

Modellierung von Architektur und Nährstoffaufnahme von Wurzelsystemen am Beispiel von Sommergerste

Michael Kohl, Babette Wienforth und Henning Kage*

Einleitung

Wurzelfunktionsmodelle können einen wichtigen Beitrag für die Optimierung pflanzenbaulicher Produktionssysteme leisten. Um die Anwendbarkeit von Modellen für die Praxis zu unterstützen, sollten diese einfach zu handhaben, flexibel und an den jeweiligen, spezifischen Fragestellungen ausgerichtet sein. Die Struktur eines Wurzelsystems ist dabei ein wesentlicher Bestimmungsfaktor für seine Funktion.

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden Submodelle der Wurzelstruktur und Wurzelfunktion, die dynamisch über einfache Schnittstellenparameter kommunizieren, entwickelt. Dieser Ansatz erlaubt die Integration des Moduls 'Wurzel' in ein Modell einer virtuellen Gesamtpflanze oder eines virtuellen Pflanzenbestandes.

Material und Methoden

Das Strukturmodell basiert auf einem ursprünglich von L. Pagès konzipierten dreidimensionalen Wurzelarchitekturmodell (Pagès 1989), das die Wurzelentwicklung mit drei grundlegenden Prozessen (Neuanlage, Wachstum und Verzweigung) simuliert.

Dieser Modellansatz wurde erweitert, indem einerseits der Einfluss der in einer bestimmten Tiefe herrschenden Temperatur und andererseits die im Zeitschritt ins Wurzelsystem allozierten Photosyntheseprodukte berücksichtigt wurden. Für die Kalibrierung des Modells wurden ein Feld- und ein Nährlösungsversuch angelegt. Verschiedene Kenngrößen wie Segmentlänge und Wurzeldurchmesser wurden direkt gemessen, Insertionswinkel wurden aus Profilwandaufnahmen geschätzt (Abb. 1).

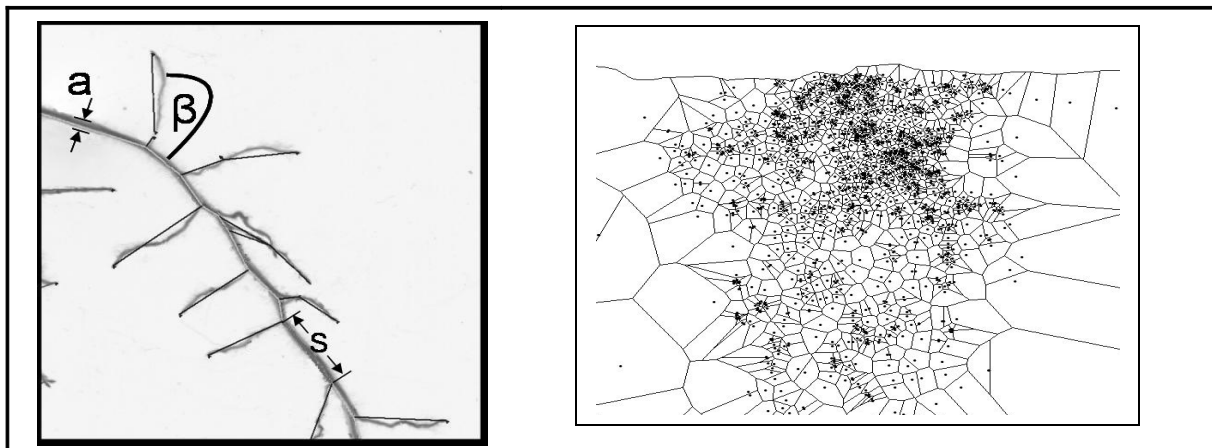


Abb.1, links: Ausschnitt einer gescannten Gerstenwurzel. S: Segmentlänge, a: Wurzeldurchmesser, β : Insertionswinkel. **Abb.1, rechts:** Wurzelverteilungsmuster unter Gerste mit berechneten Einzugsgebieten.

Die Fähigkeit des simulierten Wurzelsystems, den zur Verfügung stehenden Raum zu erschließen, wird quantifiziert, indem analog zu dem Profilwandverfahren Schnittebenen durch das virtuelle Wurzelsystem gelegt werden. Daraus lassen sich

* Email: kohl@pflanzenbau.uni-kiel.de. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Hermann-Rodewald-Str.9, 24118 Kiel.

