

Aus der Sektion Chemie der Karl-Marx-Universität Leipzig

Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte

28. Mitteilung: Beeinflussung der Löslichkeit von Schwermetallionenverbindungen durch Pflanzen

• Von J. Tauchnitz, R. Schnabel, G. Kiesel, M. Otto, M. Hanrieder und H. Hennig

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

(Eingegangen am 8. August 1982)

1. Einleitung

Wie unsere Untersuchungen zum Verhalten von Schwermetallionen in Deponiestandorten gezeigt haben, fallen die analytisch feststellbaren Metallgehalte der Sickerwässer in der Regel höher aus als es die Wasserlöslichkeit der entsprechenden stabilen Metallverbindungen erwarten läßt (Tauchnitz, Mahrla u. a., im Druck).

Ursachen dafür können Kolloid- oder Komplexbildungen sein. Herms und Brümmer (1978) konnten durch ihre Versuche mit wäßrigen Bodensuspensionen nachweisen, daß durch bodenorganische Substrate, selbst bei Anwesenheit von Sulfidionen, Schwermetallionen mobilisiert werden können.

Da sowohl in Böden als auch auf Deponiestandorten der Eintrag von organischen Substraten zum Teil von Pflanzen und Pflanzenresten erfolgt, soll durch die im folgenden genannte Versuchsdurchführung der Einfluß von physiologisch intakten und absterbenden Pflanzen auf die Mobilisierung verschiedener Schwermetallionen aus ihren Verbindungen untersucht werden.

2. Material und Methoden

Jungpflanzen von *Zea mays* L. wurden in Reagenzgläsern (Innenabmessung: Durchmesser 13 mm, Höhe 130 mm) mit Knopscher Nährlösung bzw. mit destilliertem Wasser und mit einem Schwermetalloxid als Bodenkörper kultiviert. Die Flüssigkeitsmenge wurde während des genannten Versuchszeitraumes konstant gehalten (16 ml). Nach jeweils zwei bis drei Tagen wurden Eh- und pH-Werte gemessen. Die Trockenmasse der Wurzeln betrug im Versuchszeitraum 26 ± 9 mg.

Zur potentiometrischen Bestimmung der Eh- und pH-Werte wurden das Potentiometer vom Typ MV88 der Fa. VEB Präcitronic Dresden, der Laborbandschreiber endim 621.01 des VEB Meßapparatewerk Schlotheim, die blankte Pt-Blechelektrode MC 20, die Kalomelektrode KE 10 und die Einstabmeßkette EGA 301 des Forschungsinstitutes Meinsberg der TU Dresden verwendet. Als schwerlösliche Verbindungen kamen Fe_2O_3 , MnO_2 , ZnO , PbO , CuO , Cr_2O_3 , NiO , CdO und NH_4VO_3 zur Anwendung.

Die Schwermetallionenbestimmungen erfolgten photometrisch bzw. mit Hilfe der Atomabsorptionsspektroskopie. Es wurden die arithmetischen Mittelwerte der Metallionenkonzentrationen für die einzelnen Abschnitte und von den verschiedenen Kulturen verwendet.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Eh- und pH-Messungen werden durch den rH-Wert zusammen-

gefaßt. Es gilt:

$$rH \approx \frac{0,06 pH + Eh}{0,03}$$

Werden die rH-Werte des einzelnen Pflanzensystems gegen die Zeit aufgetragen und miteinander verglichen, läßt sich der in Abb. 1 gezeigte Verlauf der rH-Werte darstellen (Tauchnitz, Schnabel u. a., 1982).

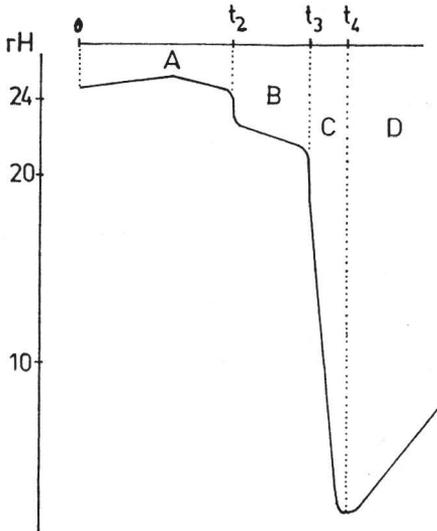


Abb. 1. Schematische Darstellung der einzelnen Entwicklungsphasen der verwendeten Kulturen

Aufgrund phänomenologischer Erscheinungsbilder lassen sich folgende Zeitgrenzen und Abschnitte für den Zustand der Pflanzen definieren:

- t_1 – Ende der pH-Regulationsperiode,
- t_2 – Übergang von der intakten zur geschädigten Pflanzenwurzel ($rH < 24$),
- t_3 – Wurzeltod ($rH < 20$),
- t_4 – Minimum der Kurve (anaerober Zustand),
- A – Bereich der visuell intakten Wurzel,
- B – Bereich der geschädigten Wurzel,
- C, D – anaerobe Zustände.

