

Mikrobiologische Besiedlung eines Kiesel durch Sickerwasser aus einem Boden

D. KLOTZ und R. TYKVA

Abstract

In einer Säulenordnung im Labor wird bei einer Niederschlagsmenge von ca. 5 m/a über 8 Wochen die mikrobiologische Besiedlung eines Kiesel durch Keime eines organischen Oberbodens untersucht. Die im Säulenauslauf registrierten Keime werden gegenüber dem Wasser verzögert transportiert. Nach Versuchsende wurden im Kies fünf mikrobiologische Stämme des Oberbodens nachgewiesen.

Einführung

In fünf Lysimetern der GSF-Anlage Neuherberg ist händisch eine Rendzina eingebaut, die aus einem quartären Kies (C-Horizont: 50 bis 200 cm) und einem organischen Oberboden (A-Horizont: 0 bis 50 cm) besteht (KLOTZ und SEILER, 1999). Beide Materialien stammen aus der Gegend von Feldkirchen/Bayern (südöstlich von München). Da der Kies

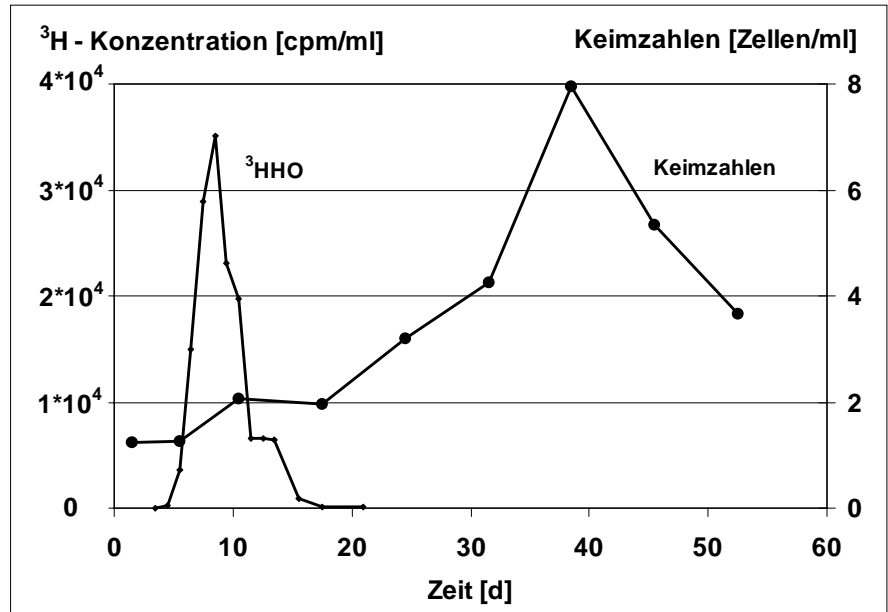


Abbildung 2: Im Auslauf der Säule registrierte Durchgänge des tritiierten Wassers und der Keimzahlen

Tabelle 1: Die aus dem Oberboden und Kies eluierten und nach morphologischen Eigenschaften charakterisierten mikrobiologischen Stämme (Bakterien, Pilze, Hefen). Weisen die identifizierten Stämme in Form, Farbe und Oberfläche dieselben Merkmale auf (z.B. Stamm-Nr. 2, 3, 4, 10 und 14), so geschieht die Unterscheidung nach den geometrischen Abmessungen.

Stamm-Nr.	Art	Form	Farbe	Oberfläche
1	Bakt.	fadenförmig	milchig weiß-grau	glatt
2	Bakt.	fadenförmig	grau	glatt
3	Bakt.	fadenförmig	grau	glatt
4	Bakt.	fadenförmig	grau	glatt
5	Bakt.	fadenförmig	grau	geklüftet
6	Bakt.	fadenförmig	gelb	glatt
7	Bakt.	fadenförmig	hellrosa	glatt
8	Bakt.	fadenförmig	hellbraun	glatt
9	Bakt.	fadenförmig	braun	glatt
10	Bakt.	fadenförmig	grau	glatt
11	Bakt.	fadenförmig	transparent	glatt
12	Bakt.	fadenförmig	grau-weiß	glatt
13	Bakt.	fadenförmig	grau	geklüftet
14	Bakt.	fadenförmig	grau	glatt
15	Pilz	kugelförmig	weiß, grün-braun	geklüftet
16	Hefe	fadenförmig	grau	glatt

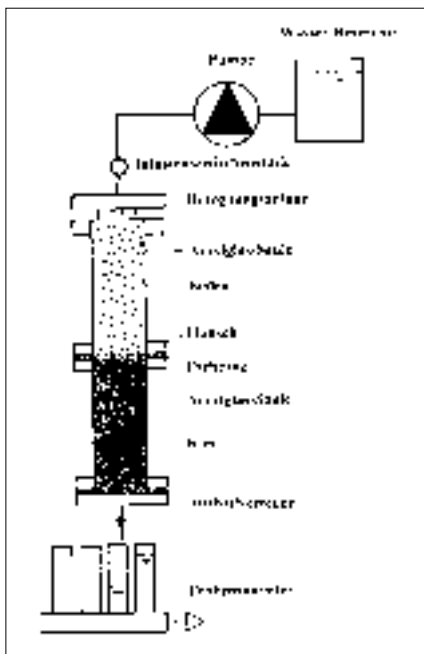


Abbildung 1: Schematische Darstellung der verwendeten Säulenapparatur

aus einer 10 m tiefen Kiesgrube entnommen wurde, der Oberboden aus einer zusammengeschobenen, darüber abgelagerten Halde, kann nicht ohne Prüfung angenommen werden, daß beide Sedi-

mente dieselbe mikrobielle Diversität aufweisen.

