

# Analyse der Lysimeter- randbedingungen

Gerhard Kammerer<sup>1</sup>  
Willibald Loiskandl<sup>1</sup>  
Sabine Klepsch<sup>2, 3</sup>



Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Wasser-Atmosphäre-  
Umwelt



- <sup>1</sup> Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt  
Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft
- <sup>2</sup> Universität für Bodenkultur Wien  
Department für Wald- und Bodenforschung,  
Institut für Bodenforschung
- <sup>3</sup> Austrian Research Centers GmbH – ARC

## Hypothese



Die Nachführung des Matrixpotenzials am unteren Rand eines 2 m tiefen Lysimeters wäre in Groß-Enzersdorf (Trockengebiet im Nordosten Österreichs mit geringmächtigem A-Horizont) zeitlich nur sehr eingeschränkt möglich

Die sich daraus ergebenden Abweichungen des Sickerwasser-Austrags sind wesentlich

## Wozu führen wir bodenphysikalische, hydrologische Messungen (im weitesten Sinne) im Feld durch?



- Bestimmung von Bilanzgrößen (Oberflächenabfluss, Infiltration, aktuelle (reale) Evapotranspiration, Grundwasseranreicherung, Pflanzenwasserbedarf)
- Langzeitbeobachtung (Monitoring) – Klimawandel
- Identifikation and Quantifizierung von Migrationsprozessen
- Bestimmung von Bodeneigenschaften (nötigenfalls in Verbindung mit Laborversuchen) – überwiegend durch Experimente, bei günstigen Gegebenheiten auch durch Monitoring
- Simulationen; entweder als reines Feldexperiment (z. B. Unterschiede in Bewirtschaftungsweisen) oder zur Kalibrierung und Validierung numerischer Simulationen

03.04.2008

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft | G. Kammerer, W. Loiskandl und S. Klepsch

3

## Fehlerquellen verschiedener Lysimeterformen



In Anlehnung an das DVWK-Merkblatt 238 [1996]:

- Staueffekt (Lysimeterbedingung am unteren Rand) – Lysimeterkörper muss so tief sein, dass der geschlossene Kapillarsaum nicht bis in die wechselfeuchte, verdunstungsbeeinflusste Bodenzone reicht (effektive Wurzeltiefe)
- Bodenwasserbewegung im Lysimeter zumindest an der Umrandung streng eindimensional-vertikal: Standorte mit ausgeprägtem ober- oder unterirdischem Lateralfloss ungeeignet
- Randeffekt – bevorzugte Wasserwegigkeit zwischen Bodenkörper und Lysimeterwand (Quellen und Schrumpfen bei tonigen Böden)
- Ringspalt bei wägbaren Lysimetern – thermische Effekte

03.04.2008

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft | G. Kammerer, W. Loiskandl und S. Klepsch

4



## Fehlerquellen traditioneller Lysimeter II

- Bodenstruktur bei geschütteten Lysimetern –Vorlaufzeit für einigermaßen naturidenten Bedingungen
- Oaseneffekt – Bewuchs auf dem Lysimeter und in der Umgebung sollte möglichst einheitlich sein
- Bodenbearbeitung – konventionelle maschinelle Bodenbearbeitung nur bei spezieller Behälterausführung möglich
- Bodenbiologie im Lysimeter – Mikro-, Meio- und Makrofauna



## Einschränkungen von Lysimetermessungen

- Lysimeter liefern unmittelbar weder physikalische Zustandsgrößen noch Parameter (sondern Bilanzglieder); eine Abschätzung erfordert eine Prozessgleichung (Strömungsmodell) und ist nur durch Ermittlung der bodenhydraulischen Eigenschaften mit inversen Verfahren möglich
- Direkte Ergebnisse aus dem Monitoring mit Lysimetern können nur mit stochastischen Methoden für Simulationen z. B. zur Ermittlung der Bilanzgrößen unter geänderten Umweltbedingungen (Klimawandel) verwendet werden.
- Sie bieten kaum hinreichende Datenbasis für numerische Stofftransportsimulation

