

# Die Lysimeteranlage Hirschstetten als Grundlage zur Erfassung der Grundwasserneubildung im Marchfeld

E. STENITZER und J. HÖSCH

## Abstract

The lysimeter station in Hirschstetten near Vienna is shortly described and the error in measuring the seepage from a deep silty Chernozem is assessed for two sites in the Marchfeld, which have the same soil profile as in the lysimeter but have different weather. While there was no seepage at all in the lysimeter during the period 2001-2005, the simulations show, that percolation from the natural soil profile would yield 100 and 250 mm respectively. Therefore a reconstruction of the existing "gravity lysimeters" into simple "suction lysimeters" is recommended.

Die Lysimeteranlage in Hirschstetten wird kurz beschrieben und der Fehler bei der Sickerwassermessung bei einem tiefgründigen schluffigen Tschernosem für zwei Standorte im Marchfeld mit gleichem Bodenaufbau, jedoch unterschiedlichem Wetter, abgeschätzt. Während beim Lysimeter im Untersuchungszeitraum 2001-2005 kein Sickerwasser anfällt, beträgt die rechnerische Grundwasserneubildung im ungestörten Bodenprofil 100 bzw. 250 mm. Ein Umbau der "Schwerkraftlysimeter" in einfache "Unterdrucklysimeter" wird daher vorgeschlagen.

## Einleitung

Die Europäische Wasserrahmenrichtlinie gewährt dem Grundwasser besonderen Schutz, wobei es sowohl mengenmäßig, als auch chemisch in einem guten Zustand sein muss. Beide Bedingungen sind im Falle des mächtigen Grundwasservorkommens unter dem landwirtschaftlich intensiv genutzten Marchfeld, welches eine deutlich sinkende Tendenz und eine zu hohe Belastung vor allem mit Nitrat aufweist, seit geraumer Zeit nicht erfüllt. Durch die in Angriff genommene dezentrale Versickerung von Donauwasser

entlang des Marchfeldkanals soll die Absinktendenz gestoppt werden (WEYERMAJR 2002), indem das im Rahmen der Kanalplanung global ermittelte Defizit von 10 Mio. m<sup>3</sup>/a (HARREITER 1993) ersetzt wird. Hinsichtlich der güttemäßigen Verbesserung der unzulässig schlechten Grundwasserqualität ist die Erstellung eines zuverlässigen und aussagekräftigen instationären Grundwassermodells erforderlich, welches im Stande ist, die langfristige Auswirkung alternativer Maßnahmen zur Verminderung des Stoffeintrages vorauszusagen. Ein derartiges Grundwassermodell benötigt entsprechend abgesicherte Eingangsdaten insbesondere hinsichtlich der Grundwasserneubildung (FANK 2003, ROCK 2003), welche sowohl in ihrer Höhe als auch in ihrer flächenhaften Verteilung möglichst genau bekannt sein müssen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass bezüglich der Grundwasserneubildung im Marchfeld derzeit lediglich generelle und je nach verwendetem Lö-

sungsansatz unterschiedliche Abschätzungen vorliegen und dass deshalb ein dringender Bedarf zu einer experimentellen Verifizierung der Grundwasserneubildung besteht. In dieser Arbeit wird nun versucht, die Möglichkeiten zu beschreiben, welche mit der Lysimeteranlage in Hirschstetten zur mengenmäßigen Erfassung der Grundwasserneubildung gegeben sind.

