

Grundwasserneubildung im Marchfeld - Lysimetermessungen und Modellrechnungen

E. STENITZER und J. HOESCH

Abstract

Soil water balance of three typical soil profiles of the Marchfeld is deduced for the period 1999 - 2003 from the measurements at the lysimeter station in Hirschstetten. No lysimeter error could be detected by comparing measured and simulated evapotranspiration of Maize. Implementing additional measurements of water content in the uppermost soil layers would distinctively improve the data base for calibration of simulation models.

Zusammenfassung

Die mit der Lysimeteranlage Hirschstetten im Marchfeld gemessene Bodenwasserbilanz der Jahre 1999 - 2003 für einen seichtgründigen und zwei tiefgründige Bodenformen wird dargestellt. Ein Vergleich der gemessenen mit der simulierten Verdunstung von Mais lässt keinen Lysimeterfehler erkennen. Die Datengrundlage für eine Modelleichung könnte durch Zusatzmessungen des Wassergehaltes in den obersten Bodenschichten deutlich verbessert werden.

Einleitung

Das Marchfeld ist ein landwirtschaftlich intensiv genutztes Trockengebiet im Osten von Wien, das durch die Donau im Süden, den Marchfluss im Osten (der gleichzeitig die Grenze zur Slowakei darstellt), das Weinviertler Hügelland im Norden und Nordwesten sowie durch das Stadtgebiet von Wien im Westen und Südwesten begrenzt wird. Neben den Flussniederungen an Donau und March gliedert sich das Gebiet in die sogenannte Niederterrasse mit einem Grundwasserflurabstand zwischen 3 - 5 m und in die sogenannte Hochterrasse mit deutlich tieferen Flurabständen. Bei einer poten-

tiellen Verdunstung von im Mittel etwa 760 mm beträgt der mittlere Jahresniederschlag der letzten 25 Jahre (1978-2002) rund 530 mm. Die sich daraus ergebende mittlere klimatische Wasserbilanz weist monatliche Defizite zw. 40 - 60 mm von April bis September auf. Niederschlags-Überschüsse sind nur in den Wintermonaten zu erwarten. Deshalb ist in diesem pannonischen Klimagebiet eine Bewässerung von Gemüse und anderen hochwertigen Kulturen zur Ertragssicherung erforderlich.

Die Entwicklung des Grundwasserstandes im Marchfeld seit 1936 (Abbildung 1) zeigt eine deutliche Abnahme etwa in den 1970er Jahren, die mit einer massiven Zunahme der Bewässerung in dieser Periode einhergeht und sicherlich zum größten Teil darauf zurückzuführen ist. Die Grundwassersituation ist daher generell sehr angespannt; das Grundwasser-Vorkommen wird übernutzt; weitgehende Abhilfe sollte durch die Anlage des Marchfeldkanals mit Zufuhr von Donauwasser geschaffen werden, das z.T. der

Aufhöhung der Niedrigwasserführung des Hauptvorfluters, z.T. der Entnahme von Bewässerungswasser und z.T. zur künstlichen Grundwasseranreicherung dienen soll.

Eine wesentliche Voraussetzung für eine nachhaltige Verbesserung der Grundwassersituation ist jedoch die Beschränkung der Entnahmen auf ein Maß, das unter der Grundwasserneubildung liegt. Zur Quantifizierung der Grundwasserneubildung können Simulationsmodelle nach entsprechender Eichung anhand von Bodenwasserhaushalts- und Lysimetermessungen verwendet werden, wie sie z. B. an der Lysimeteranlage des Institutes für Agrarökologie in Hirschstetten bei Wien gewonnen werden. Dazu ist aber die Abschätzung des sogenannten Lysimeterfehlers (DVWK 1980) erforderlich. In der vorliegenden Arbeit werden die Messergebnisse der Jahre 1999-2003 vorgestellt und in Hinblick auf die Eichung des Bodenwasserhaushalts- und Pflanzenwachstums-Modells SIMWASER (STENITZER und MÜLLER, 1996) diskutiert.

