

Untersuchungen zu Bypass-Flüssen an den GSF-Intensiv-Lysimetern

D. KLOTZ

Abstract

In den natürlichen Böden ändert sich in den oberen Horizonten laufend die Lagerungsdichte und das Gefüge. Die Folge können unter gewissen hydraulischen Randbedingungen und bei Starkregen Bypaß-Flüsse mit Sickerwassergeschwindigkeiten im m/d-Bereich sein. In den Intensiv-Lysimetern der GSF-Anlage Neuherberg wurde für zwei Böden der Anteil dieser Bypaß-Flüsse an der Grundwasser-Neubildung abgeschätzt.

Einführung

Böden sind sowohl groß- als auch kleinskalig sehr inhomogen aufgebaut:

- Im **Makrobereich** sind die den Boden bildenden Horizonte verschieden mächtig ausgebildet, die Lockersedimente eines Horizontes weisen Schwankungen in der Körnung und Lagerung auf. Die Folge sind "punktförmig" unterschiedliche Sickerwassergeschwindigkeiten und Grundwasser-Neubildungsraten.
- Im **Mikrobereich** ändert sich insbesondere in den oberen Horizonten durch die Bodenbearbeitung, durch die Durchwurzelung, durch Kleintiertätig-

keiten und durch den Gefrier-/Auftauvorgang laufend die Lagerung und das Gefüge, es entstehen Kurzschlüsse. Aber auch durch den natürlichen Ablagerungsvorgang der Sedimente entstehen kleinskalig Inhomogenitäten, hervorgerufen durch die verschiedenen bodenphysikalischen Kenngrößen. Die Folge können unter gewissen hydraulischen Randbedingungen und bei Starkregen Bypaß-Flüsse mit Sickerwassergeschwindigkeiten im m/d-Bereich sein (SEILER, 1994).

In der GSF-Gefäßlysimeteranlage Neuherberg sind für vier verschiedene Bo-

dentypen je fünf Lysimeter monolithisch (für drei Böden) bzw. händisch unter versuchstechnisch dichter Lagerung (für einen Boden) gefüllt (KLOTZ und SEILER, 1999). Die fünf Lysimeter eines Bodentyps zeigen bei gleichen Bedingungen des Inputs und der Landbewirtschaftung Unterschiede in den Sickerwasserraten (KLOTZ und SEILER, 2000) und im Stoff- und Partikelaustrag (KLOTZ, 2001), d. h. **Inhomogenitäten im Makrobereich**.

Über den Einfluß der **Inhomogenitäten im Mikrobereich** auf die Verteilung der Grundwasser-Neubildungsrate über die

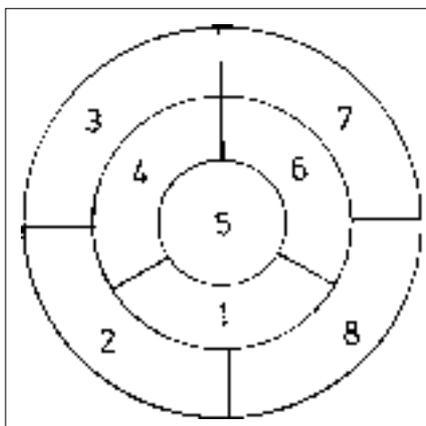


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Segmentanordnungsplan im Auslauf der Intensiv-Lysimeter