## Die Lysimeteranlage in Hirschstetten

Die Lysimeteranlage in Hirschstetten wurde in erster Linie zur Erfassung des Wasser- und Nährstoffhaushaltes von landwirtschaftlichen Kulturen (DACHLER 1996) errichtet. Sie besteht aus 18 mit gestörtem Boden gefüllten Lysimeterbehältern mit je 2 m<sup>2</sup> Oberfläche und 2.5 m Tiefe und repräsentiert drei Bodentypen des Marchfeldes in 6-facher Wiederholung, nämlich einen sandigen und einen schluffigen Tschernosem aus Fuchsenbigl sowie eine Feuchtschwarz-

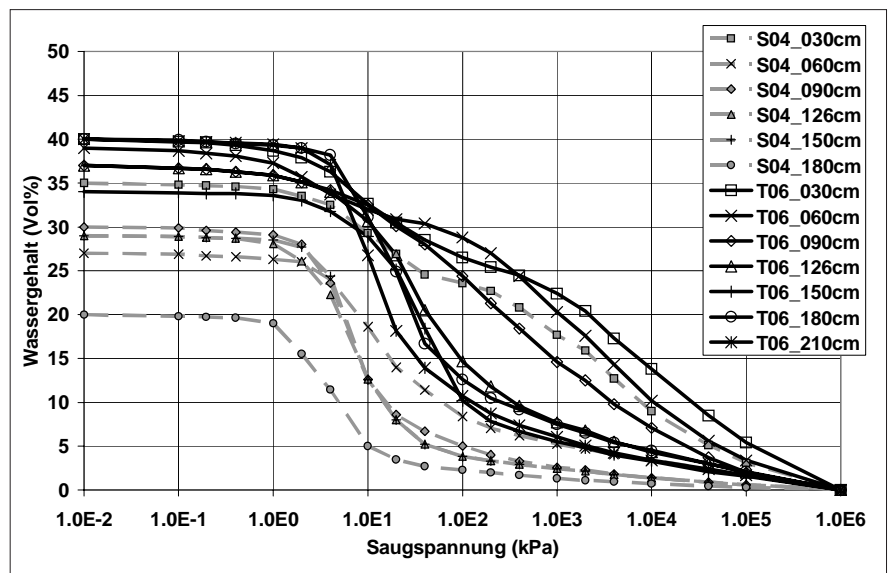


Abbildung 1: "pF-Kurven" der Lysimeterböden (S04 = sandiger Tschernosem; T06 = schluffiger Tschernosem)

**Autoren:** Dr. Elmar STENITZER, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Bundesamt für Wasserwirtschaft, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN, elmar.stenitzer@baw.at und DI Johannes HÖSCH, Österr. Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, Spargelfeldstraße 191, A-1226 Wien

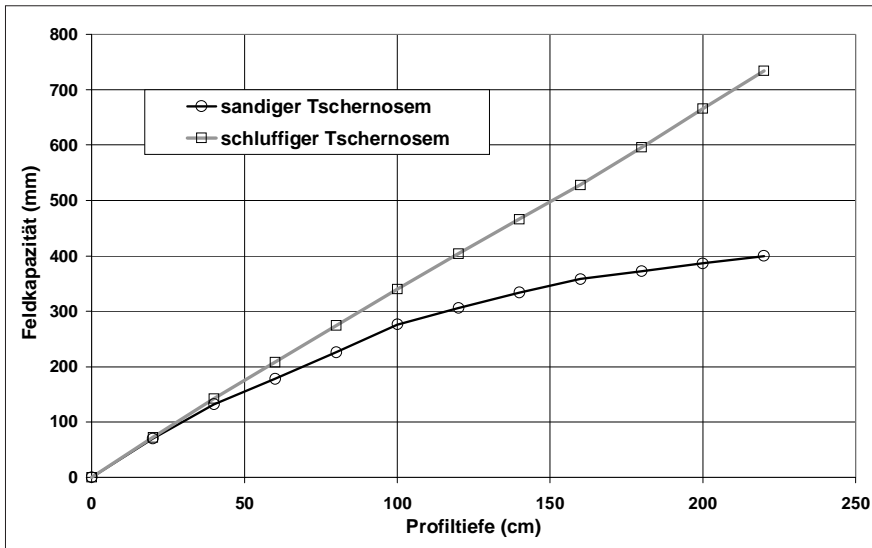


Abbildung 2: Wassermenge (mm) bei "Feldkapazität" der beiden Lysimeterböden als Funktion der Profiltiefe