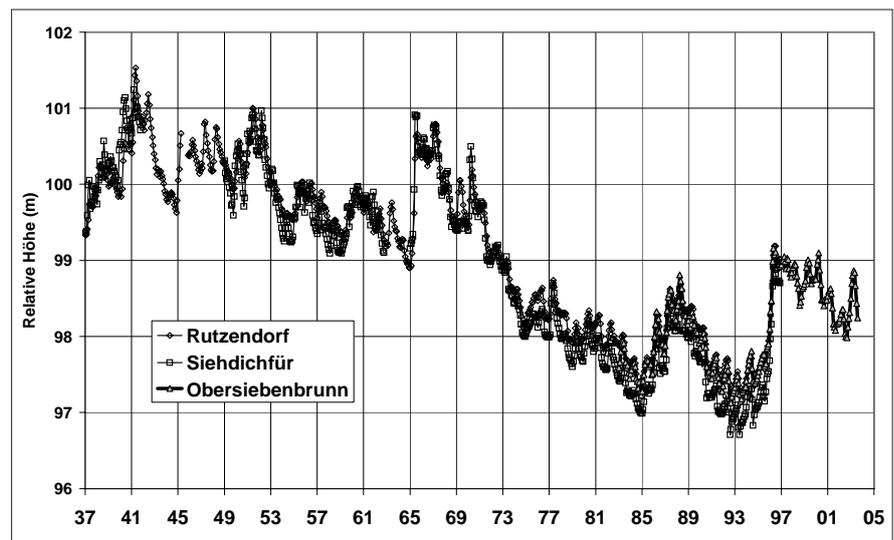


Abbildung 1: Entwicklung der Grundwasserstände im Marchfeld

Autoren: Dr. Elmar STENITZER, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN und Dipl.-Ing. Johannes HOESCH, Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A-1226 WIEN

Material und Methoden

Die Lysimeteranlage besteht aus 18 gestört befüllten Lysimetern mit 250 cm Tiefe und einer Oberfläche von 3.0 m², wobei jeweils sechs Lysimeter einen typischen Boden des Marchfeldes enthalten, nämlich einen sandigen Tschernosem, einen tiefgründigen Tschernosem und eine Feuchtschwarzerde. Das Messprogramm umfasst die kontinuierliche Erfassung des Wassergehaltes und der Saugspannung in 30, 60, 90, 126, 150 und 180 cm Tiefe sowie des Sickerwasseranfalles in Intervallen von 10 Minuten. Nach Inbetriebnahme der Anlage im Herbst 1995 wurde bis zum Herbst 1997 eine Grünbrache geführt, die im Herbst 1997 bzw. Frühjahr 1998 umgebrochen wurde. Ab dem Frühjahr 1999 wurde folgende Fruchtfolge einheitlich auf allen 18 Lysimetern angebaut: - Sommergerste - Winterzwischenfrucht (Perko) - Sommerweizen - Winterzwischenfrucht (Perko) - Sommergerste - Winterweizen - Winterzwischenfrucht (Senf) - Kartoffel - (Winterweizen) Körnermais - Winterweizen.

Die jeweils vorhandene Wassermenge im Bodenprofil wurde aus den Wassergehaltsmessungen abgeschätzt, wobei angenommen wurde, dass diese den Mittelwert einer 30 cm hohen Bodenschicht darstellen. Die Verdunstung wurde dann aus der Bodenwasserhaushaltsgleichung wie folgt berechnet:

$$\text{Verdunstung} = \text{Niederschlag} + \text{Bewässerung} - \text{Versickerung} - \text{Bodenspeicheränderung}$$

Dabei wurden die an der Lysimeterstation in 1 m Höhe gemessenen Niederschläge nach RICHTER (1995) im Sommer (Mai - Oktober) mit

$$N^* = N + 0.345 N^{0.38}$$

und im Winter (November - April) mit

$$N^* = N + 0.340 N^{0.46}$$

korrigiert.

Zur Abschätzung des Lysimeterfehlers (KLAGHOFER und STENITZER, 1984) wurde beispielhaft die mit dem Lysimeter F05 (Feuchtschwarzerde) gemessene Verdunstung von Mais im Jahre 2003 herangezogen und mit Simulationsergebnissen verglichen, die mit dem