## Beschreibung von Prozessen

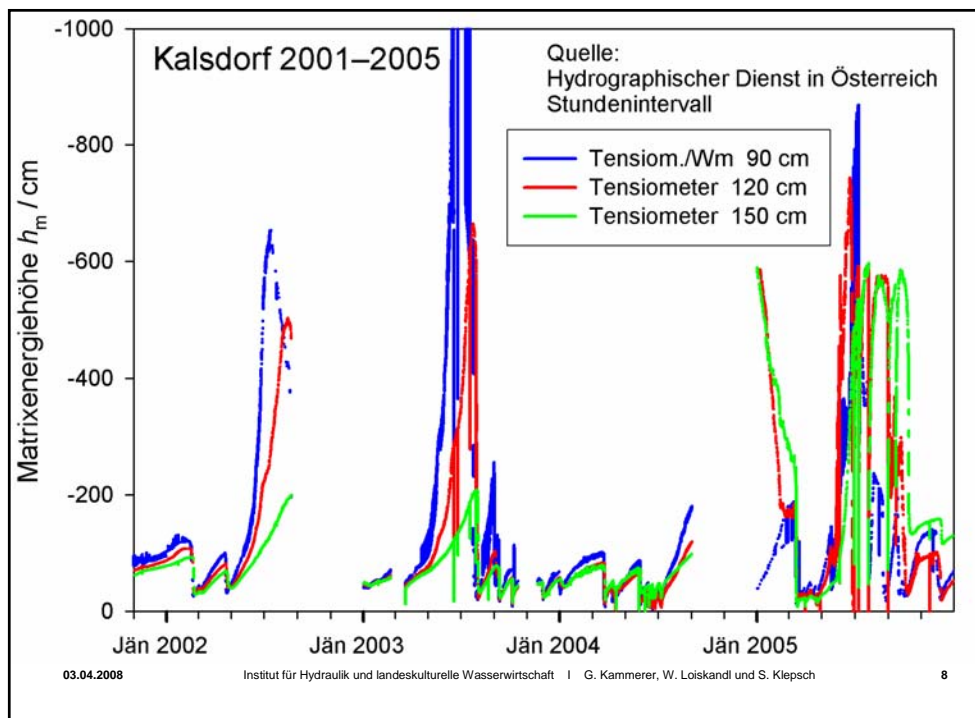


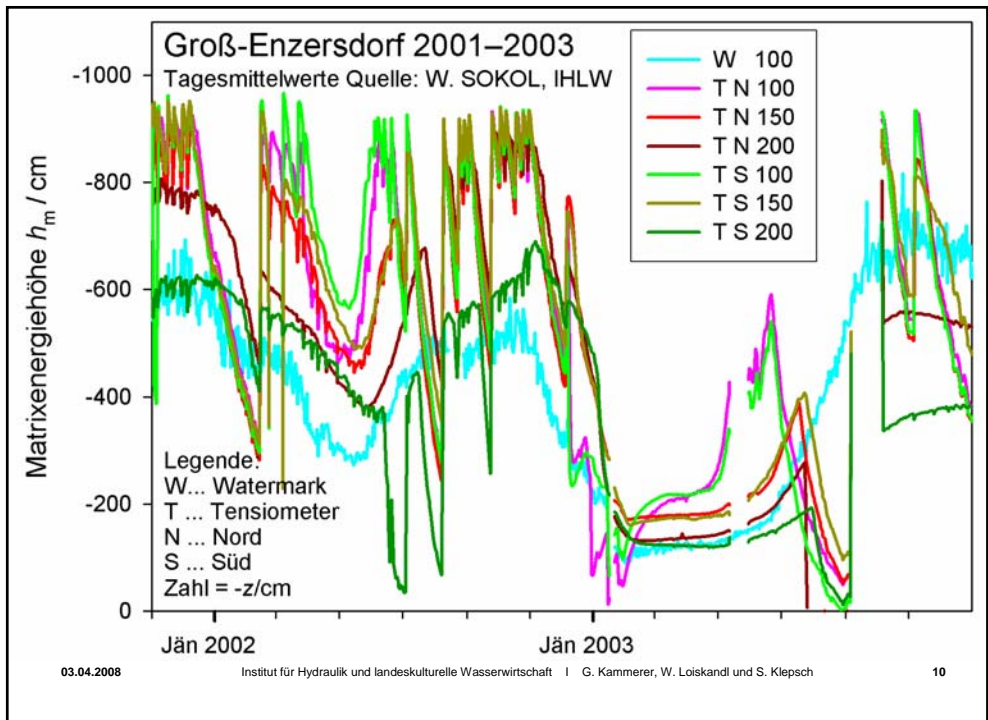
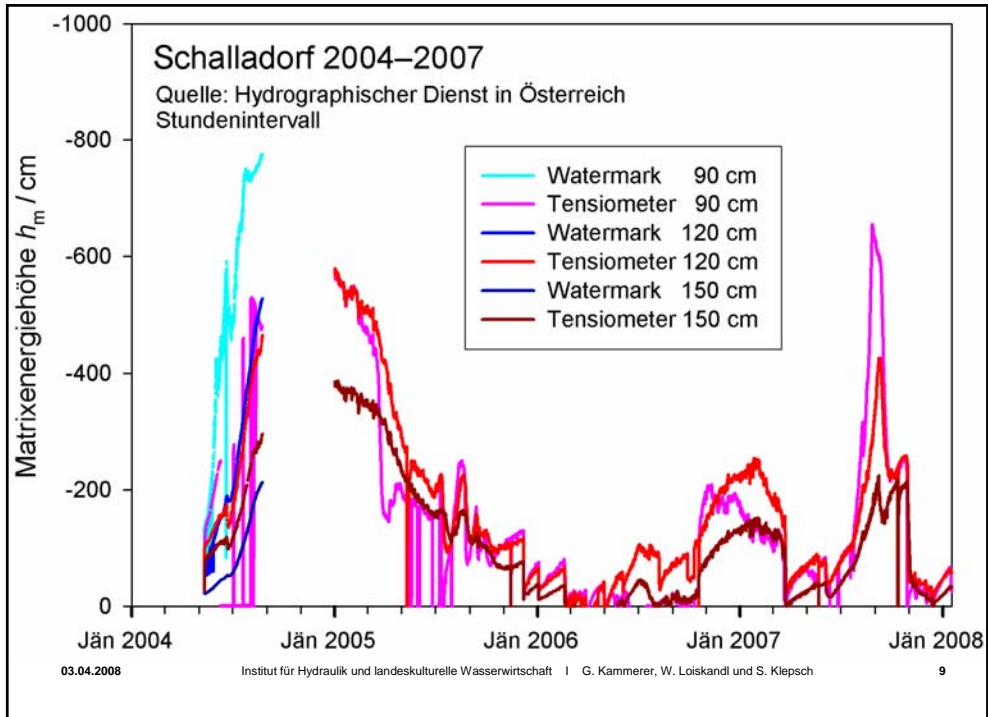
- Ein Prozess läuft unter Annahme einer geeigneten Prozessgleichung (z. B. der Richards-Gleichung als Kombination von Impuls- und Massenerhaltung) theoretisch dann im Lysimeter und in der freien Natur ident ab, wenn die Anfangs- und die Randbedingungen oder die Zustandsgrößenverteilung über die Zeit und den Raum für übereinstimmend befunden werden.
- Welche Datenkombination den Prozess am besten beschreibt, hängt von der Genauigkeit der Messgrößen, vom Einfluss der Messgrößen auf den Prozess und von den gesuchten Größen ab.
- Wenn ein Bilanzglied in der freien Natur gefragt ist, empfiehlt sich die Messung aller übrigen Bilanzglieder und die Kontrolle der (Anfangs- und) Randbedingungen.

