

Tagungsbeitrag zu: Jahrestagung der DBG
- Kommission IV

Titel der Tagung: Boden verstehen – Boden nutzen - Boden fit machen

Veranstalter: DBG, 03.-09.09.2011, Berlin

Berichte der DBG (nicht begutachtete online Publikation)

<http://www.dbges.de>

Quantifizierung von Wurzelparametern in Abhängigkeit von Bodeneigenschaften in einem Silomaisbestand

Krüger, J.¹, Kuka, K.¹, Franko, U.¹, Vetterlein, D.¹, Koebernick, N.¹, Werban, U.², Pohle, M.²

Schlüsselwörter

Silomais, Wurzelmasse, Wurzellängendichte, Wurzeloberflächendichte, Wurzelvolumendichte, Wasserhaushalt, Nährstoffverteilung, Kohlenstoffverteilung

Einleitung

Informationen über die Rhizosphäre sind wichtige Größen für das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Pflanze und Boden. Detaillierte, räumlich hochaufgelöste Felddaten bezüglich Wurzel-, Wasser-, Nährstoff- und Kohlenstoffverteilung zur Kalibrierung von Modellen stehen aber nur sehr begrenzt zur Verfügung.

Zielstellung

Ziel der Untersuchung war es einen Beispieldatensatz für einen Silomaisbestand zu erstellen. Dafür wurden geo- und bodenphysikalische sowie pflanzenphysiologische Parameter erfasst und ermittelt. Mit geostatistischen Verfahren wurde aufgezeigt, inwiefern Wurzelverteilung und Verschiebungen in der Verteilung der Wurzel-durchmesserklassen mit geo- und boden-

physikalischen Parametern korrelieren und ob sich Beziehungen zwischen aktueller Wurzelverteilung und Nährstoff- bzw. Kohlenstoffverteilung herstellen lassen.

Untersuchungsgebiet

Die Untersuchungen wurden auf dem Intensivmessfeld der Versuchsstation Bad Lauchstädt im Jahr 2010 durchgeführt.

Parameter und Methoden

Die Beprobungen 53 und 102 Tage nach der Aussaat in einem Silomaisbestand an einer Profilwand mit einer Beprobungstiefe von 0 bis 90 cm bzw. 120 cm vorgenommen.



Abb. 1: Profilwand (90 x 120 cm, Pflanzreihe mittig, Reihenabstand von 0,75 m)

Dafür wurden im Bestand Gruben auf 150 cm Tiefe ausgehoben. Mit Stechkuben (10 x 10 x 5 cm) wurde die gesamte Profilwand im 10 x 10 cm Raster beprobt (Abb. 1). Zuvor wurden im gleichen Raster der Eindringwiderstand und der spezifische elektrische Widerstand gemessen. Hinter jedem Stechkubus wurde ein Stechzylinder und Material für chemische Analysen entnommen. Aus den Stechkuben wurden die Wurzeln ausgewaschen um Frisch- und Trockenmasse sowie Wurzellängendichte und Wurzel-durchmesserklassen zu bestimmen. Detaillierte Angaben zu den erfassten Pa-

¹ Helmholtz – Zentrum für Umweltforschung
Theodor-Lieser-Str.4, 06120 Halle
e-Mail: janine.krueger@ufz.de

² Helmholtz – Zentrum für Umweltforschung
Permoserstraße 15, 04318 Leipzig
e-Mail: ulrike.werban@ufz.de

rametern und den verwendeten Methoden sind in Tab. 1 zusammengefasst.

Tab. 1: Überblick über die pflanzenphysiologischen, geo- und bodenphysikalischen, bodenchemischen und Wurzelparameter

Parameter	Einheit	Methode
Oberirdische Biomasse (TM)	kg ha ⁻¹	Trocknung & Wägung
Blattfläche	cm ²	LI-3000C (Licor)
Blattflächenindex	m ² m ⁻²	LAI-2000 (Licor)
Stomatäre Leitfähigkeit	mmol cm ⁻²	Porometer (Decagon devices)
Eindringwiderstand	N	Handpenetrometer (PCE Instr.)
Körnung	M.%	Sedimat (DIN ISO 11277)
Spez. elektr. Widerstand	Ωm	Lippmann 4 Punkt light
Steingehalt	M.%	Wägung
Trockenrohddichte	g cm ⁻³	Stechzylinder (DIN ISO 11272)
Trockensubstanzdichte	g cm ⁻³	Pyknometer (Micromeritics)
Bodenfeuchte	Vol.%	Volumetrisch (DIN ISO 11461)
Mikrobielle Biomasse	µg Cmik g ⁻¹	Anderson & Domsch 1978
Mineral-Stickstoff	mg N kg ⁻¹	Laboranalyse (DIN 19746)
Org. + anorg. Kohlenstoff	M.% C	RC-412 phase analyser (LECO)
Wurzeltrockenmasse	g cm ⁻³	Wurzelvolumen / Wurzelddichte
Wurzellänge, -oberfläche, -volumen	cm, cm ² , cm ³ cm ⁻³	Software WinRHIZO (Regent instr.) für ausgewaschene Wurzeln