Wurzellängendichtewerte für die einzelnen Wurzeln ableiten und deren Variationskoeffizient errechnen. Diese aggregierten Parameter sind Input für das Modell der Nährstoffaufnahme, welche mit Hilfe des sog. Einzelwurzelmodellansatzes beschrieben werden kann. Das Wurzelsystem wird dabei vereinfacht als ein System parallel angeordneter Bodenzylinder betrachtet. Die Zylinderoberfläche stellt die Grenze des Einzugsgebiets einer Wurzel dar. Innerhalb des Zylinders treten Flüsse nur in radialer Richtung auf. Für bestimmte Bedingungen (z. B. steady state) lässt sich die den Nährstofftransport beschreibende Differentialgleichung analytisch lösen und die Nährstoffaufnahme in bestimmten Bodenschichten berechnen. Dabei wird die Heterogenität der Durchwurzelung berücksichtigt.

Mit Hilfe von Sensitivitätsanalysen kann dann der Einfluss bestimmter Architekturparameter auf die Nährstoffaufnahme abgeschätzt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Der Variationskoeffizient (VK) der Wurzellängendichte (WLD) weicht bei allen untersuchten Tiefen von der regulären Wurzelverteilung (VK = 0) ab. Lediglich im unteren Bereich der Durchwurzelung ist die WLD gleichmäßiger verteilt (Abb.2).

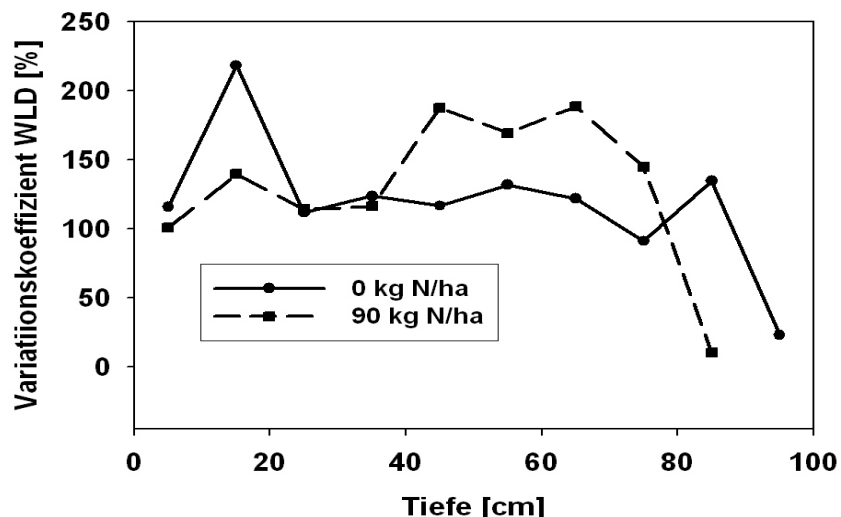


Abb. 2: Variationskoeffizient der Wurzellängendichte unter einem Gerstenbestand 71 Tage nach Aussaat in Abhängigkeit von der Düngung.

Modellsimulationen prognostizieren einen großen Einfluss variabler Durchwurzelungsintensität auf die Nährstoffaufnahme (Kohl und Kage 2005).

Im Poster sollen Ergebnisse des für Sommergerste kalibrierten Modells vorgestellt werden: Der Einfluss wichtiger Parameter des Wurzelstrukturmodells auf die Aufnahmeleistung des Wurzelsystems wird quantifiziert. Die Prognosegüte des Gesamtmodells wird durch einen Vergleich mit Messwerten aus dem Feldversuch bewertet.

Literatur

- Wienforth, B. (2006): Untersuchungen zum Wachstum und zur Entwicklung von jungen Wurzeln der Sommergerste (*Hordeum vulgare* L.), Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18, 54-55.
- Kohl, M., Kage, H (2005): Ansätze zur Abschätzung des Einflusses der Wurzelstrukturarchitektur auf die Nährstoffaufnahme der Pflanze, Mitt. Ges. Pflanzenbauwiss. 18, 381-382.
- Pagès, L., Jordan, M.O., Picard, D.(1989): A simulation model of the three-dimensional architecture of the maize root system, Plant and Soil 119, 147-154.