

Experimentelles System zur Untersuchung der Wurzelarchitektur



M. L. Himmelbauer^{1*}, P. Scholl^{1,2}, G. Bodner², W. Loiskandl¹

¹ Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft, Universität für Bodenkultur Wien, Muthgasse 18, 1190 WIEN, *E-Mail: ml.himmelbauer@boku.ac.at

² Abt. Pflanzenbau, Universität für Bodenkultur Wien, Konrad Lorenz-Str. 24, 3430 Tulln an der Donau

Wurzelarchitektur bezieht sich auf die räumliche Aufteilung und Verzweigungen des Wurzelsystems und bestimmt maßgeblich der Pflanzenproduktivität (Lynch, 1995).

Ziele

- ▶ Ein kostengünstiges experimentelles System zur Untersuchung der Wurzelarchitektur zu testen
- ▶ Eine Reihe von Wurzelparameter zur Parametrisierung von dynamischen Architekturmodellen (Leitner et al., 2010) zu erheben

Methodik

- Gelbsenf (*Sinapsis alba* L.) und Steinklee (*Melilotus officinalis*) wurden unter kontrollierten Bedingungen im Klimaschrank für mehrere Wochen herangezogen (Abb. 1A); regelmäßige Probenahme von intakten Wurzelsystemen mit schönendem Auswaschen vom Sand.
- Fotografieren von schwimmenden Wurzelsysteme im wassergefüllten Acrylglaszylinder an acht Positionen über eine ganze Rotation (Abb. 1B);
- 2D-Bildgebung durch Scannen (nach Himmelbauer et al., 2004);
- Erhebung von diversen Parameter der Wurzelmorphologie/- Architektur mittels AutoCAD und WinRHIZO Software (Abb.1C).

Gemessene / geschätzte Wurzelparameter (Abb. 1C)

- Wurzelordnung und Zahl der Wurzeln per Ordnung (WinRHIZO + AutoCAD)
- Länge der basalen Zone (AutoCAD + WinRHIZO)
- Länge der apikalen Zone (AutoCAD + WinRHIZO)
- Abstand zwischen den Verzweigungen (WinRHIZO)
- Länge der Wurzeln best. Ordnung (WinRHIZO)
- Verzweigungswinkel zwischen den Wurzeln und ihrem Vorgänger (AutoCAD)
- Wurzelradius an verschiedenen Positionen / Ordnung und Mittlerer Wurzeldurchmesser (WinRHIZO)
- Gesamtwurzellänge (WinRHIZO)
- Wurzeltiefe (Schätzung über die Ausdehnung der Wurzel Zero-Ordnung (AutoCAD)
- Gesamtwurzeloberfläche (WinRHIZO)
- Gesamtwurzelvolumen (WinRHIZO)
- Gesamtwurzelmasse (Präzisionswaage)

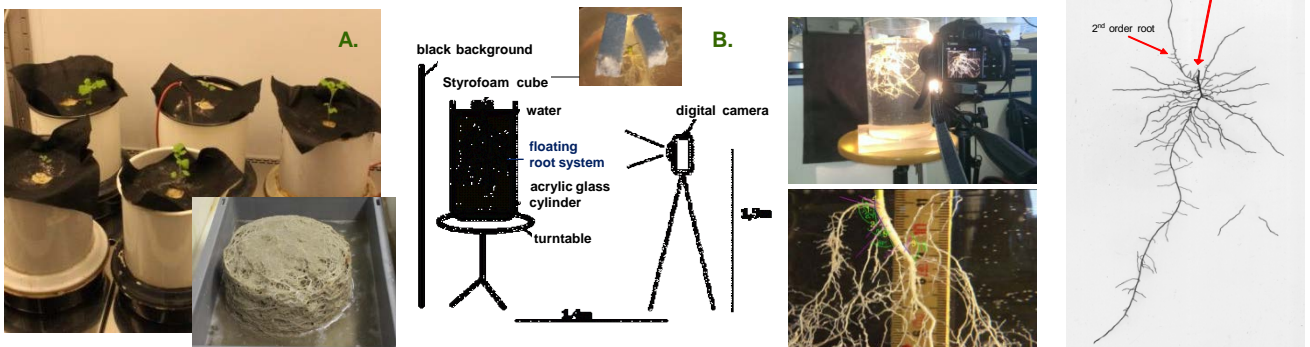


Abb. 1 Versuchsaufbau, Wurzelsystemauswaschen und Fotografieren (Fotos: Schreiner / Panzenböck und Häusler / Pucher, 2014)