erde aus Orth an der Donau (BÖHM 1996). Der hohe Tongehalt der Feuchtschwarzerde führte zu tief reichenden Trockenrissen in den Lysimetern und zu einer entsprechenden Sickerwasserbildung zwischen dem Bodenkörper und der Lysimeterwandung, sodass der Lysimeterablauf verschlossen wurde, um damit das Austrocknen des Bodens zu begrenzen. Obwohl auf diese Weise keine Sickerwassermessungen für diesen Bodentyp vorliegen, stehen gesicherte Verdunstungsmessungen zur Verfügung. Für die hier zu besprechende Quantifizierung der Grundwasserneubildung im Marchfeld können also die Sickerwassermessungen des sandigen und des schluffigen Tschernosems herangezogen werden, wobei angenommen wird, dass das in etwa 2.20 m Tiefe in den kiesig-schottrigen Untergrund versickernde Wasser nicht mehr kapillar in den durchwurzelten Bereich aufsteigt. Eine Sickerwasserbildung tritt erst dann auf, wenn die Wassermenge im Profil die sogenannte "Feldkapazität" überschreitet. Aus den "pF-Kurven" der beiden Lysimeterböden (Abbildung 1) wurde deren Speicherfähigkeit als Funktion der Profiltiefe (Abbildung 2) abgeleitet.

### Messergebnisse

Im Lysimeter mit "sandigen Tschernosem" sind bei Sickerwasseranfall etwa 400 mm Wasser gespeichert, während beim Lysimeter mit "schluffigen Tschernosem" dieser Wert bei etwa 730 mm

sem unterhalb der Feldkapazität verblieb.

Im 10-jährigen Mittel fallen beim Lysimeter mit sandigem Tschernosem etwa 14% des Niederschlages als Sickerwasser, während dieser Anteil beim Lysimeter mit schluffigem Tschernosem lediglich etwa 3% beträgt (s. Tabelle 1).

### Lysimeterfehler

Bei der Übertragung der Lysimetermessungen auf die Verhältnisse im Gelände muss jedoch berücksichtigt werden, dass der natürliche Sickerungsvorgang durch das Lysimeter gestört wird: so herrscht am Ausfluss der "Schwerkraftlysimeter" (als welche die Lysimeter in Hirschstetten ausgebildet sind) der Luftdruck, während im natürlichen Boden in der gleichen Tiefe ein vom jeweiligen Grundwasserstand abhängiger Unterdruck und ein dementsprechender Gradient vorliegt, der im natürlichen Bodenprofil die Sickerwasserbewegung in Gang hält, während im Schwerkraftlysimeter die Bodenporen an der Lysimeterbasis erst weitgehend aufgesättigt werden müssen, ehe es zu einer Sickerwasserbildung kommt.