Ergebnisse

Die Ergebnisse der räumlich hochaufgelöste Felddaten werden im ersten Teil an einzelnen Parametern (geo- und bodenphysikalisch, bodenchemisch, wurzelbezogen) aufgezeigt. Die ermittelten Beziehungen zwischen der Wurzelverteilung und weiteren Parametern wird anschließend diskutiert.

Die Bodenfeuchte zeigt zur 1. Beprobung eine fast gleichmäßige Befeuchtung. 102 Tage nach Aussaat wird eine Verringerung von ~8 Vol.% bis in eine Tiefe von 90 cm gemessen.

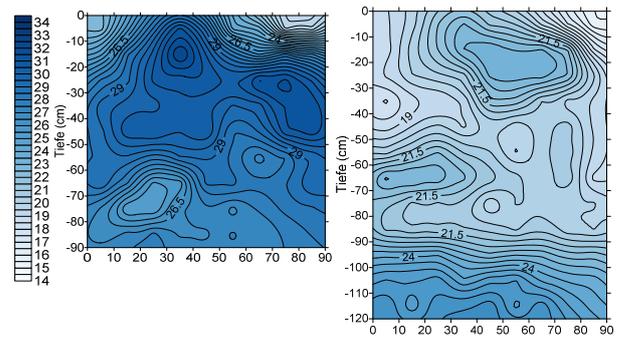


Abb. 2: Bodenfeuchte (Vol.%) 53 und 102 Tage nach Aussaat

Zu beiden Terminen ist der Pflughorizont deutlich durch die Trockenrohddichte zu erkennen (Abb. 3).

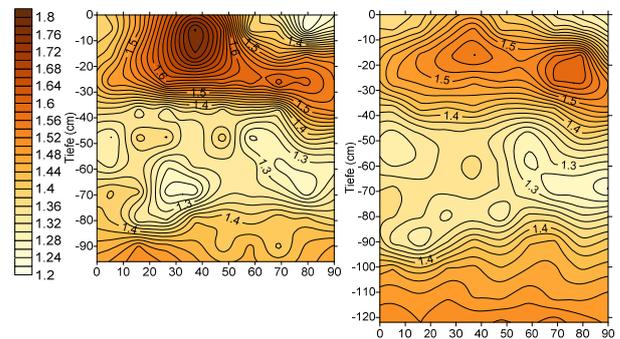


Abb. 3: Trockenrohddichte (g cm⁻³) 53 und 102 Tage nach Aussaat

53 Tage nach Aussaat weist das Profil nur geringe Werte des spezifisch elektrischen Widerstandes auf. Die Messungen nach 102 Tagen ergab in der 7./8. Schicht des Profils jedoch höhere Werte.

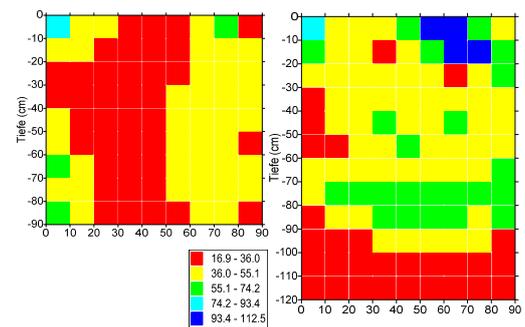


Abb. 4: spezifisch elektrischer Widerstand (Ωm) 53 und 102 Tage nach Aussaat

Die mikrobielle Biomasse zeigt erwartungsgemäß eine höhere Aktivität im Oberboden.

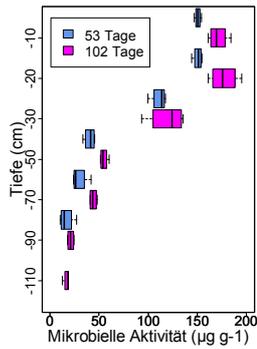


Abb. 5: mikrobielle Aktivität ($\mu\text{g g}^{-1}$) 53 und 102 Tage nach Aussaat

Der Mineral-Stickstoff weist im Oberboden eine große Spannweite zum 102. Tag nach Aussaat auf. Die hohen Werte werden durch Maulsöcher im Profil verursacht (Abb. 6).

