

Tagung: Wasserkreislaufparameter, 31. März bis 1. April 2008

Bedeutung der unteren Randbedingung in Lysimetern für die Sickerwassermessung

Uwe Schindler, Gernot Verch, Maren Wolff und Lothar Müller
Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V.



Tagung: Wasserkreislaufparameter, 31. März bis 1. April 2008

Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
- Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow
- Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse
 - Unterdrucksteuerung
 - Bodenschichtung
- Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis
- Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ
- Schlussfolgerungen



Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung

Ein **Lysimeter** (von griech. *lysis* = Lösung, Auflösung und *metron* = Maß) ist ein Gerät mit definierten Randbedingungen zur Ermittlung von Bodenwasserhaushaltsgrößen (Versickerungsrate, Verdunstung) und zur Beprobung von Bodensickerwasser, um dessen Quantität und Qualität zu bestimmen.

In der Agrar- und Umweltforschung werden Lysimeter zur Erfassung und Aufklärung von Wechselwirkungen zwischen Atmosphäre, Boden, Pflanze und Wasser unter Berücksichtigung vom Bewirtschaftungsmanagement verwendet.

Lysimeter sind ein wichtiges Hilfsmittel bei der Entwicklung und Validierung von Modellen (Wachstumsmodelle, Modelle zum Bodenwasser- und Stoffhaushalt) und Messmethoden.

Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
 - Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow
 - Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse
 - Unterdrucksteuerung
 - Bodenschichtung
 - Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis
 - Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ
- Schlussfolgerungen

Feststellung

Aufgrund der Exposition, der Bewirtschaftung und der Konstruktion können Lysimeterergebnisse gegenüber natürlichen Bodenbedingungen fehlerbehaftet und eingeschränkt in ihrer Übertragbarkeit sein!

Fehlermöglichkeiten und Einschränkungen für eine direkte Übertragbarkeit von Lysimeterergebnissen

- Oaseneffekt
- Bewirtschaftungseffekte (Bearbeitung, Düngung, Ernte)

Konstruktionseinflüsse

Grundwasserferne Lysimeter

- * Randeffekte für Wasser und Stoffe
- * **Unterer Rand- freier Auslauf,**
Unterdruck- konstant, Steuerung, Materialien
- * Befüllung (Struktureffekte, präferenzielles Fließen)
- * **Schichtung (Kapillarsperre)**

Grundwasserlysimeter

- * Randeffekte für Wasser und Stoffe
- * Befüllung (Struktureffekte, präferenzielles Fließen)
- * Lysimeter- Flächen-Gebietsbeziehung für Wasser und Stoffe
- * stoffliche Mischeffekte im Grundwasserbereich

Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
- **Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow**
- Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse
Unterdrucksteuerung
Bodenschichtung
- Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis
- Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ
- Schlussfolgerungen

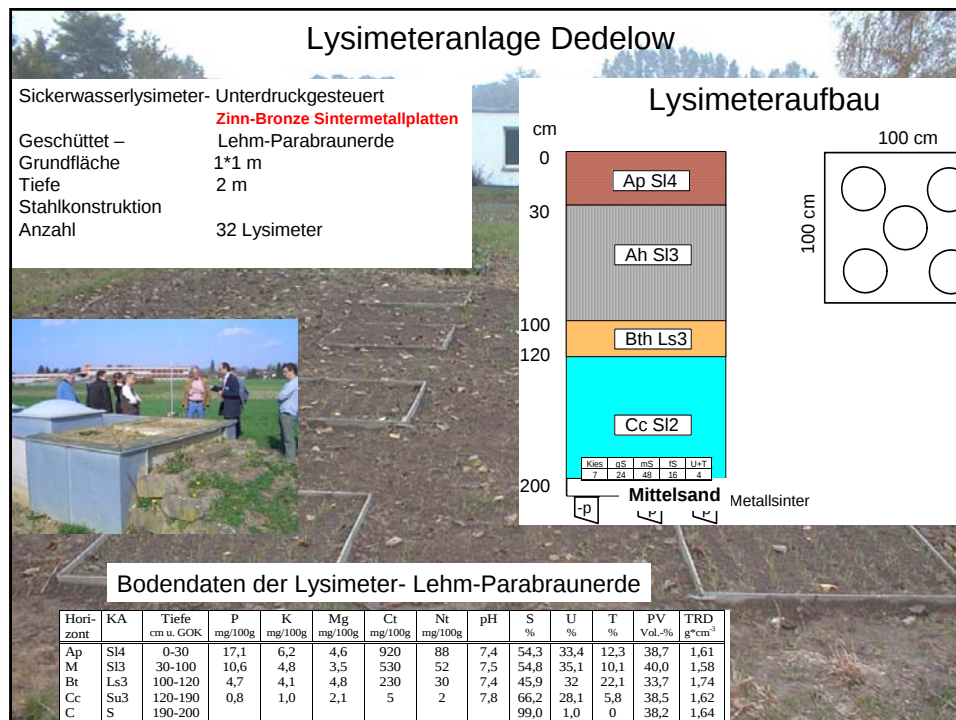
Zielstellung der Lysimeteranlage in Dedelow (1990-2008)