Im folgenden wird über Laborversuche in einer Säulenapparatur berichtet, in denen die mikrobielle Besiedlung des

Autoren: Dipl.-Phys. Dietmar KLOTZ, GSF - Institut für Hydrologie, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 NEUHERBERG und Dr. Richard TYKVA, Akademie der Wissenschaften der Tschechischen Republik, CZ-16610 PRAG

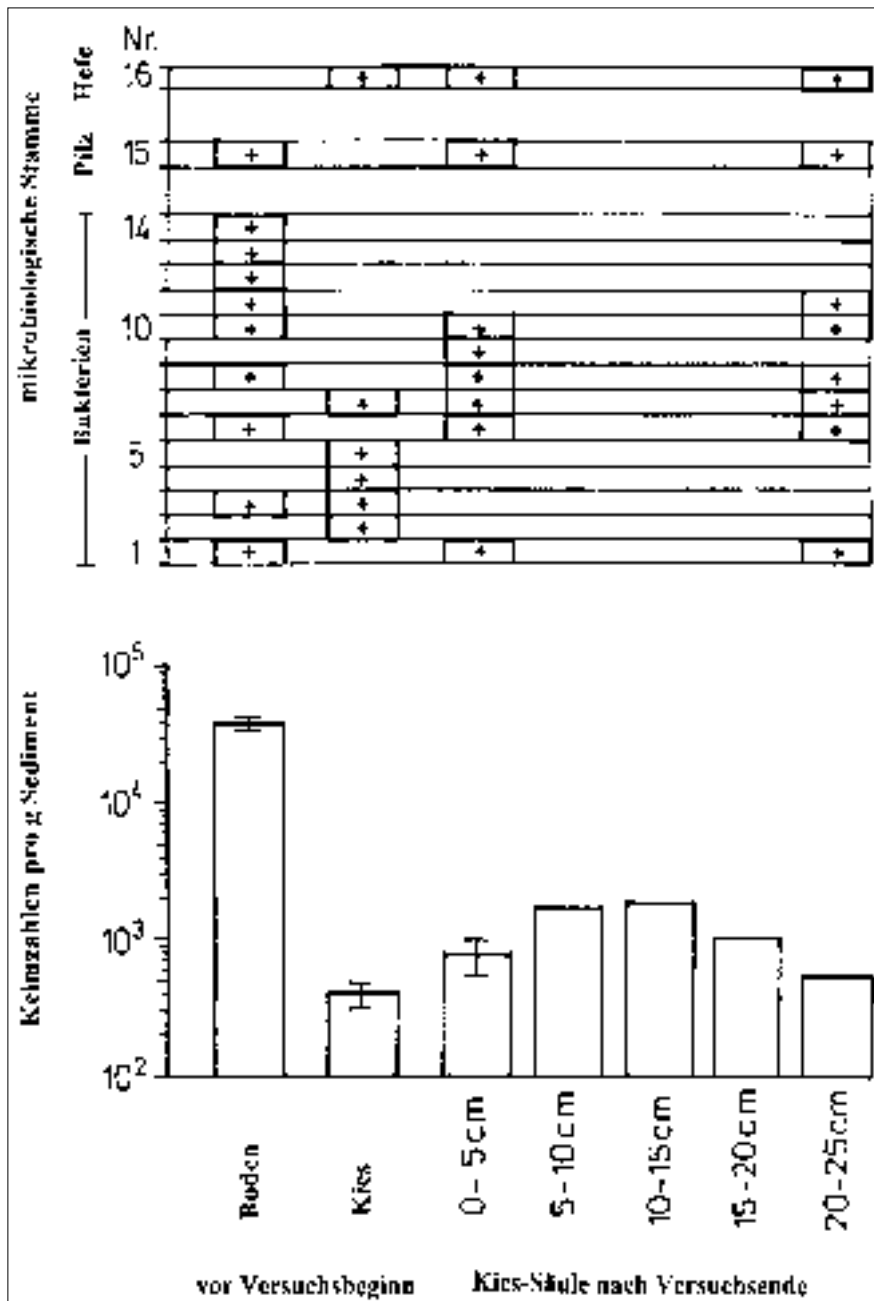


Abbildung 3: Keimzahlen pro g Sediment (unten) und nach morphologischen Eigenschaften identifizierte mikrobiologische Stämme (oben) im Boden und Kies vor Versuchsbeginn und in fünf Abschnitten der Kiessäule nach Versuchsende

Kieses durch Sickerwasser aus dem Boden untersucht wird.