Ergebnisse

- Der Sand als Substrat bietet gute Wachstumsbedingungen für ein verzweigtes Wurzelsystems, erleichtert die Wurzelprobenbehandlung.
- Das Fotoaufnahmen des Wurzelsystems im wassergefüllten Zylinder stellen die Quantifizierung in seiner quasi-natürlichen Position dar.
- Mehrere Parameter wurden präziser mittels Scannen (plus WinRHIZO) als über die Fotoaufnahmen abgeleitet, insbesondere die Durchmessermessungen.
- Die Fotoaufnahmen und die Auswertung mittels AutoCAD waren für die Bestimmung von Verzweigungswinkeln allerdings unverzichtbar.
- Die Messungen von Wurzellängen in regelmäßigen Zeitintervallen ermöglicht die Schätzung von Entwicklungsparameter (Wachstums-/ Mortalitätsrate) der Wurzeln

Im Allgemeinen erwies sich die ausgewählte Methodik zur Untersuchung der Wurzelarchitektur als gleichermaßen angemessen wie leicht adaptierbar für üblichen Laborbedingungen. Das Fotografieren und das Scannen wurden als komplementäre Bildaufnahmeverfahren für die Erhebung der gewünschten Wurzelparameter betrachtet.

Literatur

Häusler C, Pucher DR (2014): Parametrisierung des Wurzelsystems von Gelbem Steinklee und Gelbsenf. Bachelor thesis, BOKU, Vienna, 30 p.
 Himmelbauer et al. (2004): Estimating length, average diameter and surface area of roots using two different image analysis systems. Plant Soil, 260:111-120
 Leitner et al. (2010): A dynamic root system growth model based on L-Systems: Tropisms and coupling to nutrient uptake from soil. Plant Soil, 332:177-192
 Lobet G, et al. (2013): An online database for plant image analysis software tools. Plant Methods, 9:38. http://www.plant-image-analysis.org/
 Lynch J (1995): Update on Root Biology: Root Architecture and Plant Productivity. Plant Physiol. 109:7-13
 Schreiner J, Panzenböck F (2014): Parametrisierung des Wurzelsystems von Steinklee (*Melilotus officinalis*). Bachelor thesis, BOKU, Vienna, 26 p.

Tab. 1 Gemessene Wurzelparameter für Gelbsenf und Steinklee nach der 3. und der 6. Wachstumswochen (nach Häusler / Pucher, 2014)

	cover crops		sweet clover				white mustard				
	root parameters		0. order		1. order		0. order		1. order		
	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	\bar{x}	s	
3 rd week	basal zone length lb (mm)	2,14	0,22	4,03	1,64	4,1	2,27	11,44	1,4		
	apical zone length la (mm)	*	*	23,77	10,21	56,62	*	38,31	7,27		
	interbranch distance ln (mm)	3,88	2,45	4,67	2,51	3,95	2,18	4,7	2,5		
	numbers of branches (-)	43	*	2,83	1,17	*	*	*	*		
	branching angle θ (°)	85,25	20,76	79,75	20,4	82,17	15,94	99,83	35,66		
6 th week	root radius a (mm)	0,31	0,11	0,27	0,02	0,49	0,36	0,13	0,02		
	basal zone length lb (mm)	3,75	1,29	14,57	7,76	6,86	1,13	10,92	6,8		
	apical zone length la (mm)	*	*	58,9	17,01	*	*	24,71	18,06		
	interbranch distance ln (mm)	3,22	1,41	7,36	4,58	6,38	3,51	4,5	3,44		
	numbers of branches (-)	66	*	23,6	17,74	*	*	73,33	30,92		
branching angle θ (°)	92,69	22,6	101,33	19,41	77,4	8,2	*	*			
root radius a (mm)	0,78	0,6	0,22	0,07	0,91	0,55	0,25	0,08			

* not possible to be measured correctly \bar{x} mean value s standard deviation

Empfehlungen:

- ▶ fortschrittlichere Fotoausrüstung und Belichtungssystem für bessere Bildqualität und Geräuschreduzierung
- ▶ kürzere Probenahmeintervalle, um die Analysen zu erleichtern sowie die Entwicklungsparameter genauer zu bestimmen