1992-1999

- Untersuchung des Einflusses von Wasser und Düngung auf den Ertrag und die Sickerwasserdynamik im Trockengebiet Nordostdeutschlands

ab 2000

- Weiterführung der Arbeiten zum Einfluss von Wasser und Düngung auf den Ertrag
- Methodische Untersuchungen zur Validierung einer Feldmethode zur Abschätzung von Sickerwasser und Stoffaustrag.
- Wasserverbrauch, Ertrag und Effizienz der Wasserausnutzung von Energiepflanzen
- Prüfung des Cultanverfahrens zur Düngerausbringung auf Bodenwasser- und Stoffhaushalt und Ertrag

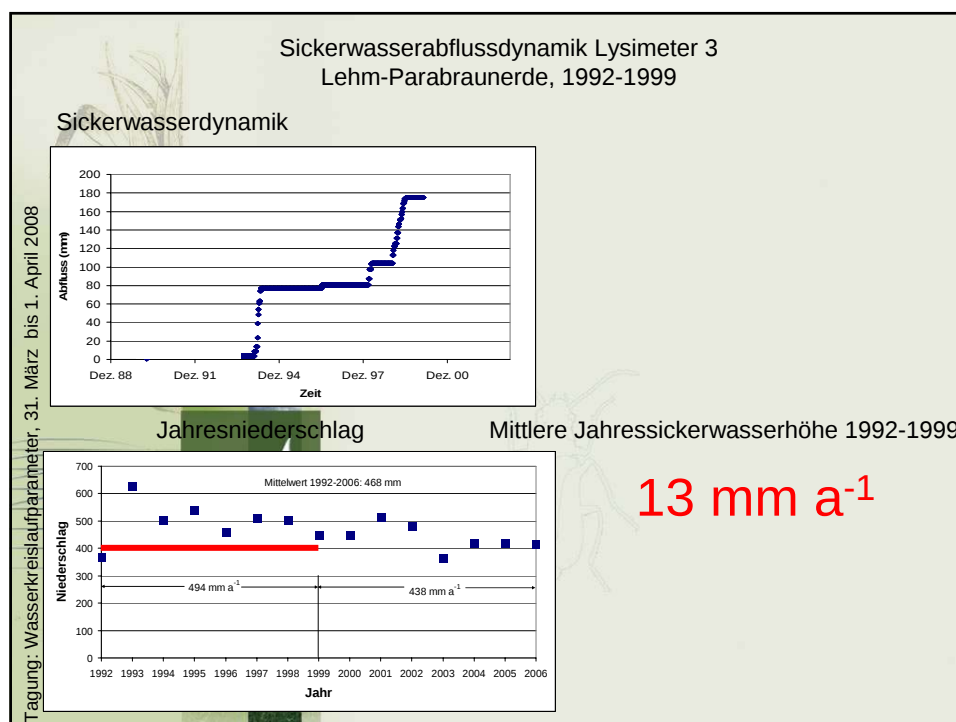




Tagung: Wasserkreislaufparameter, 31. März bis 1. April 2008

Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
- Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow
- **Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse**
- Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis
- Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ
- Schlussfolgerungen



