

# Evaluierung einer Feldmethode zur Sickerwasserabschätzung aus bodenhydrologischen Messungen

U. SCHINDLER und L. MÜLLER

## Zusammenfassung

In einem Sandboden wurden aus Saugspannungs- und Wassergehaltsmessungen in nur einer Tiefe unterhalb der hydraulischen Scheide Sickerwasserraten berechnet. Die Berechnungsergebnisse stimmten gut mit den Lysimeterabflüssen überein. Voraussetzung sind qualitativ hochwertige Saugspannungs- und Wassergehaltsmessungen und eine fehlerfreie Wasserbilanz zur Kalibrierung der hydraulischen Leitfähigkeitsfunktion.

## Abstract

In a sand soil, deep seepage rates were calculated on the basis of tension and water content measurements in only one depth below the zero flux plane. The calculation results agreed well with lysimeter discharge rates. Preconditions are accurate water content and tension measurements with high temporal resolution and an error free water balance for the calibration of the hydraulic conductivity function.

## 1. Einleitung

Die Erhaltung der Bodenressourcen als Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie die Vermeidung von Grundwasserkontaminationen sind prioritäre Ziele in Konzepten zum Schutz der Naturressourcen. Die Sickerwasserbildung und Stoffdynamik sind dafür maßgebende Prozesse, deren Kenntnisse eine wesentliche Grundlage für die Erarbeitung ökologisch und ökonomisch nachhaltiger Landnutzungsstrategien bilden.

Die Messung von Sickerwasser ist grundsätzlich nur in Lysimetern möglich. Eine Bestimmung der Sickerwasserdynamik im Feld, mit sogenannten virtuellen Lysimetern (KASTANEK, 1995), erfordert bodenhydrologische Messungen und die Zugrundelegung und Gültigkeit

von Modellvorstellungen. SCHINDLER et al. (1998) zeigte, das es möglich ist, die Sickerwasserdynamik aus Wassergehalts- und Saugspannungsmessungen aus nur einer Tiefe unterhalb der Wurzelzone abzuleiten. Die Eignung dieser Methode wurde in Lysimetern geprüft.

## 2. Material und Methode

Für den Vergleich von Sickerwassermessung aus Lysimetern mit Sickerwasserberechnungen auf Basis bodenhydrologischer Messungen (SCHINDLER und MÜLLER, 1998) wurde ein Lysimeter der Station in Dedelow (Uckermark) verwendet (SCHINDLER et al., 2001). Das Lysimeter besitzt eine Querschnittsfläche von 1\*1 m, ist 2 m tief und hat einen Gravitationsabfluss. Der Boden ist Sand bis lehmiger Sand in der Horizontierung Ap 0-35 cm (S), Bv 35-115 cm (SI3), C 115-200 cm (S). Die Messung des Sickerwasserabflusses erfolgte täglich.

Für die Sickerwasserberechnung aus bodenhydrologischen Messungen wurden in das Lysimeter in 1.85 m Tiefe ein Tensiometer zur Messung der Saugspannung ( $\Psi$ ) und eine TDR Sonde zur Messung des Wassergehaltes ( $\Theta$ ) eingebaut: Diese Messwerte bildeten die Grundlage für die Sickerwasserkalkulation.

Die Sickerwasserberechnung erfolgte nach folgender Vorgehensweise:

- Die Saugspannungs- und Wassergehaltswerte in 1.85 m Tiefe wurden gegeneinander aufgetragen und die Wasserretentionsfunktion nach VAN GENUCHTEN (1981) gefittet.
- Aus den Funktionsparametern wurde die relative hydraulische Leitfähigkeit als Funktion des Wassergehaltes  $K_r=f(\Theta)$  nach MUALEM (1976) berechnet.
- Für den Zeitraum vom 1. November 2001 bis 15. Februar 2002 (Kalibrie-

rungszeitraum) wurde die relative Sickerwasserrate  $v_r=K_r$  als Tageswerte berechnet und die relative Sickerwassersumme kalkuliert.

- Der Quotient aus gemessenem Sickerwasserabfluss im Kalibrierungszeitraum durch die relative Sickerwassersumme ergibt den Matchingfaktor zur Transformation der relativen hydraulischen Leitfähigkeitsfunktion  $K_r=f(\Theta)$  in ein reales Niveau  $K=f(\Theta)$ .
- Auf Basis dieser Funktion erfolgte die Sickerwasserberechnung  $v=K(\Theta)$  für den erweiterten Zeitraum vom 1. Nov. 2001 bis 6. Oktober 2003.

## 3. Ergebnis

Die berechneten und gemessenen Sickerwasserraten (*Abbildung 1*) als auch der aufsummierte Sickerwasserabfluss (*Abbildung 2*) zeigen eine gute Übereinstimmung sowohl im zeitlichen Verlauf als auch in der Höhe. Im Betrachtungszeitraum vom 1. November 2001 bis 6. Oktober 2003 wurden 460 mm Sickerwasser gebildet und als Abfluss aus dem Lysimeter gemessen. Die auf der Basis von Saugspannungs- und Wassergehaltsmessungen in nur einer Tiefe unterhalb der hydraulischen Scheide berechnete Sickerwassermenge war nur um 6 mm erhöht (466 mm). Auch die maximalen und minimalen Sickerwasserraten stimmten gut sowohl zum Zeitpunkt als auch in ihrer Höhe überein. In der Zeit vom 15. Jan. 2003 bis 9. Feb. 2003 konnten wegen Überflutung des Lysimeterkellers keine Sickerwasserabflüsse gemessen werden. In diesem Zeitraum wurden ersatzweise die Berechnungsergebnisse genutzt.