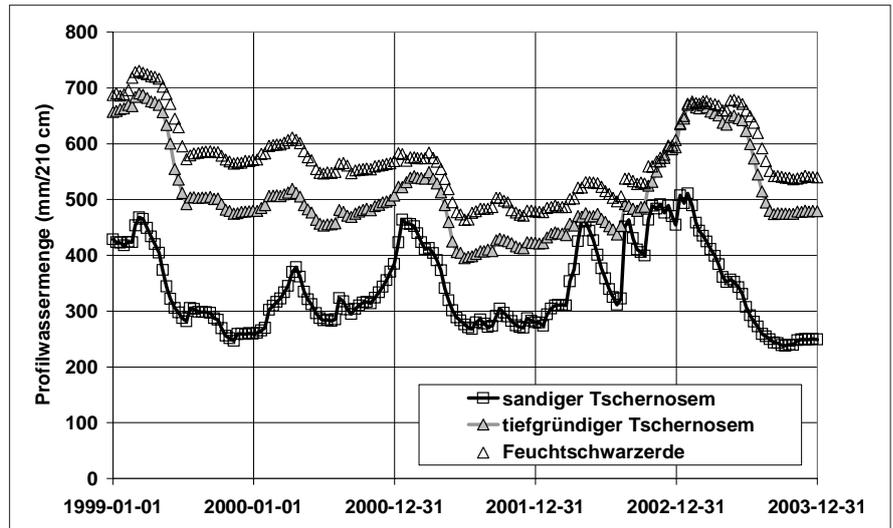


Abbildung 2: Profilwassermenge in den Lysimeterböden

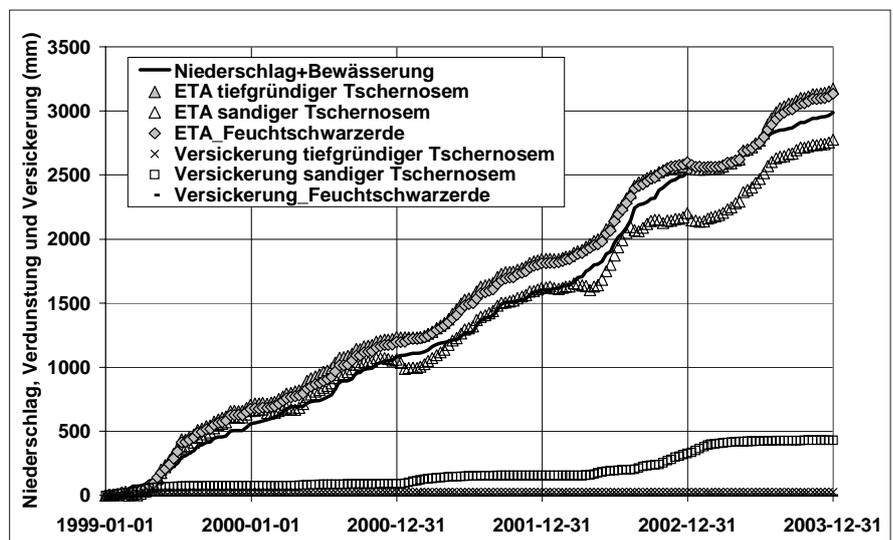


Abbildung 3: Wasserbilanz der Jahre 1999 - 2003

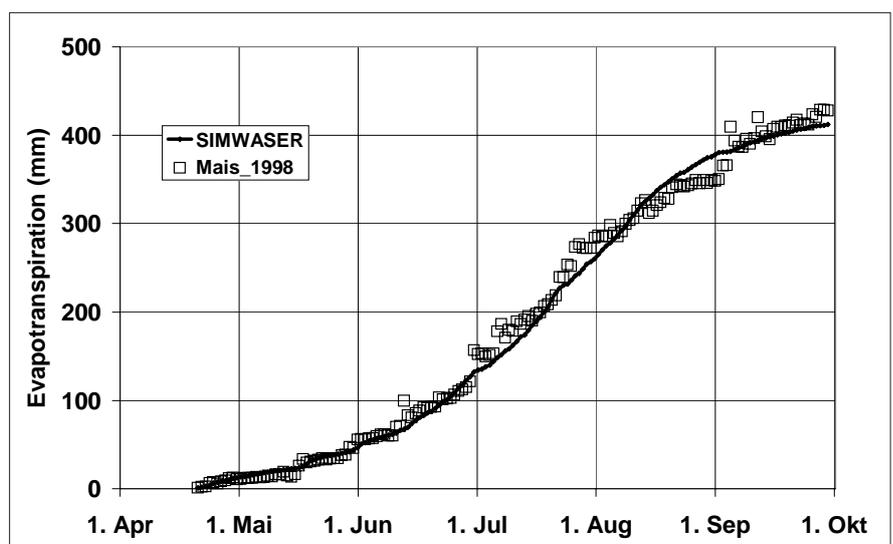


Abbildung 4: Gemessene und simulierte Verdunstung bei Mais in Obersiebenbrunn 1998

an Bodenfeuchtemessungen unter Mais in Obersiebenbrunn geeichten Modell SIMWASER berechnet worden waren. Zur Ermittlung der Bodenfeuchteänderung in den obersten 30 cm der Lysimeter wurden dabei Zusatzmessungen mit Gipsblöcken in 10, 20 und 30 cm Tiefe herangezogen.

