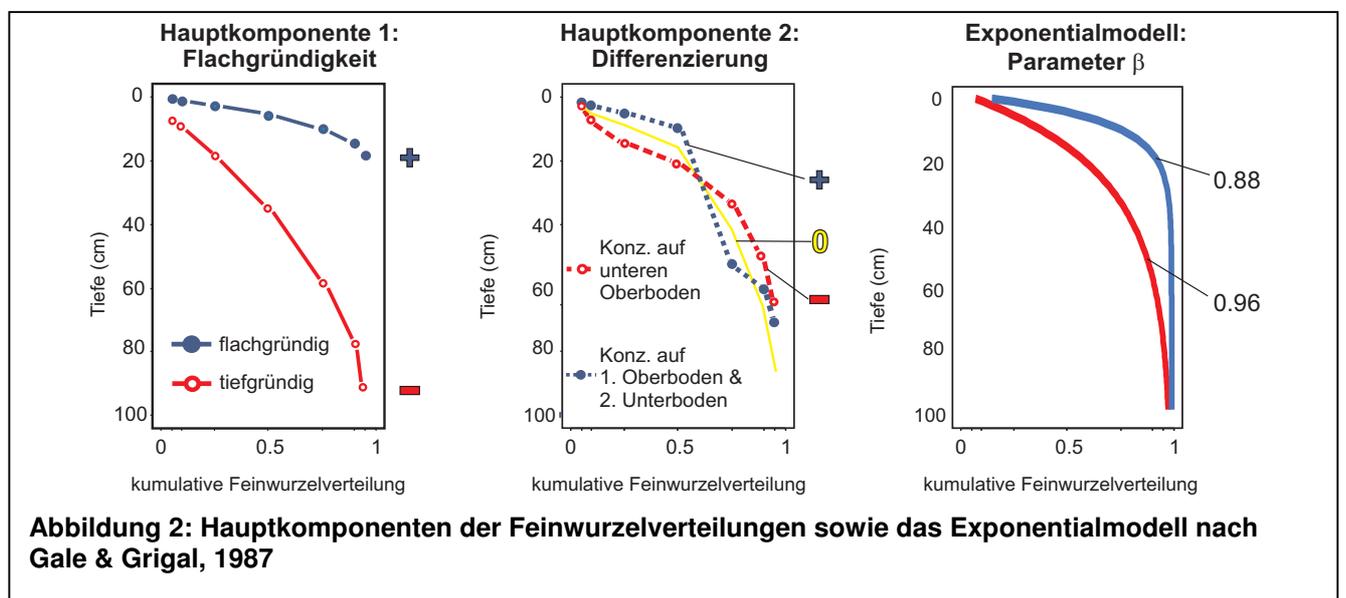


zelintensitäten (Abbildung 1), die im Mittleren Schwarzwald des Öfteren auch noch extrem stark ausfallen. Es zeigen sich jedoch bereits einige Standorte mit schwachen Durchwurzelungsintensitäten in dieser Tiefenstufe regionenunabhängig. Dies ändert sich in der Tiefenstufe 30-60cm, in welcher insbesondere Standorte der Schwäbischen Alb und des Schwarzwaldes bereits als wurzelfrei zu charakterisieren sind. Ansonsten überwiegen schwache und mittlere, teils noch starke Durchwurzelungsintensitäten.

Die statistischen Analysen deuten auf zwei Hauptkomponenten hin, die hinsichtlich verschiedener Feinwurzel-

verteilungsmuster interpretiert werden können (Abbildung 2).

1. Hauptkomponente: "Flachgründigkeit", dieser Parameter erklärt 74% der Varianz und beschreibt die Tiefenabhängigkeit.
2. Hauptkomponente: "Differenzierung", erklärt 18% der Varianz und beschreibt die Abweichung von stetig mit der Tiefe abnehmenden Feinwurzelichten. Dabei bilden negative Werte eine erhöhte Konzentration der Feinwurzeln im unteren Oberbodenbereich ab. Positive Werte hingegen beschreiben eine bimodale Verteilung mit einem Maximum im Oberboden sowie einem weiteren Maximum im tieferen Boden. Werte um Null stehen für gleichmäßige Verteilungsmuster mit steti-



ger Abnahme der Feinwurzelichten mit der Tiefe.

