

Ulrich Birkner

Modellierung des Bodenwasserhaushaltes in einem Lysimeter

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie

**Modellierung des Bodenwasserhaushaltes
in einem Lysimeter**

Diplomarbeit

Im Fach: Landschaftsbelastung und Landschaftsschutz

Prüfer: Prof. Dr. B. Lennartz

Institut: Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie

Vorgelegt von cand. agr. Ulrich Birkner

Kiel, im November 2000

DANKSAGUNG

Ich danke Herrn Prof. Dr. Bernd Lennartz für die Vergabe des Themas und für die Betreuung der Diplomarbeit. Obwohl Herr Prof. Dr. Bernd Lennartz seiner Berufung an die Universität Rostock gefolgt ist, hat er meine Betreuung übernommen, die dank des Mediums Internet auch hervorragend geklappt hat. Ihm sei auch dafür zu danken, dass er mein Interesse an bodenphysikalischen und hydrologischen Prozessen wieder geweckt hat.

Ebenfalls danke ich Frau Dipl. - Geol. Britta Schmalz, die mir als erste Ansprechpartnerin in Kiel zur Verfügung stand und mir mit Geduld die zu verwendenden Modelle erklärt hat.

Ferner danke ich all denen, auch wenn sie es nicht wissen, die mich durch diese Zeit begleitet und mir indirekt geholfen haben.

Last but not least: Vielen Dank auch an meine Eltern, die mich während des ganzen Studiums finanziell sowie moralisch unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

Danksagung

1	Einleitung	1
1.1	Theoretische Grundlagen	2
1.1.1	Wasserspannung - Wassergehalts - Kurve	2
1.1.1.1	Mathematische Beschreibung der pF - WG - Kurve	3
1.1.1.2	Einfluss des Parameters θ_R	5
1.1.1.3	Einfluss des Parameters θ_S	6
1.1.1.4	Einfluss des Parameters n	6
1.1.1.5	Einfluss des Parameters α	7
1.1.2	Wasserfluss in einem Lysimeter	7
2	Material und Methoden	11
2.1	Versuchsbeschreibung	11
2.2	Methoden	13
2.2.1	Bestimmung der Zu- und Abflüsse	13
2.2.2	Bestimmung der Bodenparameter	14
2.2.2.1	Tensionsbestimmungen	14
2.2.2.2	Wassergehaltsbestimmung	14
2.2.2.3	Gesättigte Wasserleitfähigkeitsbestimmung	15
2.2.2.4	Korngrößenverteilungen	15
2.2.3	Anpassung der VAN GENUCHTEN Parameter	16
2.2.3.1	<i>_RETC</i>	16
2.2.3.2	Manuell gefittete Parameter	16
2.2.3.3	<i>_SOILPROP</i>	17
2.2.4	Simulation mit <i>HYDRUS_ID</i>	17
2.3	Darstellung der Messwerte	17
2.3.1	Zeitlicher Verlauf der Zu- und Abflüsse	17
2.3.2	Zeitlicher Verlauf der Wasserspannungen	20
2.3.3	Zeitlicher Verlauf der Wassergehalte	21
2.3.4	Hydraulische Leitfähigkeiten	22
2.3.5	Korngrößenverteilungen	22

3	Ergebnisse.....	24
3.1	Bestimmung der VAN GENUCHTEN Parameter	24
3.1.1	Unsegmentiertes Lysimeter	24
3.1.1.1	_SOILPROP	24
3.1.1.2	_RETTC / manuell gefittete Parameter	26
3.1.2	Segmentiertes Lysimeter	28
3.1.3	Segment I	28
3.1.4	Segment II	30
3.2	Simulationsergebnisse	32
3.2.1	Unsegmentiertes Lysimeter	33
3.2.2	Segmentiertes Lysimeter	35
3.2.2.1	Segment I	36
3.2.2.2	Segment II	38
4	Diskussion.....	42
4.1	Zu- und Abflüsse	42
4.2	Wasserspannungen und Wassergehalte	43
4.3	Fehlerbetrachtung	45
4.3.1	Messwertebestimmung	45
4.3.2	Simulationsmodelle	46
5	Zusammenfassung	47
6	Verzeichnisse.....	49
6.1	Abbildungsverzeichnis	49
6.2	Tabellenverzeichnis	51
6.3	Verwendete Symbole	51
6.4	Einheiten	53
6.5	Verwendete Software	53
6.6	Literaturverzeichnis	53
7	Anhang ACHTUNG - NICHT ENTHALTEN.....	59
7.1	Modellparameter	59

7.1.1	<i>_RETC</i>	59
7.1.2	<i>_SOILPROP</i>	59
7.1.3	<i>_HYDRUS_ID</i>	59
7.2	Messsondenbauart	61
7.3	Tensiometerwerte	61
7.4	TDR - Werte	65
7.5	Messwertetabelle	66

1 EINLEITUNG

Der Wasserfluss in oberflächennahen Bodenschichten spielt eine entscheidende Rolle im Wasserhaushalt. Die Kenntnis über den Wasserfluss ist Voraussetzung für die Bewertung und Vorhersage des Verhaltens von gelösten Stoffen im Boden. Die Prognose der Bodenwasserbewegung in einem abgegrenzten Bodenvolumen - auch als Lysimeter bezeichnet - ist Gegenstand dieser Arbeit.