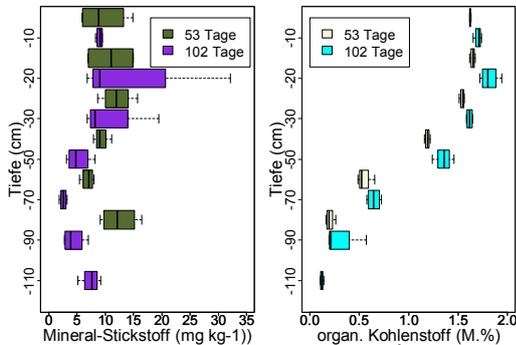


Abb. 6: Mineral-Stickstoff (mg kg^{-1}) und organischer Kohlenstoff (M.%) 53 und 102 Tage nach Aussaat

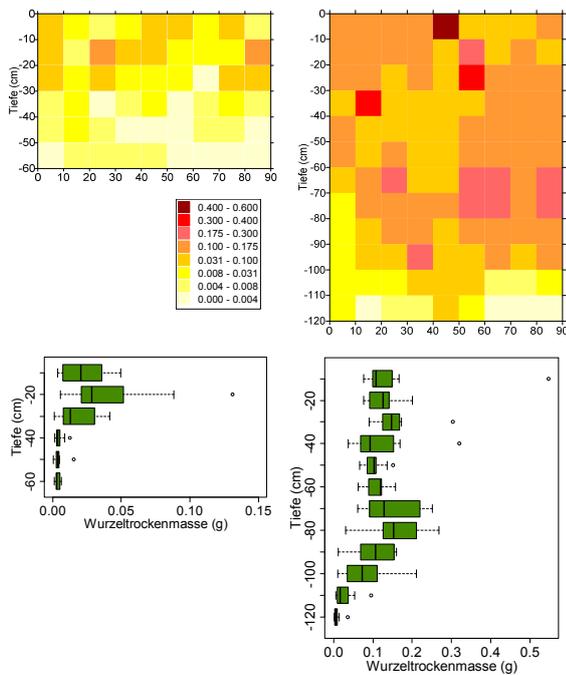


Abb. 7: Wurzelmasse trockenmasse (g) 53 und 102 Tage nach Aussaat

Die Durchwurzelung des Silomaises erreichte 53 Tage nach Aussaat (6-Blatt-Stadium) eine Tiefe von ca. 60 cm, wobei 90 % der Gesamtwurzelmasse in 0 bis 40 cm verteilt waren. Zur Blüte (102 Tage nach Aussaat) wurzelten die Maispflanzen ca. 120 cm tief. Die Wurzeltrockenmasse zeigt zur Blüte eine sehr heterogene Verteilung. 90 % der Gesamtwurzelmasse sind auf eine Tiefe von 0 bis 90 cm aufgeteilt (Abb. 7)

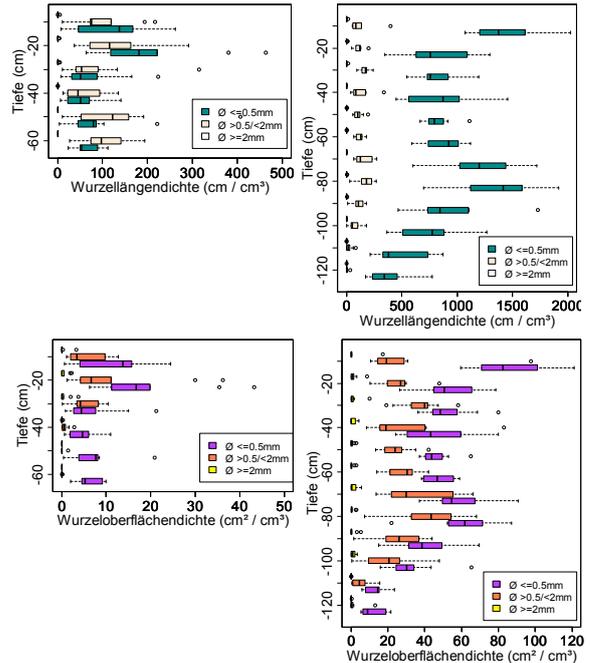


Abb. 8: Wurzellängendichte (cm cm^{-3}) und Wurzeloberflächendichte ($\text{cm}^2 \text{cm}^{-3}$) 53 und 102 Tage nach Aussaat

Die Verteilung der Wurzellängen und Wurzeloberflächen im Profil ist nicht durch eine systematische Abnahme in der Tiefe charakterisiert. Die Wurzellängen der Tiefen 70 und 80 cm sind vergleichbar mit der Länge im Oberboden (Tiefe 10 cm) (Abb. 8).