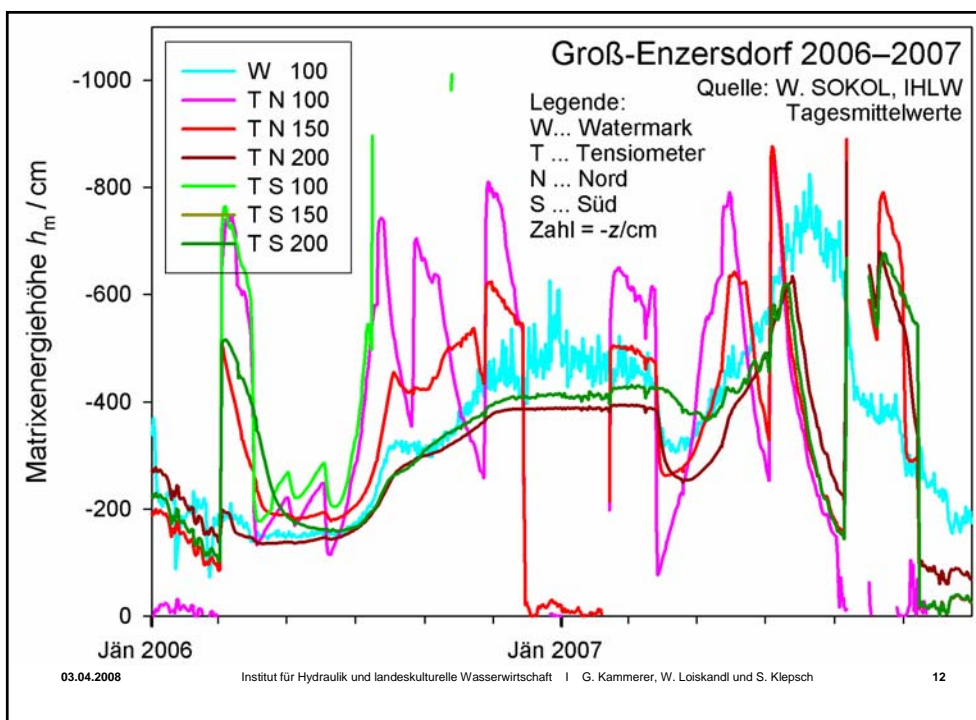
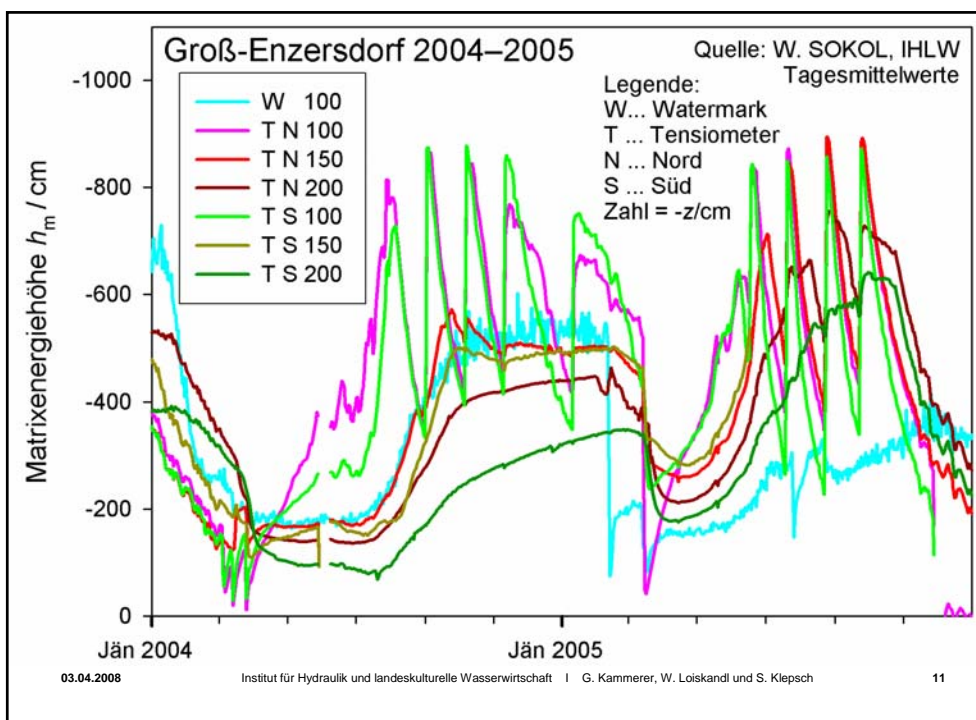
03.04.2008

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft | G. Kammerer, W. Loiskandl und S. Klepsch

