

Temperatureffekte beim Betrieb des Indoor Lysimeters „Petzenkirchen“

Franz Feichtinger^{1*} und Andreas Scheidl¹

Zusammenfassung

Die vier Meter hohe Schottersäule war vier Monate vollständig mit Wasser gefüllt. In diesem Zeitraum schwankte die Umgebungstemperatur über einen Bereich von etwa 10 °C und zeitsynchrone Wasserspiegelschwankungen wurden mit einer Amplitude von annähernd 18 cm gemessen. Der Einfluss der Temperatur auf die Wasserdynamik ist beachtlich und schafft zusätzliche Unsicherheiten für die Bewertung der Messungen. Daher ist bei steuerbaren Versuchsbedingungen besonders darauf zu achten, dass in der Versuchsumgebung möglichst keine Temperaturschwankungen auftreten.

Schlagwörter: Wasserspiegel, Wasservolumen, Retentionsraum

Summary

A column of 4 m height, which is filled with gravelly material, was saturated with water over a period of about four month. During this time changes in temperature were measured over a range of 10 °C and simultaneously the water level fluctuated over a range of 18 cm. Anyway, changes of temperature influenced the water dynamic remarkable and cause additional uncertainties in such an experiment. Therefore variations in temperature should be minimized in the environment of such a study.

Keywords: water level, water volume, retention characteristic

Einleitung

Temperatur ist eine dominante treibende Kraft bei allen irdischen Kreisläufen. Temperaturänderungen veranlassen zum Nachdenken und zu Analysen, wie dies aktuell all die Studien zum Klimawandel belegen. Der Einfluss von Temperaturschwankungen wurde auch bei den bodenhydrologischen Untersuchungen am Indoor Lysimeter „Petzenkirchen“ deutlich sichtbar. In dieser Arbeit werden die messtechnisch nachgewiesenen Einflüsse von Temperaturänderungen auf die Bodenhydrologie dargelegt, analysiert und im möglichen Rahmen erklärt.

Material und Methoden

Die Probengewinnung, die Korngrößenzusammensetzung des gewonnenen Materials, die Instrumentierung des Indoor Lysimeters und die Errichtung im Labor sind in KUMPAN et al. (2011) beschrieben. Demnach ist die Körnung der obersten 75 cm des Zylinders lehmiger Sand und Schotter. Weitere Details zum Versuch sind in FEICHTINGER et al. (2011) festgehalten. Die Rahmenbedingungen zu diesem Artikel sind nachfolgend hervorgehoben.

Versuchsaufbau

Ein mit Schotter gefüllter Zylinder (400 cm hoch, Innendurchmesser 78 cm) steht mit dem unteren Ende auf einer ebenfalls schottergefüllten Stahlwanne, welche mittig mit einem Zu-/Ablauf versehen ist, durch den Wasser ein- und ausströmen kann. Diesem Zu-/Ablauf ist außerhalb des Zylinders ein Standrohr angeschlossen, welches bis über die Zylinderoberkante (ZOK) reicht und so als Pegel fungiert, an dem die Wasserstände im Zylinder abgelesen werden

können. Dieses Gesamtsystem steht permanent auf einer Waage, welche als Y-Rahmen mit drei Wägezellen (an den Endpunkten des Y) realisiert ist. Im Schotter wird die Temperatur in 11, das Matrixpotential in 21 und der Wasseranteil in 19 Messebenen erfasst. Außerdem werden Temperaturen außerhalb des Zylinders gemessen und zwar in Nähe des Standrohres auf Höhe von 0, ~180 und 400 cm unter ZOK, weiters an der Verbindung von Zu-/Ablauf und Standrohr und mittig der Waage.

Versuchsdurchführung

Nach Fertigstellung des Versuchsaufbaus wurde Mitte April 2010 mit der stufenweisen Wasserbeschickung der Schottersäule über den Zulauf an der Unterseite begonnen. Dabei sollten die Daten zu einem „Multistep-Inflow-Experiment“ gewonnen werden und gleichzeitig war dies die Prüfung des Gesamtsystems auf Wasserdichtheit. Am 8. Juni 2010 war eine Auffüllung der Hohlräume im Schotterkörper bis einige Millimeter unter die Zylinderoberkante erreicht, womit auch die vollkommene Wasserdichtheit der Probe – abgesehen von oberem und unterem Rand - erreicht war. In diesem Stadium waren Temperatureffekte erkennbar, weshalb im Zeitraum von Mitte Juni bis Mitte Oktober 2010 eine Stationärphase ohne Wasserfluss zur oder aus der Probe messtechnisch erfasst wurde (mit Unterbrechung der Messungen von Ende August bis zur zweiten Oktoberwoche). Dabei wurden die Temperaturen, die Matrixpotentiale, die Wasseranteile und die Gewichte über Datenlogger kontinuierlich gemessen. Parallel wurden manuell die Wasserstände im Standrohr (Pegel) und die zeitliche Chronologie der Versuchsdurchführung protokolliert. Verdunstung am oberen Rand des Zylinders wurde durch den Abschluss mit