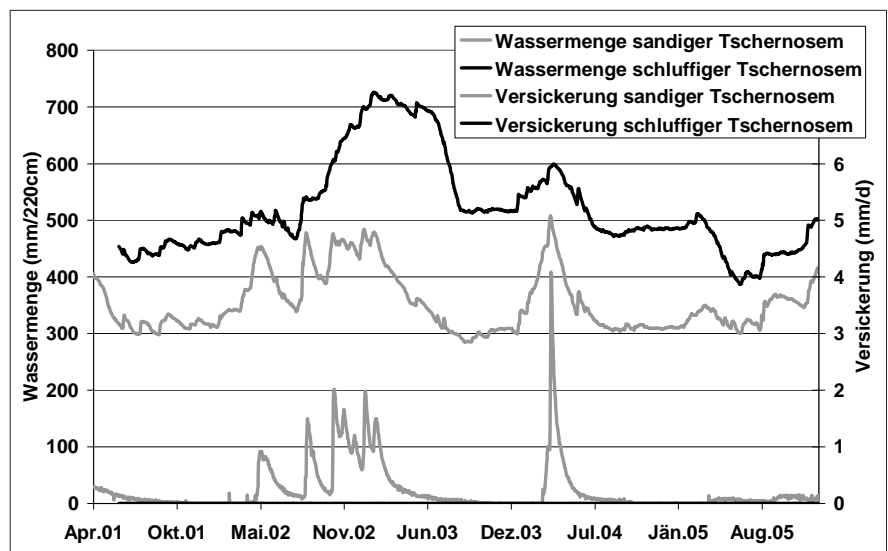


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf der Wassermenge im Bodenprofil und des Sickerwasseranfalls bei den beiden Lysimeterböden

Tabelle 1: Mittlere Wasserbilanz 1996-2005 (alle Angaben in mm/a)

Bodenform	N	B	ETA	GWN	Delta
Schluffiger Tschernosem	540	30	590	20	-40
Sandiger Tschernosem	540	25	480	80	5

N = Niederschlag; B = Bewässerung; ETA = Verdunstung; GWN = Grundwasserneubildung; Delta = Änderung des Bodenspeichers

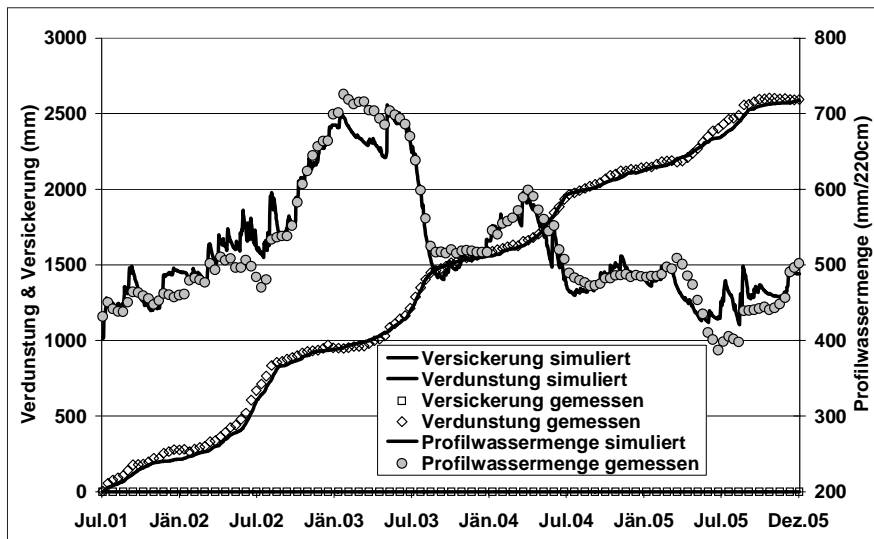


Abbildung 4: Vergleich der simulierten Profilwassermenge, Evapotranspiration und Versickerung mit den entsprechenden Messwerten des Lysimeters T06 (schluffiger Tschernosem) in Hirschstetten