Abflussbildung aus Einzugsgebieten Nordostdeutschlands

Einzugsgebiete		Ae	P	ET _a	R	MQ
					ABIMO	
	Teileinzugsgebiete	km ²	mm a ⁻¹	mm a ⁻¹	1961/90 mm a ⁻¹	mm a ⁻¹
Peene		5129.1	628.4	497.4	131.0	
	Tollense	1826.7	615.8	489.1	126.7	
	Trebel	993.9	660.1	510.3	149.8	157.7
	Peene1	1337.4	631.9	492.8	139.1	
	Peene2	971.1	614.8	506.0	108.8	
Ucker		2417.4	597.8	494.9	102.9	
	Ucker	1746.8	604.3	491.7	112.7	
	Pegel Pasewalk	1454.7	609.8	492.6	117.2	111.5
	Randow	670.6	580.9	503.4	77.6	63.1
Zarow		739.5	604.8	509.1	95.7	
	Golmer Mühlbach	104.8	691.0	535.2	155.7	122.0
Poetterbeck		169.6	601.2	513.0	88.2	
Gesamtgebiet		8455.6	617.0	498.0	119.0	

Ae: Fläche des Einzugsgebietes; P: mittlere Jahresniederschlagshöhe nach DWD fehlerbereinigt; ET_a: mittlere Jahresverdunstungshöhe; R: mittlere Gesamtabflusshöhe nach ABIMO; MQ: mittlerer Durchfluss am Pegel

Tagung: Wasserkreislaufparameter, 31. März bis 1. April 2008

Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
- Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow
- Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse
 - Unterdrucksteuerung
 - Bodenschichtung
- **Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis**
- Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ
- Schlussfolgerungen

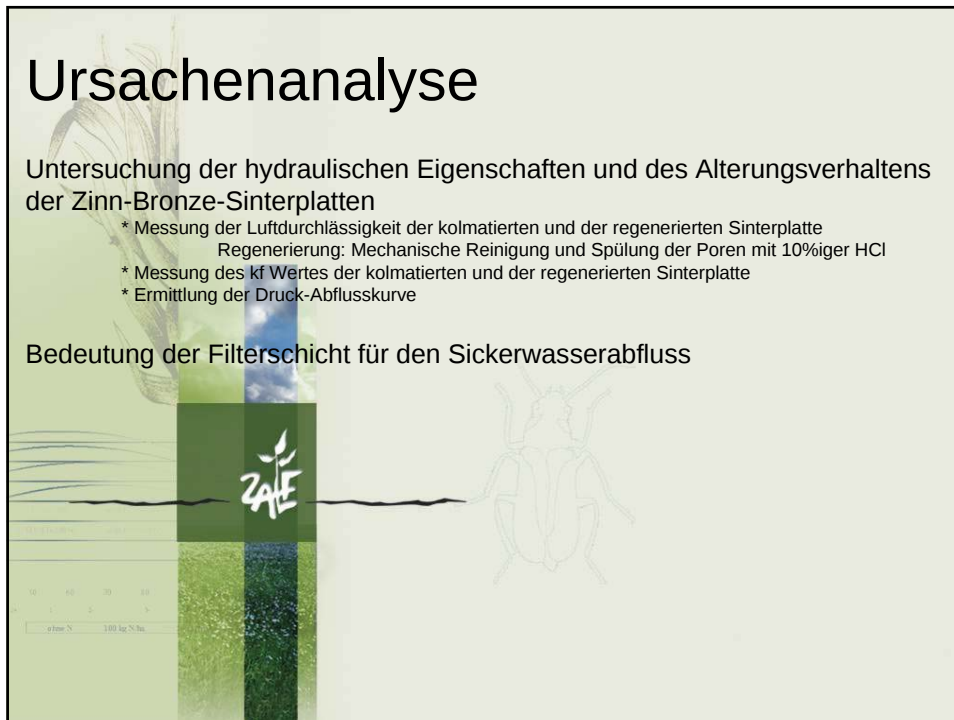


Ursachenanalyse

Untersuchung der hydraulischen Eigenschaften und des Alterungsverhaltens der Zinn-Bronze-Sinterplatten