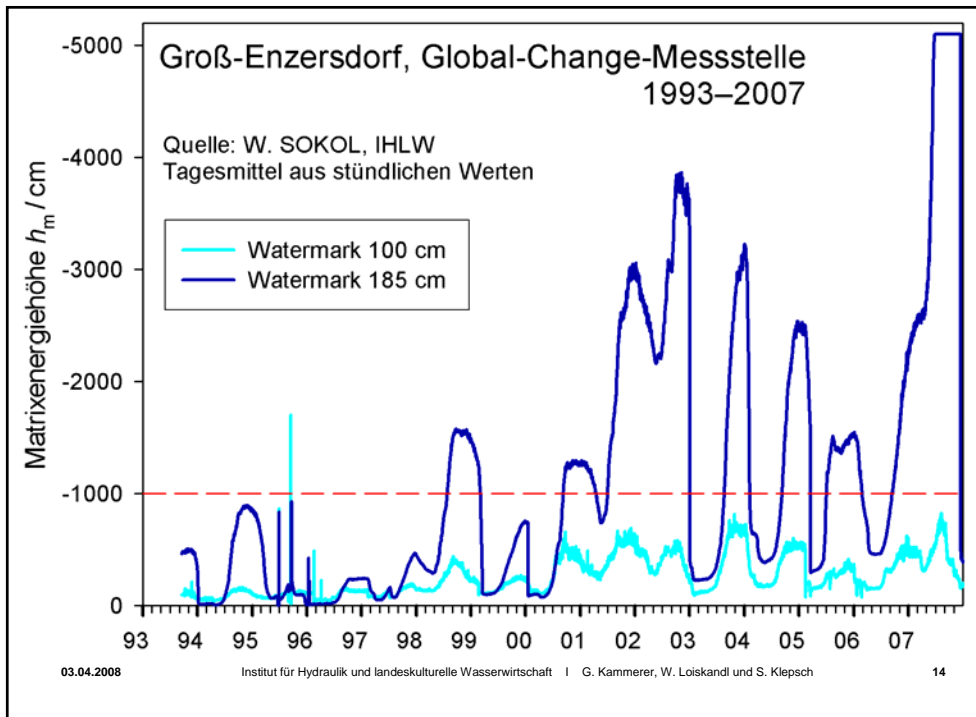
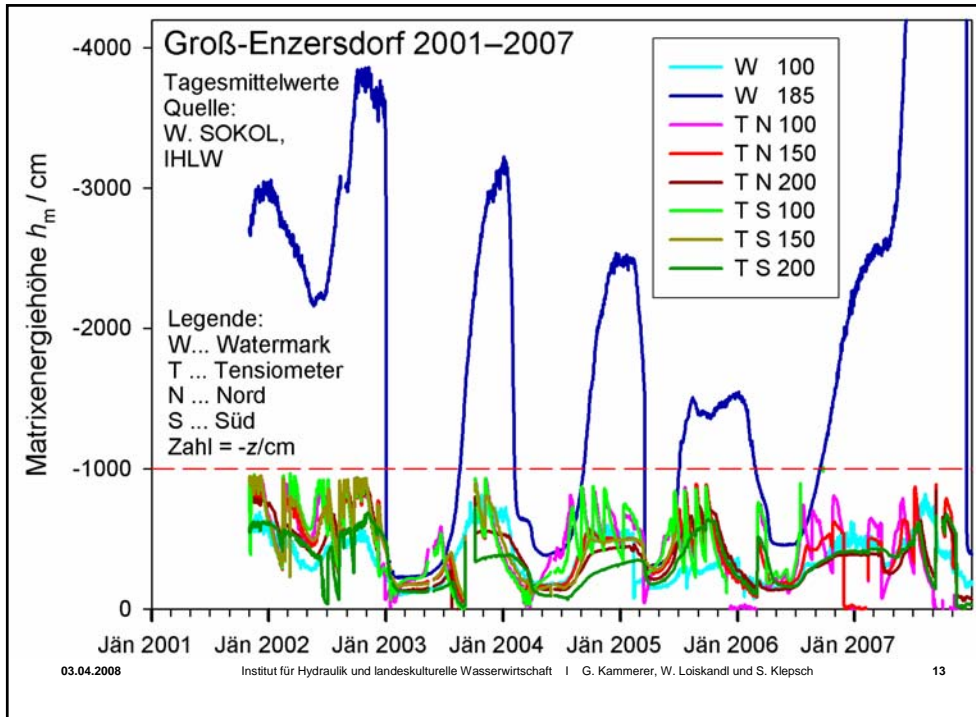
7