53 Tage nach Aussaat besteht kein Zusammenhang zwischen den Wurzeln und der Bodenfeuchte. Zum 102. Tag zeigt sich eine signifikante negative Korrelation (p -Wert=0) zwischen der Wurzeloberfläche ($\varnothing < 0.5\text{mm}$) und der Feuchte. Dies kann als Indikator für eine hohe Wasserextraktion durch eine große Wurzeloberfläche gesehen werden (Abb. 9).

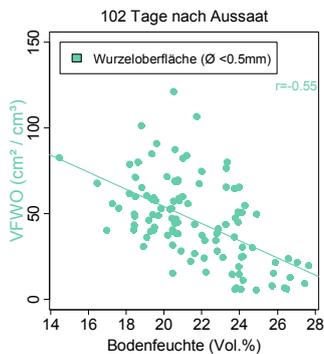


Abb. 9: Wurzeloberfläche der Feinstwurzeln ($\varnothing < 0.5\text{mm}$) in Abhängigkeit von der Bodenfeuchte (Vol.%)

Die Wurzellängendichte ($\varnothing < 0.5\text{mm}$) zeigt einen signifikanten negativen Zusammenhang (p -Wert=0.00001) zur Trockenrohdichte zum 102. Tag. Dieser Fakt zeigt sich besonders in 7./8. Schicht (Abb. 10).

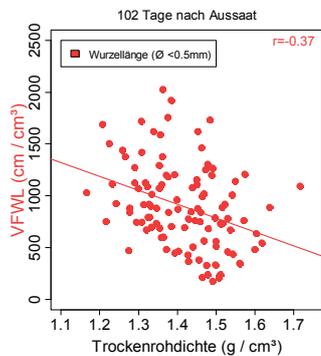


Abb. 10: Wurzellänge der Feinstwurzeln ($\varnothing < 0.5\text{mm}$) in Abhängigkeit von der Trockenrohdichte ($\text{g} \text{cm}^{-3}$)

Die Oberflächen der Wurzeln ($\varnothing < 0.5\text{mm}$ und $\varnothing > 0.5 / < 2\text{mm}$) bilden einen positiven Zusammenhang mit dem spezifischen elektrischen Widerstand (102. Tag, Abb. 11). Vermutlich sind weitere Bodeneigenschaften einflussnehmend. Konkrete Aussagen sollen durch weitere Untersuchungen gesichert werden.

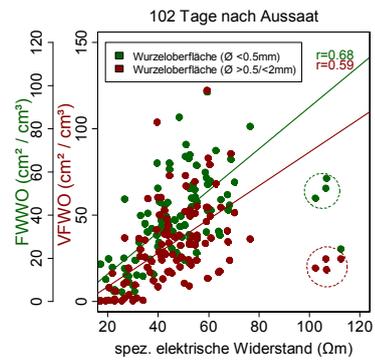


Abb. 11: Wurzeloberfläche der Feinst- und Feinwurzeln ($\varnothing < 0.5\text{mm}$ und $\varnothing > 0.5 / < 2\text{mm}$) in Abhängigkeit vom spezifisch elektrischen Widerstand (Ωm) – (Kreise kennzeichnen Ausreißer)

Die Wurzeln und mikrobielle Biomasse stehen zu beiden Terminen in einer positiven Beziehung zueinander (Abb. 12). Zum Mineral-Stickstoff in den beprobten Profilen kann zu keinem Zeitpunkt ein Zusammenhang gefunden werden.

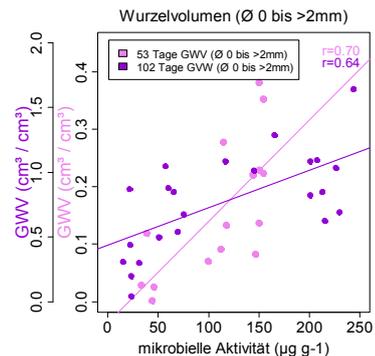


Abb. 12: Wurzelvolumen der gesamten Wurzeln in Abhängigkeit von der mikrobiellen Aktivität ($\mu\text{g} \text{g}^{-1}$)

Schlussfolgerung

Die Studie mit räumlich hochaufgelösten Felddaten weist verschiedene Wechselwirkungen zwischen Wurzelverteilung, Wasser- sowie Nährstoff- und Kohlenstoffverteilung aus. Zum zweiten Untersuchungstermin ist nicht das „klassische Wurzelbild“ (symmetrisch und mit der Tiefe abnehmend) ausgebildet. Die Maiswurzeln streben eine optimale Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit an. Die räumliche Verteilung der Wurzeln im Profil steht demzufolge in einem engen Zusammenhang mit den bodenphysikalischen und bodenchemischen Eigenschaften.