- * Messung der Luftdurchlässigkeit der kolmatierten und der regenerierten Sinterplatte
Regenerierung: Mechanische Reinigung und Spülung der Poren mit 10%iger HCl
- * Messung des k_f Wertes der kolmatierten und der regenerierten Sinterplatte
- * Ermittlung der Druck-Abflusskurve

Bedeutung der Filterschicht für den Sickerwasserabfluss



Zinn-Bronze-Sintermetallplatten

Sand, Kalk und Wasser sind die Grundsubstanzen für

Mörtel

Oberseite



Unterseite



10 %ige HCl



Regeneration mit HCl 10 %ig

Kolmatisierte Sinterplatte



Regenerierte Sinterplatte
mechanisch gereinigt und mit HCl gespült



10 %ige HCl

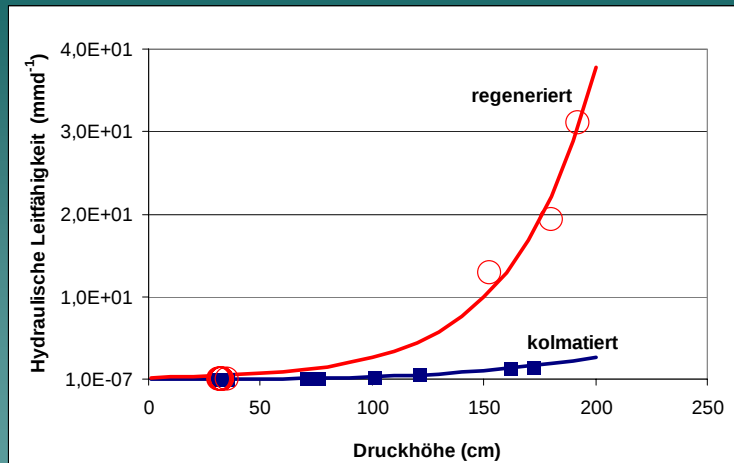


Luftdurchlässigkeit



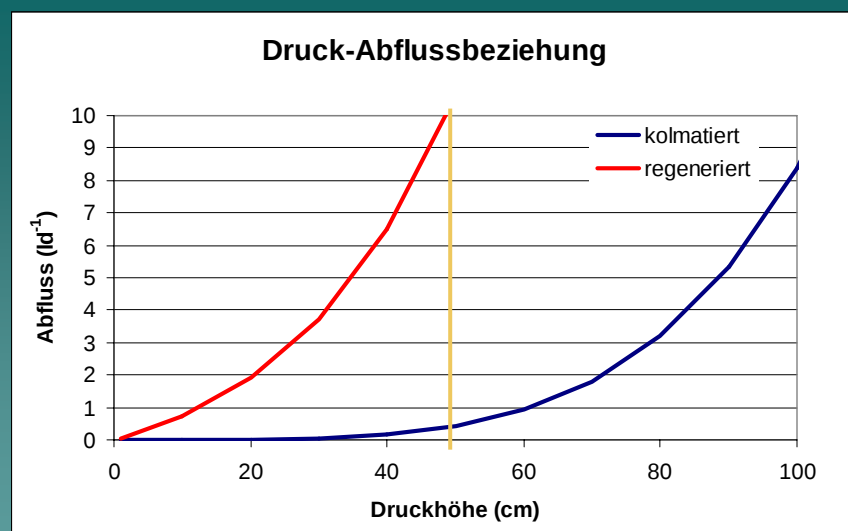
Messung der Wasserdurchlässigkeit

Abhängigkeit der hydraulischen Leitfähigkeit von der Druckhöhe



Die Druckabhängigkeit des k Wertes zeigt, dass der Durchfluss im prälinearen Bereich erfolgt. Der k Wert ist keine Konstante. Der Fluss erfolgt erst nach Vorhandensein eines Initialdruckes.