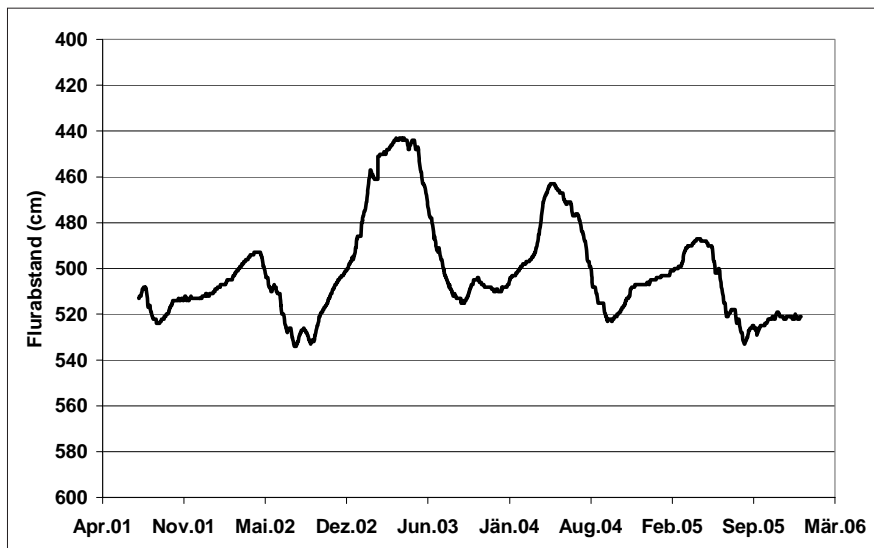


Abbildung 5: Bei der Simulation des "natürlichen" Bodenprofils berücksichtigter Grundwassergang

Dieser "Lysimeterfehler" wurde für das Lysimeter mit dem "schluffigen Tschernosem" mit dem Simulationsmodell SIMWASER (STENITZER et al. 2006) für den Zeitraum 2001 - 2005 abgeschätzt, in welchem bei diesem tiefgründigen Boden keine Sickerwasserbildung im Lysimeter festgestellt wurde. Der in *Abbildung 4* dargestellte Vergleich der berechneten mit den gemessenen Werten zeigt eine gute Übereinstimmung und liefert damit einen Nachweis für die Funktionsfähigkeit des Modells bei der Simulation des Lysimeters.

Mit einem weiteren Simulationslauf wurde die Sickerwassermenge in 220 cm Tiefe in einem dem Lysimeterboden ent-

sprechenden "natürlichen" Profil für denselben Zeitraum mit den selben sonstigen Wetter- und Bodendaten berechnet, wobei der Grundwassergang am Entnahmestandort des Lysimeterbodens als untere Randbedingung (*Abbildung 5*) angesetzt wurde.

Die Simulation (*Abbildung 6*) ergibt für das "natürliche" Bodenprofil des "schluffigen Tschernosems" am Entnahmestandort Fuchsenbigl unter den Wetterbedingungen am Lysimeterstandort Hirschstetten eine effektive Grundwasserneubildung von rund 100 mm (das sind etwa 120 mm Versickerung minus 20 mm kapillarer Aufstieg) obwohl am Lysimeter kein Sickerwasser gemessen

wurde. Bei den für das Zentrale Marchfeld typischen Wetterbedingungen von Obersiebenbrunn (mit etwa 400 mm mehr Niederschlag im Vergleichszeitraum) erhöht sich die effektive Grundwasserneubildung auf rund 250 mm (*Abbildung 6*). Eine Umwandlung der Schwerkraftlysimeter in "Unterdrucklysimeter" mit konstanter Saugspannung von 200 hPa an der Untergrenze des Bodenprofils würde dieselbe Sickerwassermenge wie das natürliche Profil ergeben (*Abbildung 6*).

## Schlussfolgerung

Die Lysimeteranlage in Hirschstetten liefert wesentliche Grundlagen zur mengenmäßigen Erfassung des Bodenwasserhaushaltes bzw. der Grundwasserneubildung im Marchfeld. Wegen ihrer derzeitigen Ausführung als "Schwerkraftlysimeter" wird aber die Grundwasserneubildung des tiefgründigen schluffigen Tschernosem-Bodens unterschätzt. Ein einfacher Umbau der Lysimeter zu "Unterdrucklysimetern" mit einer konstanten Saugspannung von 200 cm an der Untergrenze des Lysimeterbodens würde jedoch eine der Grundwasserneubildung des natürlichen Bodenprofils vergleichbare Versickerung aus dem Lysimeter zur Folge haben. Neben dieser Änderung sollten die in 30cm-Tiefenabständen vorgenommenen Wassergehalts- und Saugspannungsmessungen mit entsprechenden Messungen in 10 und 20 cm Tiefe ergänzt werden. Schließlich sollten die Niederschlagsmessungen mit einer Niederschlagswaage erfolgen, mit welcher vor allem der Winter-Niederschlag im Gegensatz zu einer beheizten Wippe weitgehend verlustfrei erfasst werden kann.