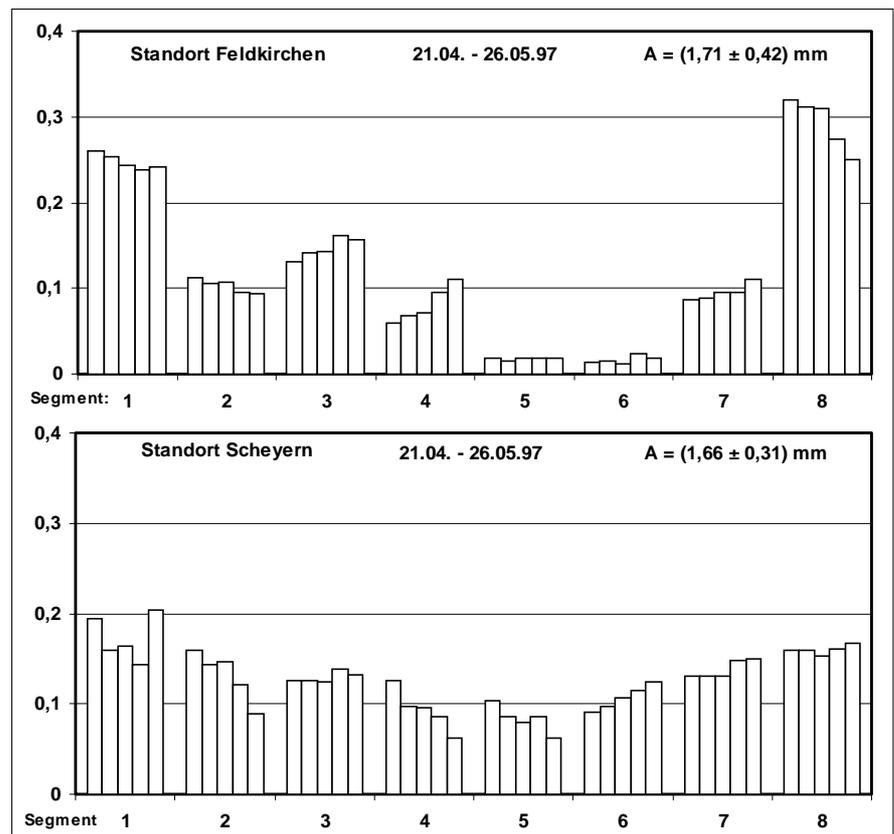


Abbildung 2: Prozentuale Sickerwassermengen in den acht Auslauf-Segmenten der Lysimeter Standort Feldkirchen (oben) und Standort Scheyern (unten) für reine Matrixflüsse (A: Grundwasserneubildung pro Woche) für den Zeitraum bis 28.04.1997 (1. Balken je Segment) und bis 26.05.1997 (5. Balken je Segment). Die Niederschlagshöhen betragen für 07.04. bis 21.04.1997: (9,5 ± 3,6) mm/Woche, für 21.04. bis 26.05.1997: (6,1 ± 2,8) mm/Woche.

Autor: Dipl.-Phys. Dietmar KLOTZ, GSF - Institut für Hydrologie, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 NEUHERBERG

Auslauffläche der Lysimeter wird im folgenden berichtet.

Eingesetzte Lysimeter

Zur Untersuchung des Einflusses von Kurzschlüssen in Böden sind vier Lysimeter (Querschnitt 1 m²) der GSF-Anlage Neuherberg mit einem achtfach unterteilten Auslauf (Fläche je Segment: 12,5 dm²) aufgebaut (**Intensiv-Lysimeter**, *Abbildung 1*). Die in diesen Auslauf-Segmenten anfallenden Sickerwassermengen fließen kontinuierlich in wägbar 10 l Behälter und werden wöchentlich registriert (auf ± 10 g). Die Untersuchungen wurden für eine Rendzina/Kies (Standort Feldkirchen) und für eine pseudovergleite Braunerde/Löß (Standort Scheyern) für den Zeitraum Oktober 1996 bis September 2000 und für

verschiedenen Fruchtanbau durchgeführt:

1996/97: Winter-Weizen,

1997/98: Winter-Gerste,

1998/99: Brache und Mais,

1999/00: Winter-Weizen.

Ergebnisse

Die in den Auslauf-Segmenten registrierten Sickerwassermengen sollten bei homogener Lagerung der Sedimente in dem Lysimeter und ohne Kurzschlüsse gleich (12,5 % der Gesamtmenge) sein. Sowohl die in den Auslauf-Segmenten des Intensiv-Lysimeters Standort Feldkirchen (händische Füllung) als auch in den des Standortes Scheyern (monolithische Füllung) registrierten Sickerwassermengen sind untereinander sehr verschieden,