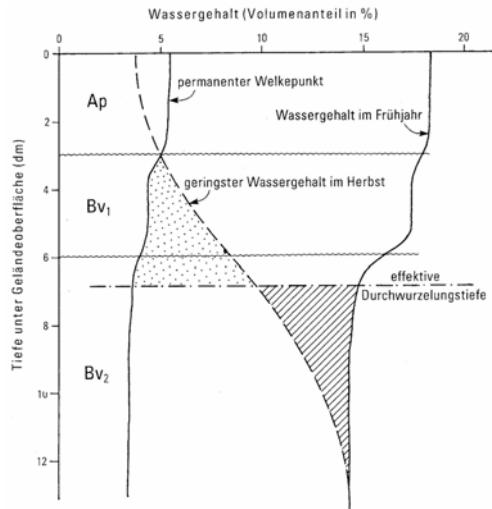








## Vorstellungen über die zeitliche Entwicklung des Wasseranteilsverlaufs im Bodenprofil



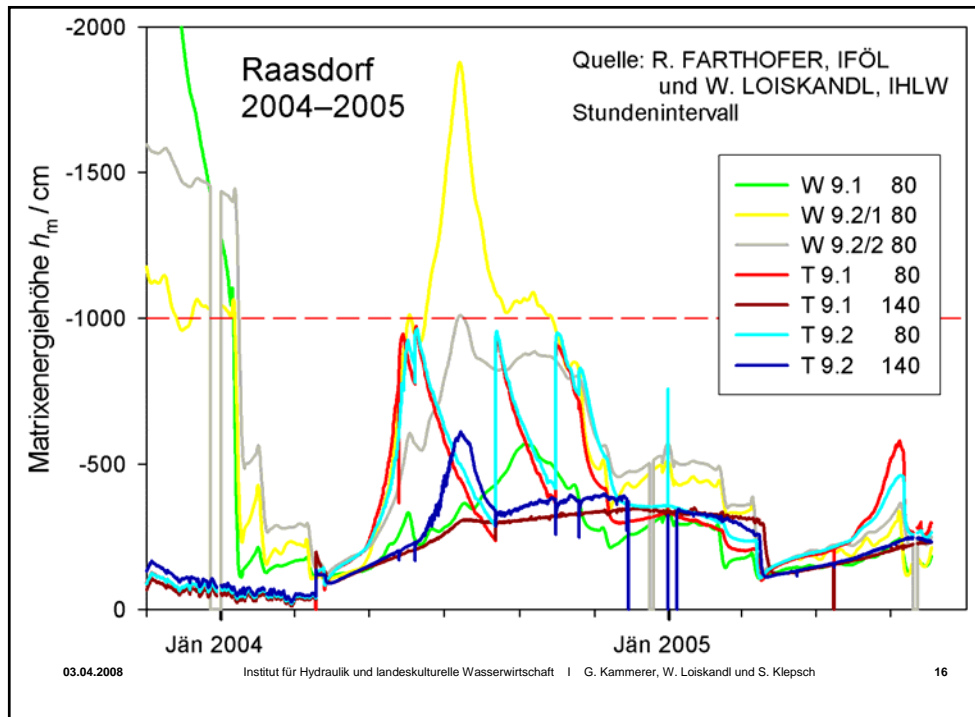
aus DVWK-Regeln 129 [1995]:

Beispiel für die Ermittlung der effektiven Durchwurzelungstiefe in einer Sand-Braunerde in einem Trockenjahr

03.04.2008

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft | G. Kammerer, W. Loiskandl und S. Klepsch