Säulenordnung und Versuchsdurchführung

Die verwendete Säulenordnung ist schematisch in *Abbildung 1* dargestellt (Näheres s. KLOTZ, 1992). Sie besteht aus zwei Acrylglassäulen von 90 mm Durchmesser und 250 mm Länge, die vertikal übereinander angeordnet und dicht verflanscht sind. In die untere Säule

ist Kies, in die obere ist Bodenmaterial versuchstechnisch dicht eingebaut. Im Einlauf der Säule ist eine Beregnungsanlage mit einem Infusionszwischenstück zur Eingabe von Tracern angeordnet, im Säulenauslauf befindet sich ein Verteiler mit freiem Auslauf. Damit stellt sich in der Auslaufsäule ein Parallelstrom unter wasserungesättigten Bedingungen ein.

Die obere Bodensäule wurde kontinuierlich mit einer Schlauchpumpe 8 Wochen

lang mit ca. 4 ml/h beaufschlagt, was einer Niederschlagshöhe von ca. 5 m/a entspricht. In der Säule stellt sich ein totaler Wassergehalt von ca. 27 % ein, d.h. nur die Grobporen ($> 10 \mu\text{m}$) sind entwässert. Zu Versuchsbeginn wurde im Infusionszwischenstück tritiiertes Wasser appliziert, das Sickerwasser im Säulenauslauf wurde auf ^3H und Keimzahlen analysiert.

Ergebnisse

Aus der Beregnungsmenge ($R = 5176 \text{ mm/a}$) und dem im Säulenauslauf registrierten ^3H -Konzentrationsdurchgang (*Abbildung 2*) wurden die hydraulischen Eigenschaften der Boden/Kies-Säule bestimmt:

- Filtergeschwindigkeit $v_f = 1,67 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$
- Abstandsgeschwindigkeit $v_a = 7,03 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$
- Dispersionskoeffizient $D = 8,88 \cdot 10^{-5} \text{ cm}^2/\text{s}$
- effektiver Wassergehalt $\bar{E}_{\text{eff}} = 0,24$
- Dispersivität $\alpha = 2,5 \text{ cm}$.

Im Sickerwasser erhält man einen "Keimzahl-Durchgang" (*Abbildung 2*) mit einem Maximum von ca. 8 Zellen/ml nach 39 Tagen Beregnung, der Basiswert liegt bei ca. 1 Zelle/ml. Das entspricht bei einer mittleren Fließlänge von 37,5 cm einer Transportgeschwindigkeit der Keime von $v_T = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ cm/s}$.

Aus dem Oberboden und Kies vor Versuchsbeginn sowie aus zwei Schichten der Kiessäule nach Versuchsende wurden insgesamt 16 verschiedene mikrobiologische Stämme eluiert und nach den morphologischen Eigenschaften Form, Farbe und Oberfläche charakterisiert (*Tabelle 1*). Vor Versuchsbeginn wurden im Oberboden 9 Bakterienstämme und 1 Pilz, im Kies 5 Bakterienstämme und 1 Hefe identifiziert; die Keimzahlen betragen (*Abbildung 3*)

- für den Oberboden: 39 000 Zellen/g Sediment,
- für den Kies: 400 Zellen/g Sediment.

Nach Versuchsende wurde die Kiessäule in 5 cm mächtige Scheiben zerlegt und die Keimzahlen pro g Sediment in diesen fünf Sedimentproben bestimmt sowie in den Schichten 0 bis 5 cm und 20 bis 25 cm die mikrobiologischen Stäm-

me identifiziert (*Abbildung 3*): Die Keimzahlen und die mikrobielle Diversität haben sich nach der achtwöchentlichen Durchströmung deutlich erhöht.

Zusammenfassung der Ergebnisse

In der verwendeten Säulenapparatur (*Abbildung 1*) wird der Kies bei einer kontinuierlichen Beregnung mit ca. 5 m/a in der achtwöchentlichen Versuchszeit

mit Keimen aus dem Oberboden besiedelt (*Abbildung 2*). Die Keime werden gegenüber dem (tritierten) Wasser verzögert mit einem Retardationsfaktor von ca. 6 transportiert. Der Kies wird eindeutig mit vier Bakterienstämmen (Nr. 1, 6, 8, 10 und möglicherweise mit Nr. 11) und dem Pilz Nr. 15 des Oberbodens besiedelt. Die Besiedlung ist nach 8 Wochen Versuchszeit noch nicht abgeschlossen, das Keimzahlen-Maxi-

mum befindet sich in der Mitte der Kiessäule (*Abbildung 3*).

Literatur

- KLOTZ, D., 1992: Erfahrungen mit Säulenversuchen zur Bestimmung der Schadstoffmigration. – GSF-Bericht 7/91, 118 S.
- 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.