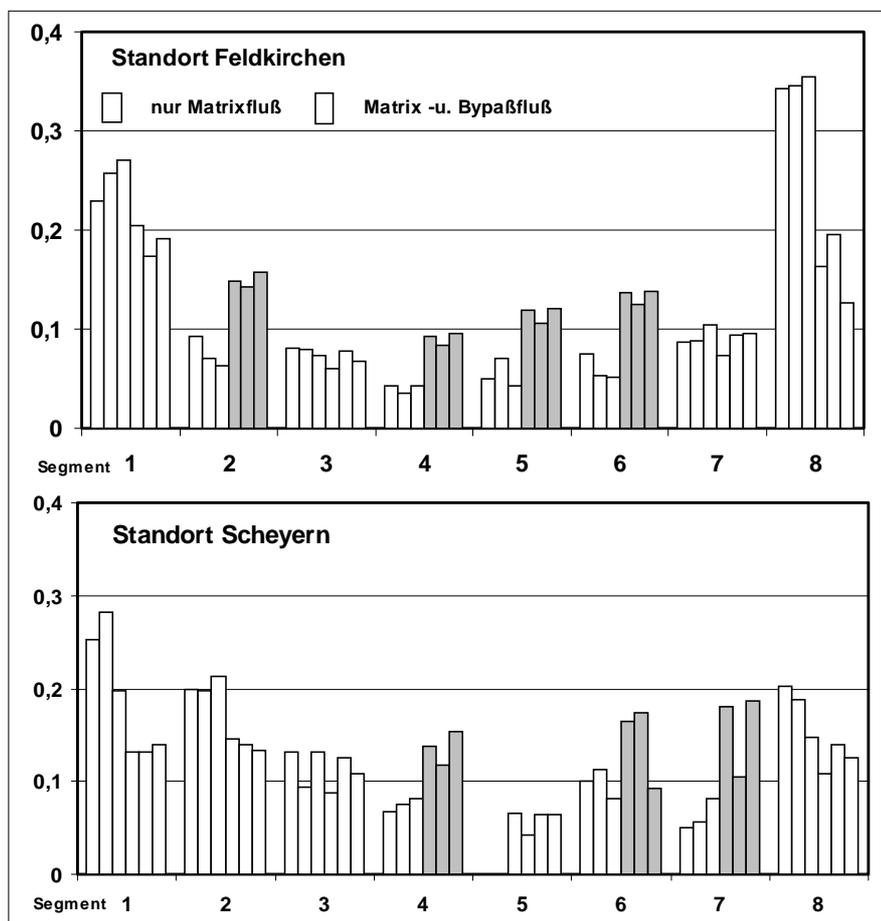


Abbildung 3: Prozentuale Sickerwassermengen in den acht Auslauf-Segmenten der Lysimeter Standort Feldkirchen (FK, oben) und Standort Scheyern (SCH, unten) für reine Matrix-Flüsse M (Zeitraum 05.10. bis 26.10.1998) und für Matrix-/Bypaß-Flüsse A (Zeitraum 26.10. bis 16.11.1998). Für 05.10. bis 26.10.1998 gilt: N = (19,0 \pm 2,8) mm/Woche (N = Niederschlagsmenge), M (FK) = (1,2 \pm 0,3) mm/Woche, M (SCH) = (0,7 \pm 0,2) mm/Woche, für 26.10. bis 16.11.1998 gilt: N = (59,7 \pm 31,2) mm/Woche, A (FK) = (30,1 \pm 6,6) mm/Woche, A (SCH) = (33,2 \pm 14,2) mm/Woche

Tabelle 1: Abgeschätzte Anteile von Matrix-(M) und Bypaß-Fluß (B) an der Grundwasser-Neubildung; (A) für den Kiesboden (Standort Feldkirchen); N = Niederschlagsmenge

Zeit	N (mm)	A (mm)	M (mm)	B (mm)	B (%)
Winter-Weizen					
4/96	192	146,5	96,9	49,6	33,9
1/97	119	79,7	65,5	14,2	17,8
2/97	173	26,0	24,8	1,2	4,7
3/97	253	54,4	45,3	9,1	16,8
1996/97	737	306,6	232,5	74,1	24,2
Winter-Gerste					
4/97	180	100,8	79,1	21,7	21,5
1/98	99	36,9	33,4	3,5	9,7
2/98	192	9,2	9,2	0,0	0,0
3/98	261	21,6	18,9	2,7	12,4
1997/98	732	168,5	140,6	27,9	16,6
Brache, Mais					
4/98	282	166,6	117,6	49,0	29,4
1/99	195	181,0	137,3	43,7	24,2
2/99	307	148,5	109,9	38,6	26,0
3/99	154	11,9	11,9	0,0	0,0
1998/99	938	508,0	376,7	131,3	25,8
Winter-Weizen					
4/99	244	69,1	56,1	13,0	18,8
1/00	278	184,5	130,5	54,0	29,2
2/00	340	120,0	87,1	32,9	27,4
3/00	319	133,4	89,9	43,5	32,6
1999/00	1181	507,0	363,6	143,4	28,3

aber i. a. für Niederschlagshöhen < 10 mm/Woche näherungsweise prozentual konstant (*Abbildung 2*). Für diesen Fall sind auch die physikalisch-chemischen Eigenschaften des Sickerwassers (pH-Wert, Leitfähigkeit) und die Stoff- und Partikelkonzentrationen im Sickerwasser weitgehend konstant.

Weist der Sickerwasserleiter einen bestimmten (bodenspezifischen) Wassergehalt auf und treten "Starkregenereignisse" (Niederschlagshöhen > 10 mm/Woche) auf, so ändern sich die in den einzelnen Segmenten registrierten prozentualen Sickerwassermengen (*Abbildung 3*). Eine Zunahme der prozentualen Sickerwassermenge bedeutet ein Auftreten von zusätzlichen Bypaß-Flüssen:

- Für den Kiesboden (Standort Feldkirchen) treten in den Auslauf-Segmenten 2, 4, 5 und 6 zusätzlich zu den Matrix-Flüssen Bypaß-Flüsse auf,
- für den Lößboden (Standort Scheyern) in den Auslauf-Segmenten 4, 6 und 7.