Ergebnisse

Die hydropedologischen Unterschiede zwischen den untersuchten Schwarzerdeprofilen kommen in *Abbildung 2* deutlich zum Ausdruck: während der sandige Tschernosem infolge seiner geringeren Feinbodenmächtigkeit und der sandigen Zusammensetzung Profilwassergehalte zwischen 250 und 500 mm aufweist, liegen diese beim tiefgründigen Tschernosem aus schluffigem Boden zwischen 400 und 700 mm und bei der Feuchtschwarzerde zwischen 460 und 730 mm.

Dementsprechend unterschiedlich gestaltet sich der Bodenwasserhaushalt (*Abbildung 3*): während bei der Feuchtschwarzerde im betrachteten Zeitraum keine Versickerung stattfand, lag diese beim tiefgründigen Tschernosem bei 25 mm und beim sandigen Tschernosem bei 430 mm. Die Verdunstung betrug beim sandigen Tschernosem rund 2800 mm, während sie bei den beiden tiefgründigen Profilen jeweils etwa 3150 mm erreichte.

Das Ergebnis der Eichung des Modells SIMWASER für die Verdunstung von Mais anhand der Bodenfeuchtemessungen in Obersiebenbrunn (*Abbildung 4*) zeigt, dass das Modell in der Lage ist, Ausmaß und Verlauf der Verdunstung von Mais in einem Feldbestand gut nachzubilden.

Die in *Abbildung 5* dargestellte gute Übereinstimmung der mit dem Lysimeter F05 (Feuchtschwarzerde) ermittelten Verdunstung von Mais im Jahre 2003 mit der entsprechenden simulierten Evapotranspiration lässt vermuten, dass kein Lysimeterfehler vorliegt.

Allerdings konnte diese gute Übereinstimmung nur durch die Durchführung von Zusatzmessungen in den obersten Bodenschichten erzielt werden, weil da-

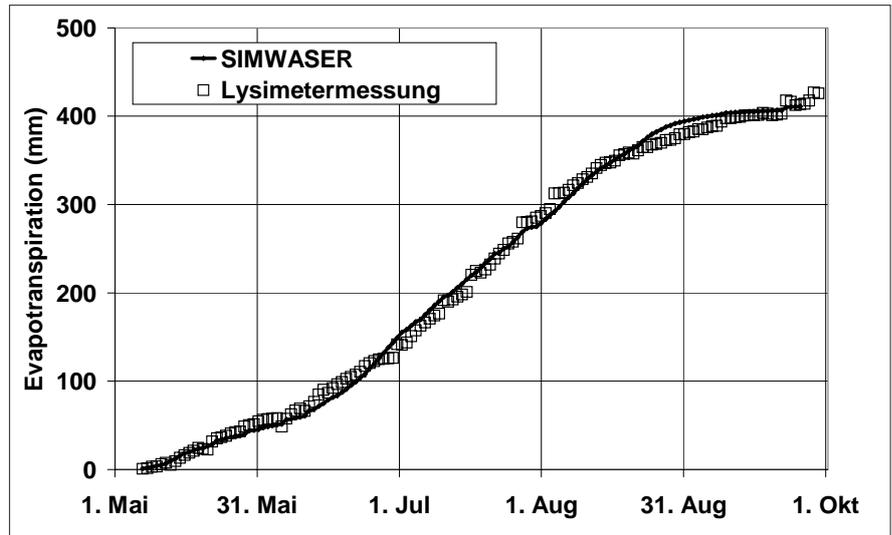


Abbildung 5: Vergleich der mit Zusatzmessungen in 10 und 20 cm Tiefe ermittelten aktuellen Verdunstung des Lysimeters F05 (Feuchtschwarzerde) mit dem Simulationsergebnis.