Zinn-Bronze Sintermetallplatten

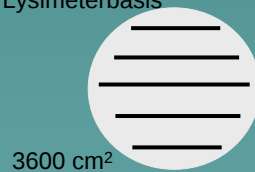


Abfluss bei Druckdifferenz von 50 cm ; Kolmatiert 0,5 mm d^{-1}
 Regeneriert 10 mm d^{-1}

Kolmation und Regeneration von SiC 40 Saugsonden



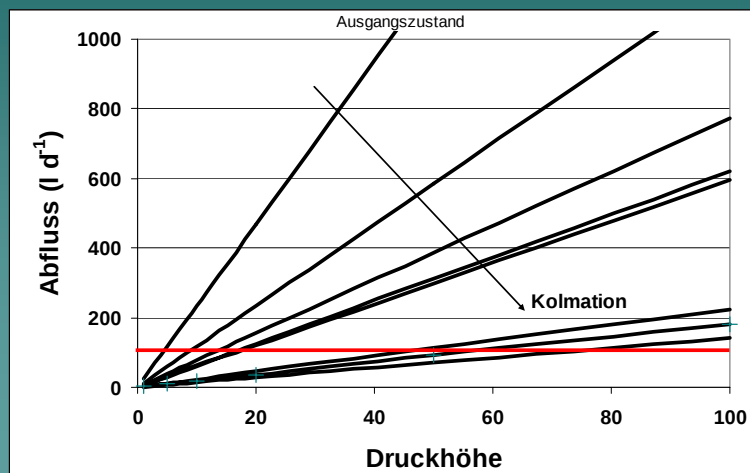
Lysimeterbasis



3600 cm²

Druck-Abflussbeziehung

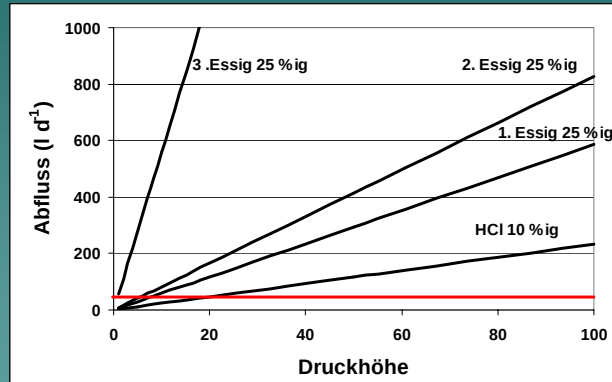
SiC 40 Kerzen von UMS



DARCY

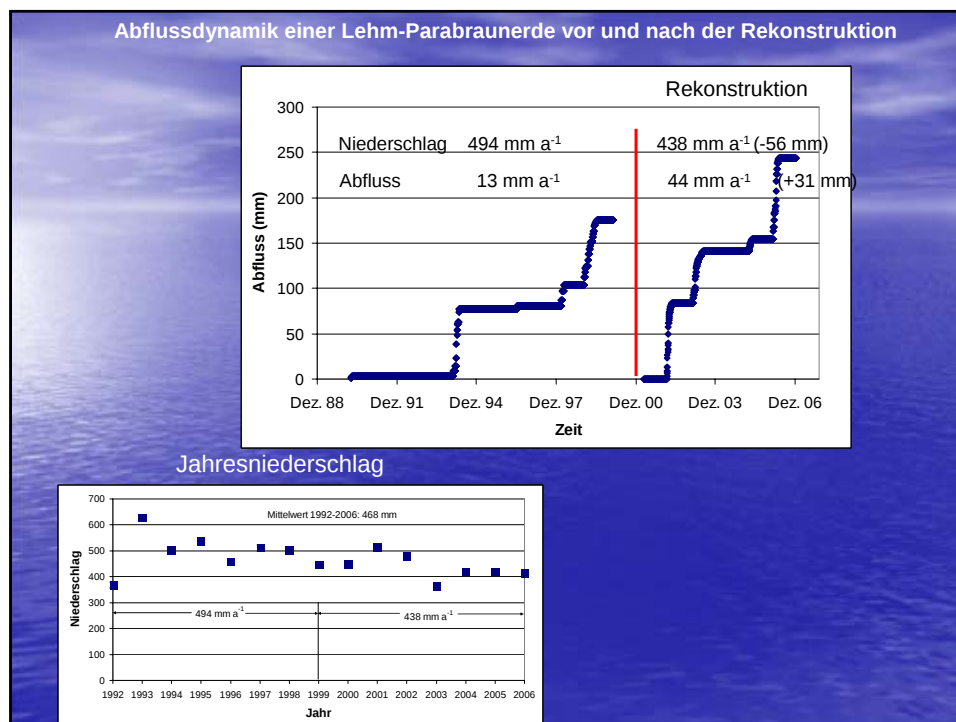
Regeneration SiC40

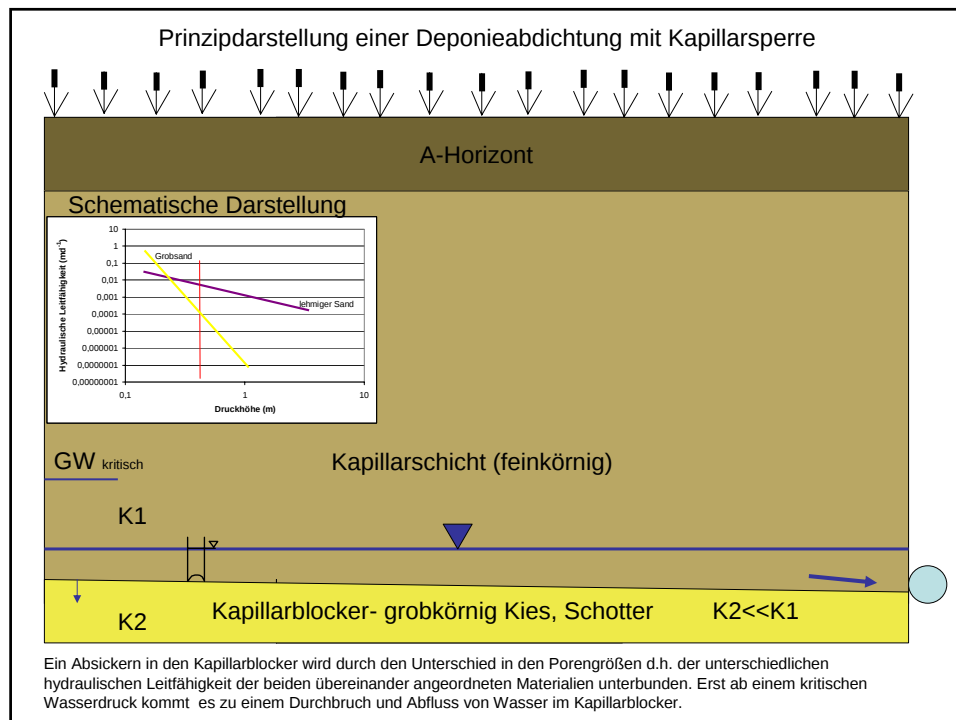
Regeneration mit HCl (10%ig und 400 ml Essig 25%ig auf 2 Liter



Umgestaltung zu Gravitationslysometern







Gliederung

- Definition und Anwendungsbereiche von Lysimetern in der Agrar- und Umweltforschung
- Fehlermöglichkeiten von Lysimetern
- Zielstellung und Aufbau der Lysimeteranlage Dedelow
- Ergebnisse zum Abflussverhalten und Problemanalyse
 - Unterdrucksteuerung
 - Bodenschichtung
- Ursachenanalyse, konstruktive Umgestaltung und Ergebnis
- **Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung in situ**
- Schlussfolgerungen