Tabelle 2: Abgeschätzte Anteile von Matrix-(M) und Bypaß-Fluß (B) an der Grundwasser-Neubildung (A) für den Lößboden (Standort Scheyern); N = Niederschlagsmenge

Zeit	N [mm]	A [mm]	M [mm]	B [mm]	B [%]
Winter-Weizen					
4/96	192	86,5	51,6	34,9	40,4
1/97	119	58,6	43,9	14,7	25,0
2/97	173	22,0	19,8	2,2	10,0
3/97	253	54,9	33,6	21,3	38,9
1996/97	737	222,0	148,9	73,1	32,9
Winter-Gerste					
4/97	180	85,1	46,7	38,4	45,2
1/98	99	31,0	26,5	4,5	14,5
2/98	192	8,5	8,5	0,0	0,0
3/98	261	0,2	0,2	0,0	0,0
1997/98	732	124,8	81,9	42,9	34,4
Brache, Mais					
4/98	282	164,9	122,2	42,7	25,4
1/99	195	164,1	121,4	46,7	28,5
2/99	307	134,2	95,4	38,8	28,9
3/99	154	14,5	12,8	1,7	12,0
1998/99	938	477,7	374,8	129,9	27,2
Winter-Weizen					
4/99	244	45,8	28,0	17,8	38,8
1/00	278	158,4	108,5	49,9	31,5
2/00	340	117,2	93,3	23,9	20,4
3/00	319	115,9	89,1	26,8	23,1
1999/00	1181	437,3	318,9	118,4	27,1

Die Auslauf-Segmente, in denen Matrix- und Bypaß-Flüsse registriert werden,

können sich insbesondere im Sommerhalbjahr nach Trockenperioden und zu Beginn des Winterhalbjahres ändern.

Einfluss der Bypaß-Flüsse auf die Grundwasser-Neubildung

Aus den registrierten "Basiswerten", d. h. den prozentualen Sickerwassermengen für kleine Niederschlagsmengen (< 10 mm/Woche), und den bei Starkregenereignissen auftretenden erhöhten prozentualen Sickerwassermengen in einigen Segmenten (s. o.) der Intensiv-Lysimeter kann der Anteil der Bypaß-Flüsse auf die Grundwasser-Neubildung abgeschätzt werden (Tabelle 1 und 2). Dieser Anteil ist abhängig von der Jahreszeit, der Niederschlagsmenge und der angebauten Frucht:

- Der Anteil der Bypaß-Flüsse an der Grundwasser-Neubildung ist im Winterhalbjahr größer als im Sommerhalbjahr.
- Für den Lößboden (Standort Scheyern, Bypaß-Flüsse: ca. 27 % bis 34 %) ist der Anteil der Bypaß-Flüsse an der Grundwasser-Neubildung i. a. größer als für den Kiesboden (Standort Scheyern, Bypaß-Flüsse: ca. 17 % bis 28 %).
- Die angebaute Frucht (Winter-Weizen, Winter-Gerste, Mais) hat für beide Böden unterschiedlichen Einfluß. Für den Kiesboden nimmt der Anteil der By-

paß-Flüsse an der Grundwasser-Neubildung in der Reihenfolge

Winter-Gerste (17 %) < Winter-Weizen (24 % bis 28 %) ~ Mais (26 %)

zu, für den Lößboden gilt:

Mais (27 %) < Winter-Weizen (27 % bis 33 %) < Winter-Gerste (34 %).

- Für den 1996/97 und 1999/00 angebauten Winter-Weizen streut, obwohl die Niederschlagsmengen und die Niederschlagsintensität stark unterschiedlich waren, der Anteil der Bypaß-Flüsse nur in einem geringen Bereich:

Kiesboden (Standort Feldkirchen): ca. 24 % bis 28 %

Lößboden (Standort Scheyern): ca. 27 % bis 33 %.

Literatur

- KLOTZ, D., 2001: Stoff- und Partikelaustrag aus den Lysimetern der GSF-Anlage Neuherberg. Im gleichen Band.
- KLOTZ, D. und K.-P. SEILER, 1999: Einführung in die Lysimeteranlage Neuherberg. – In: Bestimmung der Sickerwassergeschwindigkeit in Lysimetern (Hrsg.: D. Klotz, K.-P. Seiler), GSF-Bericht 01/99, 73 – 77.
- KLOTZ, D. und SEILER, K.-P., 2000: Grundwasser-Neubildung unter vier unterschiedlichen landwirtschaftlich genutzten Böden. In: Sickerwassermodellierung (Hrsg.: K.-P. Seiler, D. Klotz), GSF-Bericht, im Druck.
- SEILER, K.-P., 1994: Barriere Boden. In: Wasser (Hrsg.: GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Neuherberg), 33 - 39.