¹ Bundesamt für Wasserwirtschaft, Institut für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, Pollnbergstraße 1, A-3252 PETZENKIRCHEN

* Ansprechpartner: DI Franz Feichtinger, franz.feichtinger@baw.at

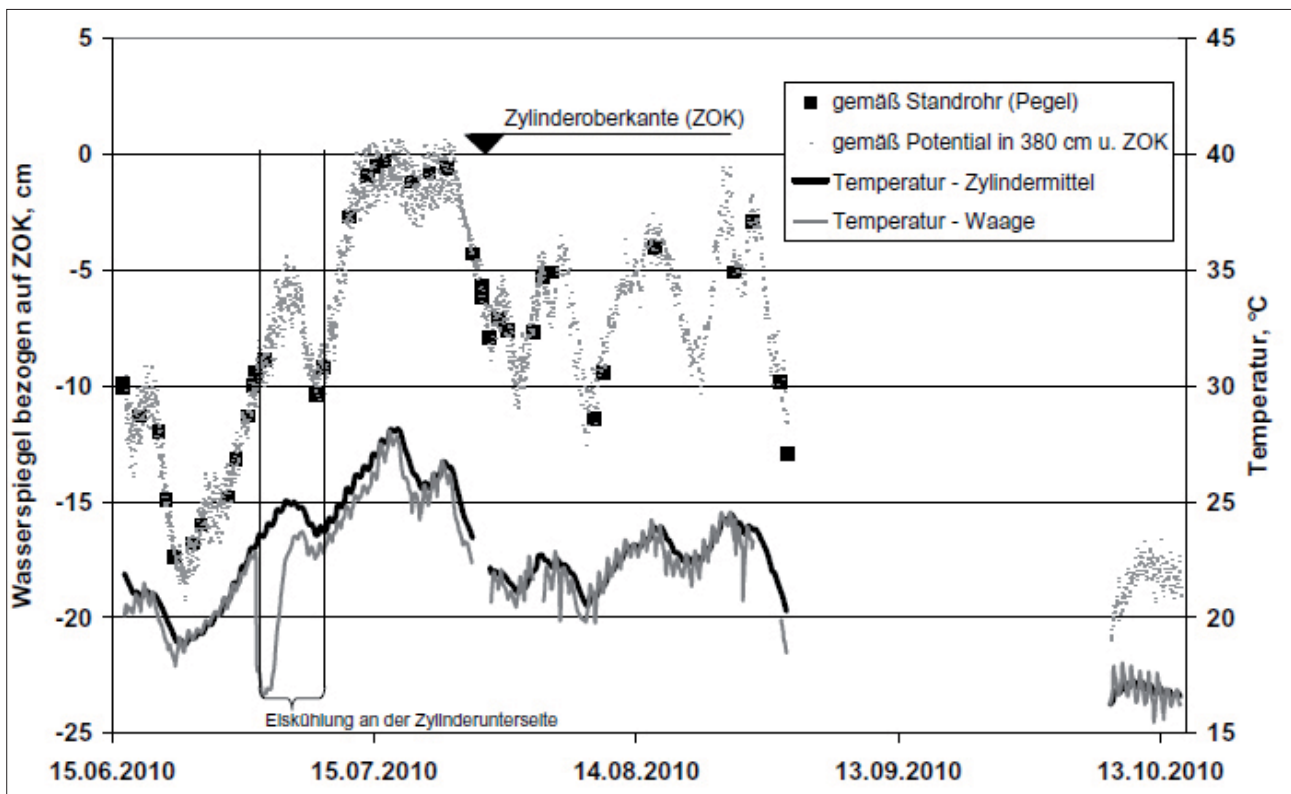


Abbildung 1: Zeitreihen zum Wasserspiegel im Zylinder und von Temperaturen während der Stationärphase (wassergefüllte Säule)

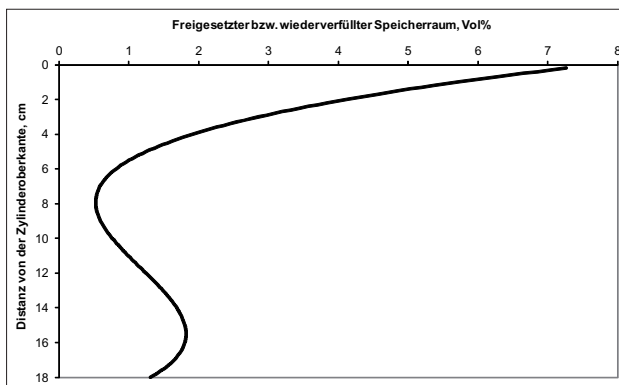


Abbildung 2: Erforderliches Retentionsvolumen in den obersten 18 cm der Schottersäule zur Kompensation Temperaturbedingter Volumenänderungen des Wassers

einer PVC-Folie unterbunden, wobei der Druckausgleich zur Umgebung gewährleistet war.