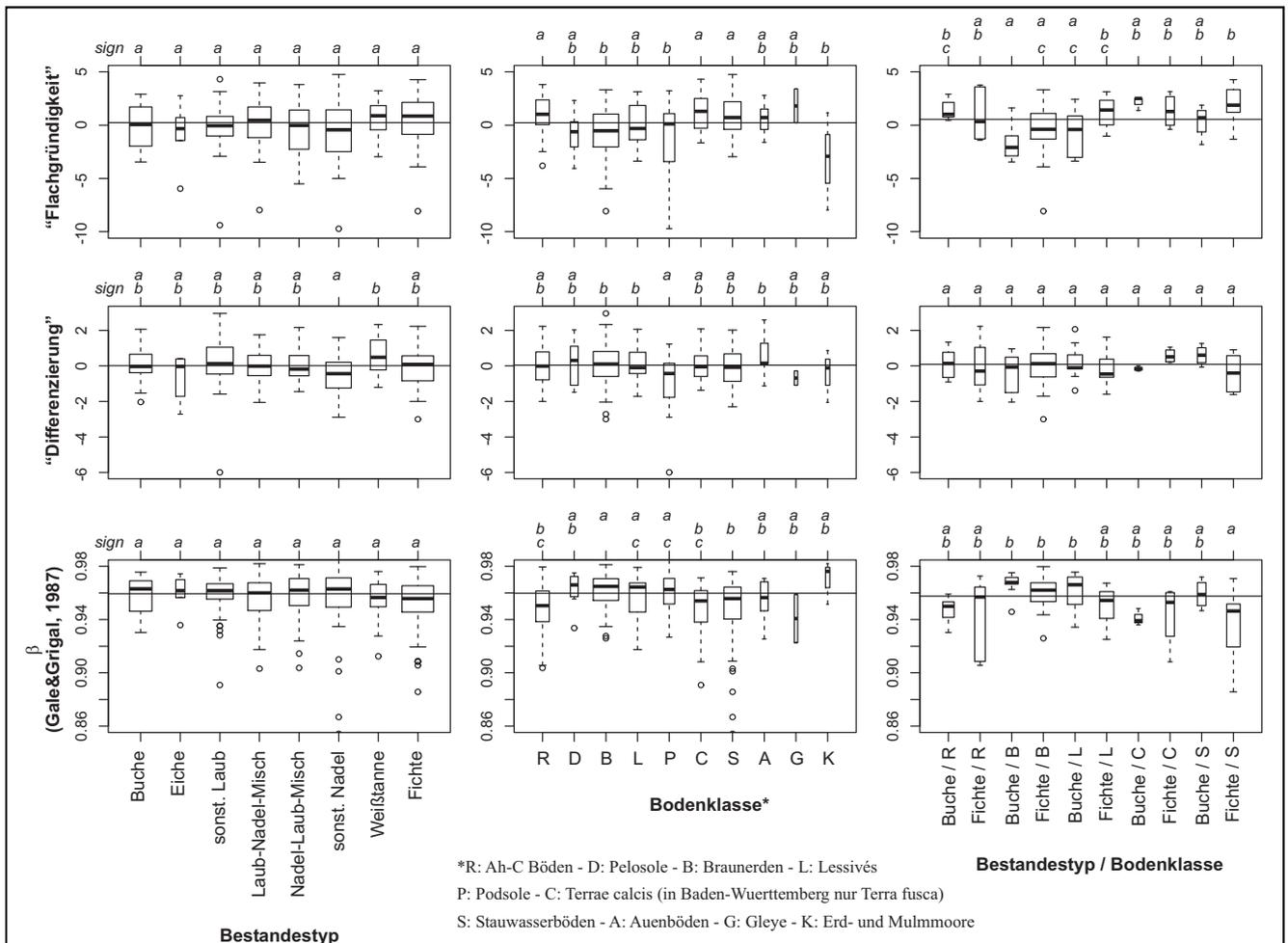
Im Folgenden wird dargestellt, ob unterschiedliche Verteilungsmuster auf den Bestand und/oder den Einfluss des Standortes zurückzuführen sind. Keiner der Wurzelparameter weist jedoch deutliche Unterschiede zwischen den Bestandestypen auf, vielmehr sind alle Bestände durch eine weite Streuung gekennzeichnet (Abb. 3 links). Lediglich die Tendenz, dass Buchen im Vergleich zu Fichten tiefgründiger wurzeln, ist erkennbar.

Signifikante Unterschiede ergeben sich erst auf der Ebene der Bodenklassen (Abb. 3 Mitte). Dabei fallen die Wurzelverteilungen auf Böden mit hochanstehendem Ausgangsgestein