15

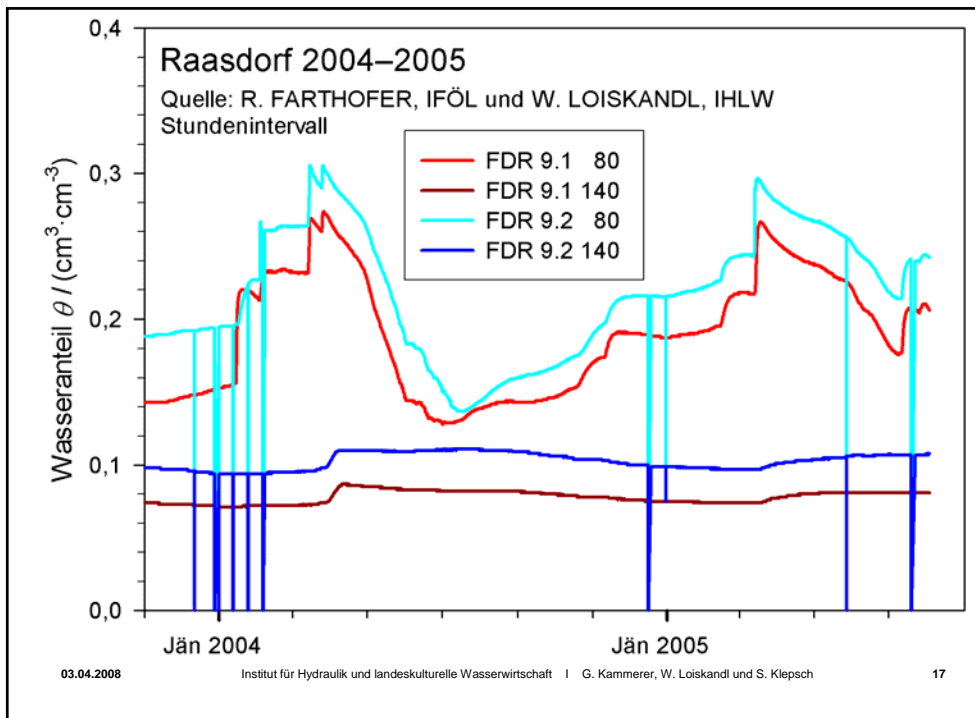


03.04.2008

Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft | G. Kammerer, W. Loiskandl und S. Klepsch

16

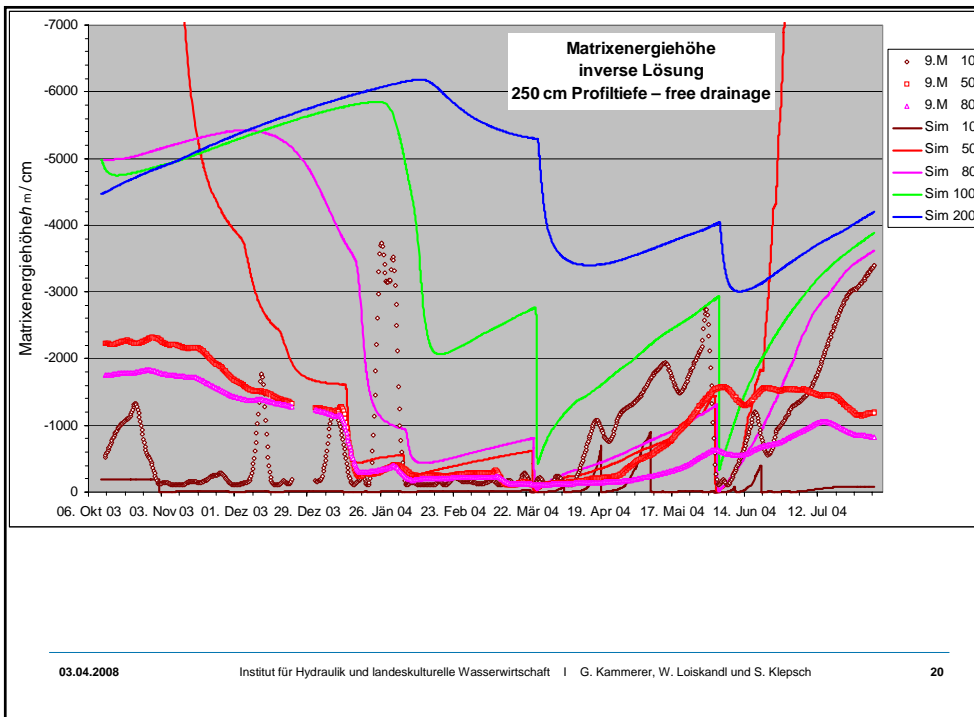
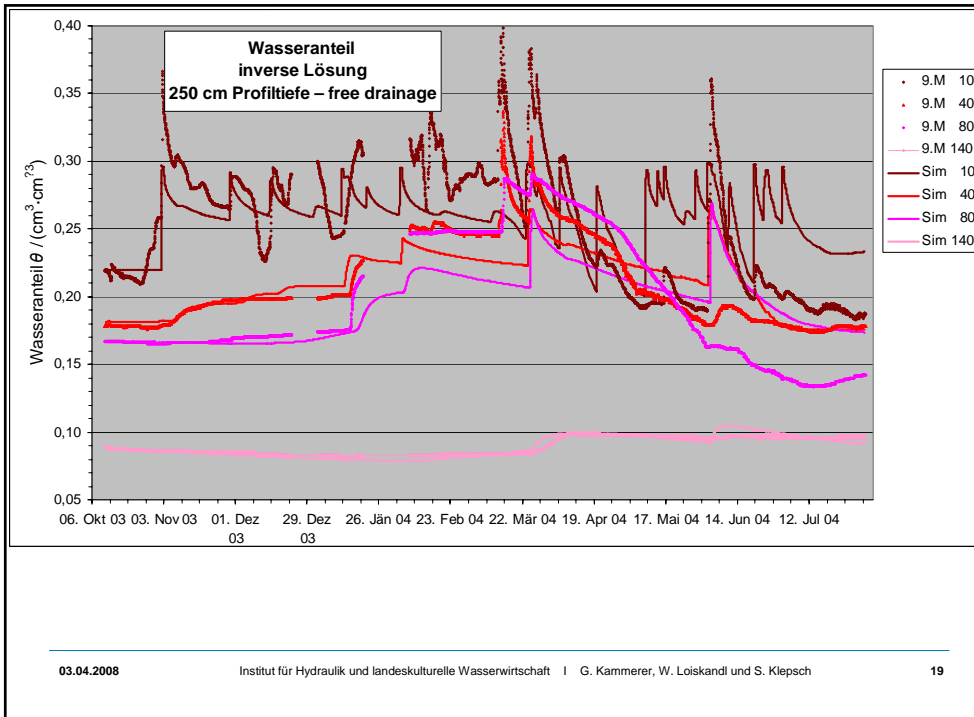