Ergebnisse

Für die Stationärphase des mit Wasser gefüllten Zylinders sind in *Abbildung 1* die Wasserstände im Zylinder einerseits durch die periodischen Pegelablesungen festgehalten, andererseits sind sie von den Potentialmessungen in 380 cm u. ZOK als kontinuierliche Reihe abgeleitet. Weiters sind die Zeitreihen der Temperaturen für das gewichtete Mittel der im Zylinder gemessenen Werte und für die an der Zylinderunterseite bei der Waage vorgenommenen Messungen festgehalten.

Die beiden Temperaturverläufe verdeutlichen, dass Anfang Juli an der Zylinderunterseite eine deutliche Temperaturabsenkung für mehrere Tage mit Hilfe einer Kühlbox initiiert wurde. Damit sollte die Temperaturabhängigkeit der Wiegezellen geprüft werden. Weiters sind Wasserspiegelschwankungen über annähernd 20 cm erfasst und es ist unübersehbar, dass diese in engem zeitlichen Gleichklang mit den Temperaturänderungen stehen.

Die Analyse der Volumenänderungen, die hinter dieser dokumentierten Dynamik stehen müssen, ergab folgendes Bild. Die mit Wasser gefüllte Schottersäule enthält etwa 740 Liter Wasser. Die Volumenänderungen dieser Wassermenge wurden mit den gemessenen Temperaturen (Zylindermittel) entsprechend der Dichtefunktion über die Zeit berechnet. Stellt man die berechneten Wasservolumina zeitsynchron gemessenen Wasserspiegel (Pegelmessungen) gegenüber, ergibt sich eine ziemlich straffe Beziehung. Diese Abhängigkeit erlaubt über die Schwankungsamplitude des Wasserspiegels jene Speicherraumvolumina abzuleiten, die erforderlich sind, um die Volumenänderungen des Wassers abzubilden. Daraus resultiert für die obersten 18 cm eine Retentionscharakteristik in Form von freigesetzten bzw. wiederverfüllten Speicherraum gemäß *Abbildung 2*. Der oberste Millimeter ist mit einem 50-prozentigen Speicherraum berücksichtigt, was aus *Abbildung 2* nicht hervorgeht.

Diese Retentionscharakteristik ist als die Summe aller möglichen Einflüsse (Porenraumentleerung, Volumenänderung des Behälters, ...) zu sehen. Berücksichtigt man quasi in einer „Feedback-Runde“ die Retentionscharakteristik