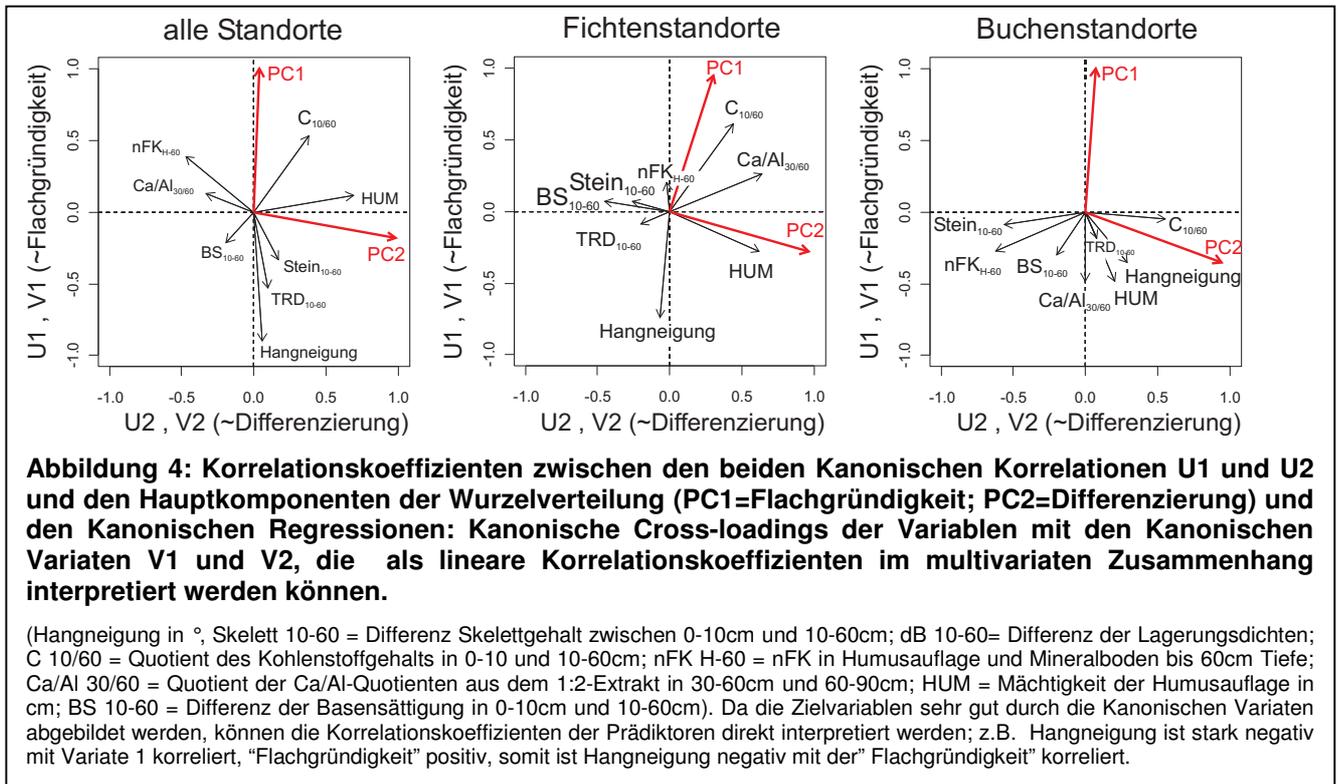
(Bodentypen R,C) sowie mit Staunässemerkmalen (S) am flachsten aus, tiefgründig verwitterte Böden (z.B. B, L, P) sind auch durch tiefreichendere Wurzelverteilungsmuster gekennzeichnet.

Bei der Kombination von Bestandestypen (Fichte und Buche) und Bodenklassen treten Unterschiede deutlicher hervor, für den Bestandeseinfluss jedoch wiederum nur tendenziell (Abb. 3 rechts). Hier verdeutlicht sich der Einfluss des Standortes auf die Durchwurzelungsintensität.

Die Hauptkomponente 2, welche die „Differenzierung“ im Profil abbildet, weist beim Mittelwertvergleich kaum Unterschiede auf.



**Abbildung 3: Boxplots und Mittelwertvergleich (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test) der Feinwurzelparameter.**



Die kanonischen Korrelationsanalysen veranschaulichen die multivariaten Zusammenhänge, die zur Ausprägung gewisser Feinwurzelverteilungen führen (Abbildung 4). Durch die multivariaten Auswertungen konnten Standort-Feinwurzel-Interaktionen identifiziert werden, welche unabhängig vom Bestandestyp auf eine Dominanz bodenphysikalischer und hydrologischer Rahmenbedingungen bei der Ausprägung der Feinwurzelverteilung hindeuten. Die unterschiedlichen Standorteigenschaften überwogen dabei bestandestypenabhängige Durchwurzelungsstrategien.

Die beobachteten Feinwurzelverteilungen können somit als Abbild der Strategie der Bäume verstanden werden, die Wasseraufnahme aus dem Boden zu maximieren und somit die Wurzelverteilung den bodenhydrologischen Rahmenbedingungen entsprechend anzupassen. Bodenchemische Kennwerte lieferten Hinweise

auf die Ursachen ungleichmäßiger, stärker differenzierter Feinwurzelmuster insbesondere bei Standorten mit gleichen Beständen.

Die vorgestellten Monitoringdaten erlauben die Identifikation multivariater Zusammenhänge und sind bei hinreichendem Prozesshintergrund geeignet, ökologische Muster erkennen zu lassen. Für prozessorientierte Auswertungen und Prognosemodelle sind jedoch kleinskalige und detailliertere Untersuchungen notwendig.

Böhm, W. (1979): Methods of studying root systems. Springer-Verlag, Berlin, 188 S.

Gale, M. R. & Grigal, D. F. (1987): Vertical root distributions of Northern tree species in relation to successional status. Canadian Journal of Forest Research, 17/8, 829-834.

AK-Standortskartierung (2003): Forstliche Standortsaufnahme: Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. IHW-Verlag, Eching bei München, 352 S.