## 4. Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, aus qualitativ hochwertigen Saug-

**Autoren:** Dr. Uwe SCHINDLER und Dr. Lothar MÜLLER, Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF), Institut für Bodenlandschaftsforschung, Eberswalder Str. 84, D-15374 MÜNCHENBERG

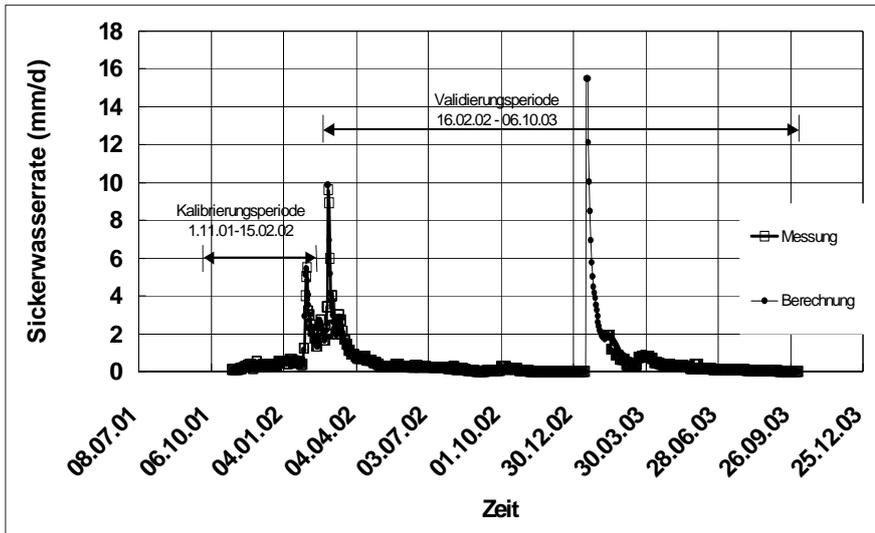


Abbildung 1: Zeitverlauf der Sickerwasserraten gemessen und berechnet

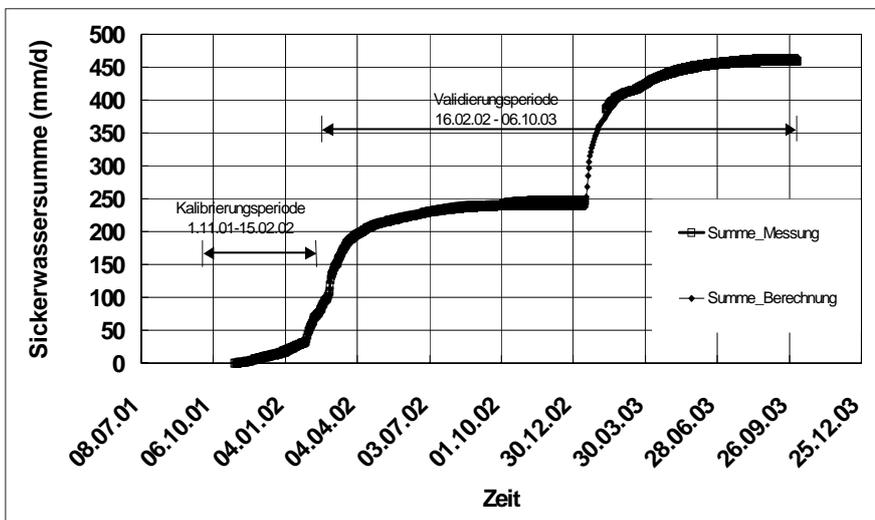


Abbildung 2: Sickerwasserverlauf gemessen und berechnet

spannungs- und Wassergehaltmessungen in nur einer Tiefe unterhalb der hydraulischen Scheide in Sandböden plau-

sible Sickerwasserverläufe zu berechnen. Voraussetzung ist eine exakte Kalibrierung der hydraulischen Leitfähigkeits-

funktion an der Wasserbilanz. Ungenauigkeiten die hierbei gemacht werden, schlagen sich direkt proportional auf das Berechnungsergebnis nieder. Für die Methodvalidierung wurde die Kalibrierung am Idealfall, dem Lysimeterabfluss, vorgenommen. Unter Feldbedingungen wird die Sickerwassermenge ( $s$ ) in der Kalibrierungsperiode aus  $s = \text{Niederschlag} + \text{Bodenspeicheränderung} - \text{Verdunstung}$  ermittelt. Die Genauigkeit dieser Messungen ist entscheidend für die Qualität der Sickerwasserberechnung.

## 5. Literatur

- KASTANEK, F., 1995: Kritische Bemerkungen zur Verwendung von Lysimetern. 5. Gumpensteiner Lysimetertagung "Stofftransport und Stoffbilanz in der ungesättigten Zone". BAL Gumpenstein 25.-26. April 1995, BAL-Bericht, 93-102
- MUALEM, Y., 1976: A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.*, 12(3), 513-522.
- SCHINDLER, U. and L. MÜLLER, 1998: Calculating deep seepage from water content and tension measurements in the vadose zone at sandy and loamy soils in north-east Germany. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 43, 233-243.
- SCHINDLER, U., M. WOLFF und G. KÜHN, 2001: Lysimeterstudie zum Einfluss von Düngung und Bewirtschaftung auf die Ertragsbildung, den Wasserhaushalt und die Nährstoffauswaschung im Trockengebiet der Uckermark. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde*, (164) 697-703.
- VAN GENUCHTEN, M. Th., 1980: A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 892-898.