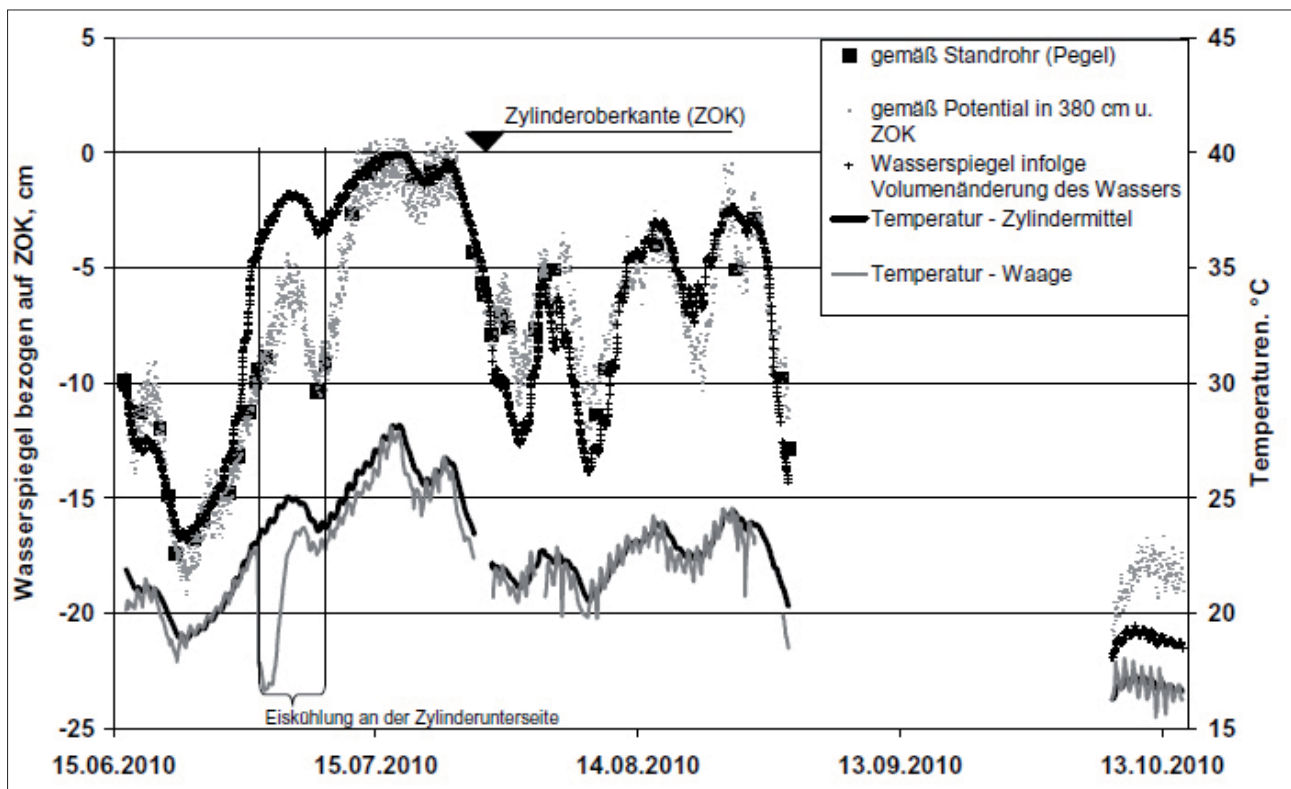


Abbildung 3: Zeitreihen von Temperaturen, von gemessenen Wasserspiegeln im Zylinder und von berechneten Wasserspiegeln infolge temperaturbedingter Volumenänderung des Wassers während der Stationärphase (wassergefüllte Säule)

gemäß *Abbildung 2* und legt die berechneten Volumenänderungen der Gesamtwassermenge infolge Dichteänderung in Wasserspiegelschwankungen um, so erhält man den in *Abbildung 3* dargestellten Verlauf.

Die gute Rekonstruktion der gemessenen Dynamik ist nach der beschriebenen „Parametrisierung“ nicht verwunderlich, jedoch ist doch darauf hinzuweisen, dass gerade die Tage der Kühlboxanwendung durch größere Abweichungen auffallen. Ebenso ist die einigermaßen zutreffende Rekonstruktion der Messwerte im Oktober (nach längerer Pause in den Messungen) beachtenswert.

Resümee

Die Messwerte zeigen eindrucksvoll, dass Temperaturänderungen in der Versuchsumgebung deutlichen Einfluss auf die Wasserdynamik im Probekörper haben. Die Messergebnisse erlauben für die obersten 20 cm der Probe eine Retentionscharakteristik des gesamten Systems abzuleiten. Jedenfalls beinhalten Messungen, die von Temperaturschwankungen beeinflusst sind, zusätzliche Unsicherheiten,

die die Interpretation erschweren. Dies ist jedoch weitgehend vermeidbar, indem auf eine Versuchsumgebung mit möglichst geringen Temperaturschwankungen hoher Stellenwert gelegt wird.

Literatur

- FEICHTINGER, F., A. SCHEIDL, W. DURNER, J. FANK, U. SCHINDLER und G. von UNOLD, 2011: Erste Ergebnisse vom Indoor Lysimeter „Petzenkirchen“. Bericht über die 14. Gumpensteiner Lysimetertagung „Lysimeter in der Klimaforschung und Wasserwirtschaft“, 3./4. Mai 2011, in Druck.
- KUMPAN, M., A. SCHEIDL, F. FEICHTINGER, J. DORNER und M. KARNER, 2011: Probenahme und Instrumentierung zum Indoor Lysimeter „Petzenkirchen“. Bericht über die 14. Gumpensteiner Lysimetertagung „Lysimeter in der Klimaforschung und Wasserwirtschaft“, 3./4. Mai 2011, in Druck.
- SCHEIDL, A., J. DORNER und F. FEICHTINGER, 2011: Installation von TDR-Sonden in skelettreiches Material. Bericht über die 14. Gumpensteiner Lysimetertagung „Lysimeter in der Klimaforschung und Wasserwirtschaft“, 3./4. Mai 2011, in Druck.