

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Bodenwasseraufnahme durch Wurzelsysteme	5
2.1	Grundlagen	5
2.1.1	Wurzelsysteme	6
2.1.2	Boden	8
2.1.3	Boden-Pflanze-Atmosphäre-Kontinuum	11
2.2	3D tomographische Messungen	14
2.2.1	Messtechnik MRT	14
2.2.2	Boden-Wurzel-Probe	18
2.3	Simulationen mit R-SWMS	19
2.3.1	Modellierung der Boden-Pflanze-Wechselwirkung	19
2.3.2	Parametrisierung durch Eingabedateien	20
2.3.3	Visualisierung der Simulationsergebnisse	22
3	Virtual Reality Techniken	23
3.1	Hardware	25
3.1.1	Visualisierungssystem PI-casso	25
3.1.2	Eingabegeräte	30
3.2	Software	32
3.2.1	OpenGL	32
3.2.2	OpenSG	33
3.2.3	ViSTA	34
4	Software-Implementierung	41
4.1	Zielsetzung und Problematik	41
4.2	Konfiguration der Hardwarekomponenten	43
4.2.1	Monoskopische Darstellung	44
4.2.2	Stereoskopische Darstellung	44
4.3	Visualisierung der Volumendatensätze	49
4.3.1	Umwandlung ins VTK-Legacy-Format	50
4.3.2	Volume Rendering	51

4.4	Rekonstruktion der Wurzelstrukturen	56
4.4.1	Datenstrukturen und Attribute	57
4.4.2	Verarbeitung der eingehenden Sensorwerte	58
4.4.3	Zeichenroutinen	59
4.4.4	Erzeugung und Manipulation der Wurzelstruktur	60
4.4.5	Steuerung durch Aufrufargumente	64
4.4.6	Speichern und Laden	65
4.5	Extraktion der morphologischen Informationen	67
4.5.1	Voraussetzungen an die Wurzelnachbildung	67
4.5.2	Ausgabedatei im R-SWMS-Format	68
4.6	Einschränkungen	69
5	Evaluation am Anwendungsbeispiel Lupine	71
5.1	Lupinen in der Landwirtschaft	71
5.2	Rekonstruktion der Lupine	72
5.3	Simulationsparameter	74
5.4	Simulationsergebnisse	74
6	Zusammenfassung und Ausblick	77
	Literaturverzeichnis	81
A	Softwarebedienung	85
A.1	Aufrufargumente	85
A.2	Manipulationsaktionen	86
B	Konfiguration der VR-Hardware	87
B.1	XML-Interaktionsdateien	87
B.2	System-Konfiguration	96
C	Rekonstruktion der Lupine	101
C.1	Datensatz im VTK-Legacy-Format	101
C.2	Wurzelsystem im internen XML-Format	101
C.3	Wurzelsystem im R-SMWS-Format	102