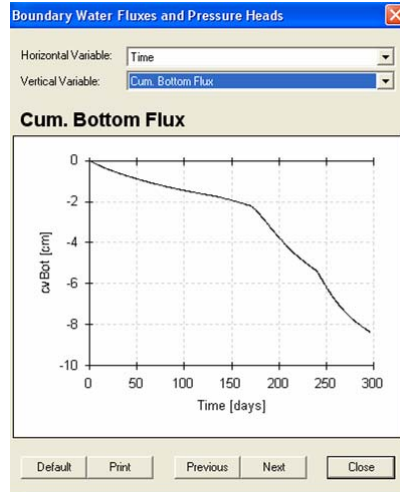


## Untere Randbedingungen

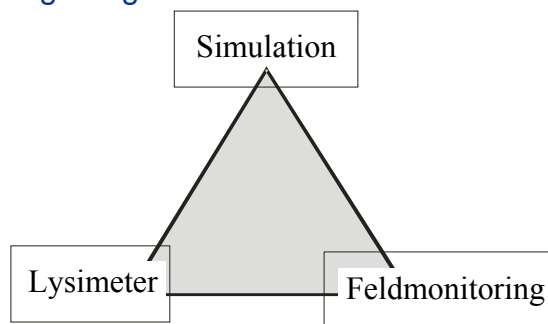


Natürliche Berandung	Potenzial	Anmerkung
Schotter oder Dränschicht	$\Phi_p = 0, q < 0$ $\Phi_p < 0, q = 0$	Wasseraustritt nur bei lokalem Überdruck
Grundwasser	$\Phi_p > 0$	Wasserbewegung in und aus GW
Matrixpotenzial	$\Phi_p < 0$ (konstant oder nachgeführt)	Keramikplatte oder -kerze, Umgebungspotenzial gesteuert oder geregelt
Einheitsgradient	$\partial\Phi_p/\partial z = 0$	Schwerkraftentwässerung
Tiefenlysimeter	$\partial\Phi_p/\partial z = f(\Phi_p)$	Randbedingungseinfluss vermindert





### Schlussfolgerung



Kombination Lysimetrie und direkter Messung der Bodenwasserkennwerte  
drittes Glied die Simulation  
für Interpretation der Wasserkreislaufparameter



**Universität für Bodenkultur Wien**

**Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt**  
Institut für Hydraulik und landeskulturelle Wasserwirtschaft

Gerhard Kammerer

Muthgasse 18  
1180 WIEN  
ÖSTERREICH

Tel.: +43 1 36006-5487  
Fax: +43 1 36006-5499  
gerhard.kammerer@boku.ac.at  
<http://www.wau.boku.ac.at/ihlw.html>