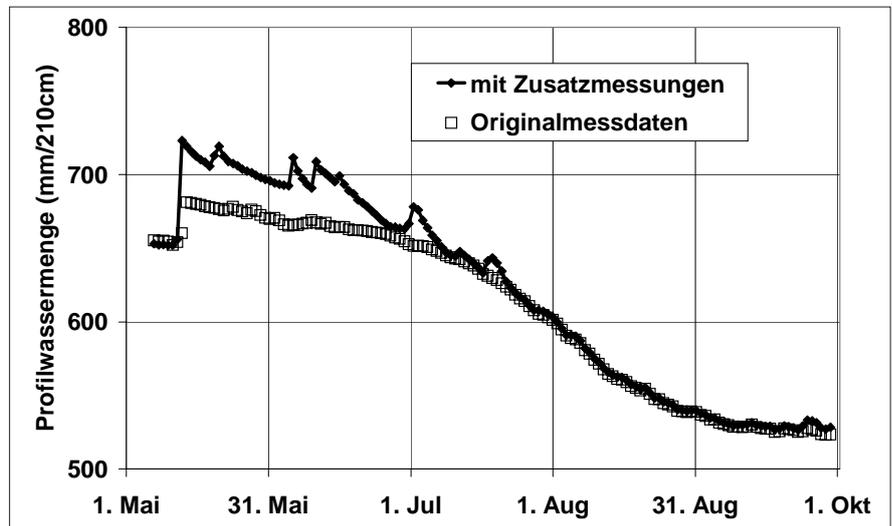


Abbildung 6: Verbesserte Erfassung der Profilwassermenge im Lysimeter F05 durch Zusatzmessungen in 10 und 20 cm Tiefe

mit die in diesen oberflächennahen Tiefen gespeicherten Niederschläge erfasst und bei der Wasserbilanz entsprechend berücksichtigt wurden (*Abbildung 6*).

Stehen bei der Auswertung lediglich die erst ab 30 cm Tiefe vorliegenden "Original"-Wassergehaltsmessungen zur Verfügung, so ergibt sich der in *Abbildung 7* dargestellte Verlauf der aktuellen Evapotranspiration.

Diskussion und Schlussfolgerung

Anhand der vorliegenden ersten Auswertungen der Lysimetermessungen in Hirschstetten wurde zunächst versucht,

den Lysimeterfehler dieser Anlage zu quantifizieren. Ein solcher wäre wegen der Verwendung von gestörten Bodenprofilen und der Uneinheitlichkeit des Bestandes innerhalb des Lysimeterfeldes insbesondere während trockener Jahre und wegen der begrenzten Größe des Lysimeterfeldes selbst zu erwarten, konnte aber unter den gegebenen Umständen und mit der angewendeten Methode nicht nachgewiesen werden. Die Daten der Lysimeteranlage Hirschstetten stellen daher eine gute Grundlage für eine Modelleichung dar, wobei die Datenbasis durch eine Erweiterung der systematischen Wassergehaltsmessungen

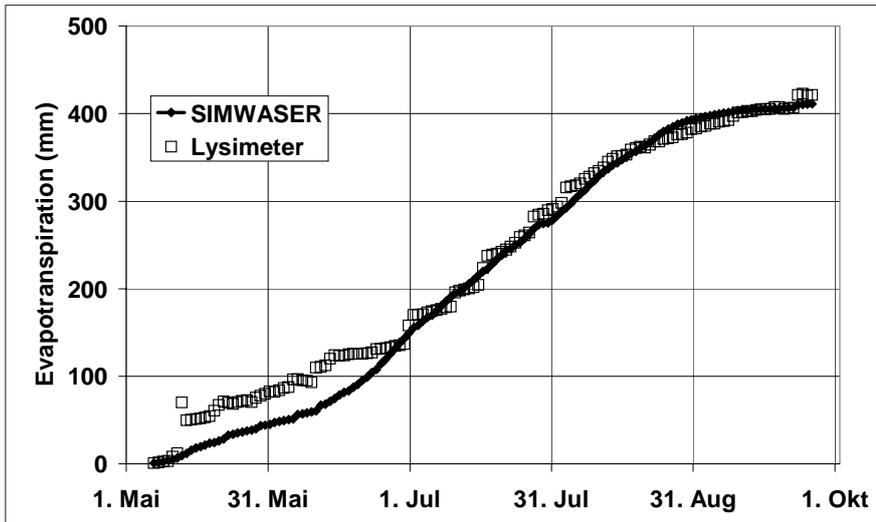


Abbildung 7: Vergleich der ohne die Zusatzmessungen in 10 und 20 cm Tiefe ermittelten aktuellen Verdunstung des Lysimeters F05 (Feuchtschwarzerde) mit dem Simulationsergebnis.

bis in die obersten Bodenschichten deutlich verbessert werden könnte.

Literatur

- DVWK, 1980: Empfehlungen zum Bau und Betrieb von Lysimetern. DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft, Heft 114. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- RICHTER, D., 1995: Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers. Berichte des Deutschen Wetterdienstes 194, Offenbach am Main.
- KLAGHOFER, E. und E. STENITZER, 1984: Zur Frage der Bestimmung des Wasserbedarfes von Pflanzenbeständen aus Lysimetermessungen. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 25, 6-11.
- STENITZER, E. und U. MÜLLER, 1996: Wasserhaushalts- und Ertragsmodell SIMWASER. Arbeitshefte Boden, Heft 1/1996. Schweitzerbart & Bornträger, Stuttgart.