## Literatur

- BÖHM, K., 1996: Lysimeteranlage Hirschstetten: erste Ergebnisse der Sickerwasseranalysen. Bericht über die 6. Gumpensteiner Lysimetertagung, BAL-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 47-53.
- DACHLER, M., 1996: Entstehungsgeschichte und Konzeption der Lysimeteranlage Hirschstetten. Bericht über die 6. Gumpensteiner Lysimetertagung, BAL-Gumpenstein, A-8952 Irnding, 27-32.
- FANK, J., 2003: Auswertung und Interpretation instationärer Grundwasserströmungsmodelle. Proceedings des Workshops "Porengrundwasser - Ressourcenmanagement - Wassergewinn-

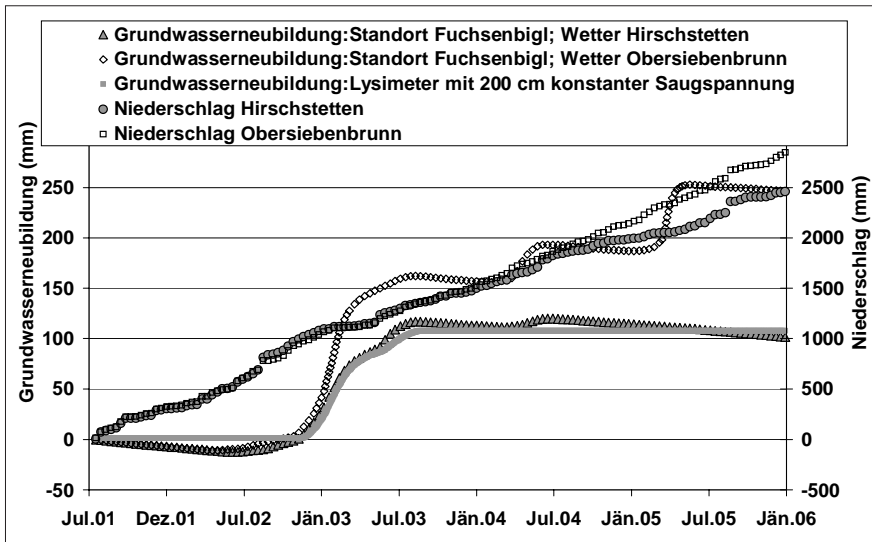


Abbildung 6: Berechnete Grundwasserneubildung unter dem schluffigen Tschernosem bei verschiedenen Randbedingungen (siehe Text)

nung in Tal-Grundwasserleitern: vom Experiment zur Planungsgrundlage", 48-55, Graz.

HARREITER H., 1993: Gewässerhaushaltsuntersuchungen 1988 -1989. Materialien zum Projekt Marchfeldkanal-System, Band 9. Errichtungsgesellschaft Marchfeldkanal, Deutsch Wagram.

ROCK, G., 2003: Das instationäre numerische Grundwasserströmungsmodell als Basis für die Erstellung von Planungsgrundlagen. Proceedings des Workshops "Porengrundwasser - Ressourcenmanagement - Wassergewinnung in Tal-Grundwasserleitern: vom Experiment zur Planungsgrundlage", 32-47, Graz.

STENITZER, E., H. DIESTEL, Th. ZENKER and R. SCHWARTENGRÄBER, 2006: Assessment of capillary rise from shallow groundwater by simulation model SIMWASER using either estimated pedotransfer functions or measured hydraulic parameters. Water Resources Management (in press).

WEYERMAYR, H., 2002: Hightec sorgt für stabile Grundwasserstände. Aquapress international 4/2004.