Das zugrunde liegende Datenmaterial stammt aus dem Projekt "Entwicklung einer Standardmethodik zur Erfassung der bodenhydraulischen Kennwerte in einem definierten Bodenvolumen", welches am Institut für Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durchgeführt wurde. In diesem Vorhaben wurden in zeitlich und räumlich hoher Auflösung teilflächenbezogen die Zu- und Abflüsse sowie die den Wasserhaushalt charakterisierende Kennwerte Wassergehalt, Wasserspannung und gesättigte Leitfähigkeit eines Lysimeters ermittelt.

Die Modellierung der Wasserbewegung in einem Boden ist primär von den bodenphysikalischen Eigenschaften des Ausgangssubstrates abhängig. Die Bestimmung dieser Parameter kann entweder an ungestörten Stechzylinderproben im Labor oder auch in situ durchgeführt werden. Beide Verfahren weisen ein Skalenproblem auf. Bei der Laborbestimmung ist die betrachtete Größenordnung meistens zu klein, denn man zerstört bei einer Probennahme das etwaige vorhandene Porensystem, bei der in situ Messung ist die Messwerteerfassung das entscheidende Problem, die Größenordnung ist zu groß. Dieses bedeutet, dass in beiden Fällen ein Skalenproblem vorliegt.

Um übertragbare Ergebnisse zu erhalten, wurde der Wasserhaushalt eines Bodenmonolithen (Lysimeter), dessen Volumen dem charakteristischen Standardvolumen (CSV) entsprach, im Labor erfasst. Die Abschätzung des CSV wurde durch eine fototechnische Auswertung des zuvor mit einem Farbstoff beregneten Bodenbereichs gewonnen.

Dieser Arbeit liegt die Frage zugrunde, ob es möglich ist, mit dem vorliegenden Datenmaterial eine „realitätsnahe“ Simulation durchzuführen. In unterschiedlichen Simulationsverfahren wird untersucht, inwieweit eine teilflächenbezogene Simulation möglich ist. Einerseits wird das unsegmentierte Lysimeter betrachtet und eine Simulation durchgeführt. Andererseits wird das Lysimeter in zwei Teilsegmente eingeteilt und je Segment eine Berechnung durchgeführt.

Es werden die gemessenen Größen Abfluss, Tensions- und Wassergehaltsverlauf mit den jeweiligen Simulationsergebnissen verglichen und diskutiert.

1.1 Theoretische Grundlagen

1.1.1 Wasserspannung - Wassergehalts - Kurve

Die Wasserspannung - Wassergehalts - Kurve, auch Bodenwassercharakteristik oder pF - WG - Kurve genannt, gibt das jeweilige Potential¹ (Wasserspannung ψ) bei verschiedenen Wassergehalten (θ) in einem ungesättigten Boden an (SCHLICHTING & BLUME, 1995). Bei der Annahme von zylindrischen, regelmäßigen Poren - somit ist ein Äquivalentdurchmesser² zuordenbar -, kann man aus der Wasserspannung - Wassergehalts - Kurve eine Porengrößenverteilung ermitteln, bzw. auch aus einer Porengrößenverteilung eine Wasserspannung - Wassergehalts - Kurve bestimmen (HARTGE & HORN, 1992). Die Darstellung der pF - WG - Kurve erfolgt meist in einem Koordinatensystem, wobei man der Abszisse den Wassergehalt bzw. auch die Wasserspannung zuordnen kann. Normalerweise wird der Wassergehalt θ (gemessen in Volumeneinheit pro Volumeneinheit [cm^3/cm^3]) als abhängige Größe betrachtet und somit auf der Ordinate aufgetragen. Die Wasserspannung wird entweder in einer linearen Einheit (-hPa oder cm Wassersäule) oder in logarithmierter Form (dann als pF bezeichnet, eingeführt 1935 von SCHOFIELD) dargestellt.

¹ Potential: Das Potential ist definiert als die Arbeit, die notwendig ist, um eine Einheitsmenge Wasser von einem gegebenen Punkt eines Kraftfeldes zu einem Bezugspunkt zu transportieren. Diese Arbeit entspricht derjenigen, die notwendig ist, um die Mengeneinheit Wasser von einer freien Wasserfläche auf eine bestimmte Höhe in einer Pore (Kapillare) zu heben oder in dieser der Bodenmatrix zu entziehen. (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL, 1998)

² Äquivalentdurchmesser: Da der Durchmesser einer Pore im Boden meistens nicht konstant ist, wird dieser Pore eine Kapillare mit entsprechenden Eigenschaften gleichgesetzt und der Radius der Kapillaren als Äquivalentradius bezeichnet.