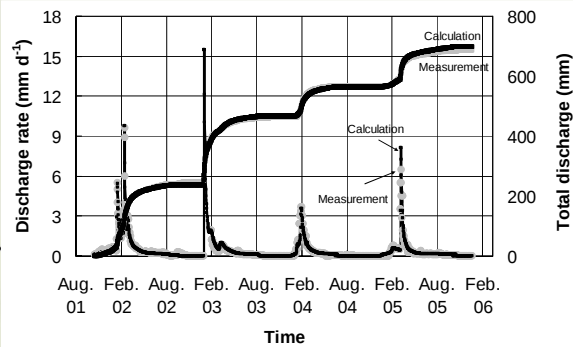
Tagung: Wasserkreislaufparameter, 31. März bis 1. April 2008

ZfE

Bodenhydrologische Messungen als Alternative Möglichkeiten zur Sickerwasserabschätzung auf grundwasserfernen Standorten in situ

Poster

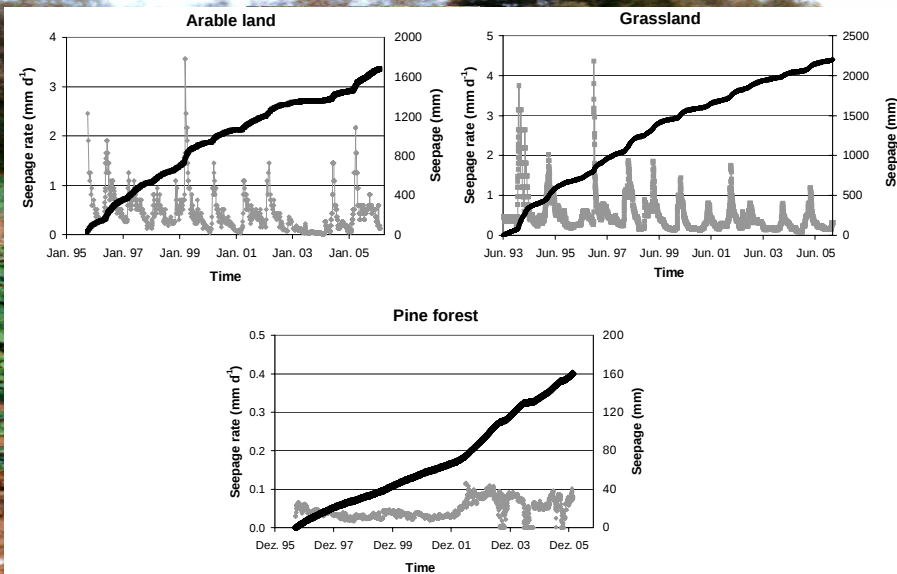
Vergleich von gemessenem Lysimeterabfluss mit aus
bodenhydrologischen Messungen berechnetem Abfluss



Willmott's Index of agreement $d = 1 - \frac{\sum (O_i - P_i)^2}{\sum (|P_i - O_m| + |O_i - O_m|)^2}$

d=0,97

Sickerwasserdynamik unter Acker, Gras und Wald Standort Muencheberg



Schlussfolgerungen

Folgende Dinge sind wichtig für die Funktion von Unterdrucklysimetern

1. Die Unterdruckelemente müssen bei einem Druckgefälle bis etwa 40 hPa einen Abfluss von $> 50 \text{ mm d}^{-1}$ gewährleisten.
2. Sie müssen alterungsbeständig sein. Ggf. sollte eine Funktionsprüfung und Rekonstruktion möglich sein.
3. Der Boden an der Lysimeterbasis muss eine Druckübertragung gewährleisten. Grobe Bodenmaterialien (Kies, Grobsand, Schotter) sind ungeeignet.
4. Es sollten Messsysteme (Tensiometer und ggf. Bodenfeuchtesensoren) für Kontrollzwecke installiert sein.

Auch für Gravitationslysimeter ist eine grobe Filterschicht an der Basis zu vermeiden. Es muss gewährleistet werden, dass es bei Schichtübergängen nicht zu künstlich hervorgerufenen kapillaren Stauwirkungen kommen kann (außer die natürlichen Verhältnisse sind so aufgebaut- Grobschotterunterlagerung).

Aufgrund umfangreicher Fehlermöglichkeiten von Lysimetern, sollten wir zukünftig verstärkt auch über alternative Möglichkeiten nachdenken.

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