Vergleicht man die Metallionenkonzentrationen der Gleichgewichtslösung mit und ohne Pflanze in den verschiedenen Versuchsstadien miteinander und bildet den Quotient

$$f_M = \frac{[M^{n+}]}{[M^{n+}]_0}$$

- $[M^{n+}]$: Konzentration des Schwermetallions im Versuchsmedium mit Pflanzen
- $[M^{n+}]_0$: Konzentration des Schwermetallions im Versuchsmedium ohne Pflanzen),

dann ergibt sich das in Tab. 1 gezeigte Ergebnis.

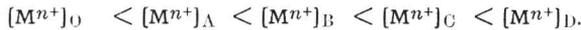
4. Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Tab. 1 zeigen eine deutliche Veränderung der Löslichkeit von Schwermetallionenverbindungen durch von Pflanzenwurzeln beeinflusste Systeme.

Tabelle 1. Quotient für die Mobilisierung der Schwermetallionen

M	pM ₀	i_M			
		A	B	C	D
Mn	5,65	20,5	172,2	340,1	1114,7
Fe	6,14	1,9	6,8	14,8	49,4
Ni	4,65	—	5,6	8,3	6,2
Pb	6,07	—	11,9	58,3	79,4
Zn (ZnO)	4,28	4,5	8,6	12,1	18,3
Zn (Montmorillonit)	3,61	3,0	3,1	7,2	11,4
Cd	4,35	0,9	2,8	2,5	2,2
Cr	4,84	0,11	0,09	0,2	0,2
V	3,73	0,6	1,2	1,1	1,2
Cu	5,66	1,2	5,5	27,4	42,2

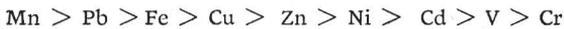
Die Mobilisierung von Schwermetallionen nimmt im allgemeinen in folgender Reihe zu:



Ursache für diese Erscheinungen können die von den intakten, geschädigten und abgestorbenen Pflanzenwurzeln ausgeschiedenen organischen Substrate sein. In welchem Maße mikrobielle Vorgänge an der Mobilisierung beteiligt sind, ist unklar. Da nicht unter sterilen Bedingungen gearbeitet wurde, ist anzunehmen, daß sich auf der Grundlage der von den Pflanzenwurzeln ausgeschiedenen organischen Substanzen eine umfangreiche Mikroflora entwickelt hat.

Unsere Versuchsdurchführung stellt für die Pflanzen Streßbedingungen dar (Hanson 1980, Drew 1979). Unter diesen Bedingungen kommt es zur verstärkten Ausschüttung organischer Verbindungen aus dem Phloem und die Pflanzen sterben ab. Damit wird o. g. Reihe erklärbar.

Der Vergleich der Quotienten in der Phase D läßt erkennen, daß die Mobilisierung der Schwermetallionen aus ihren Bodenkörpern in der Reihe



abnimmt.

Schlußfolgernd kann aus diesen Untersuchungsergebnissen festgestellt werden, daß eine Ablagerung von schwermetallionenhaltigen Abfällen im Durchwurzelungsbereich nicht erfolgen sollte (Tauchnitz, Mahrla u. a., im Druck). Da Pflanzen erheblich an der Verlagerung von Schwermetallionen in tiefer gelegene Bodenhorizonte beteiligt sind, sollten schwermetallionenhaltige Abprodukte in tiefere Schichten des Deponiekörpers eingebracht werden.

S c h r i f t t u m

- Drew, M. C.: Plant Responses to Anaerobic Conditions in Soil and Solution Culture. *Current Adv. Plant Sci.* 36 (1979) 36.1–36.14.
- Hanson, A. D.: Interpreting the Metabolic Responses of Plants to Water Stress. *Hort Science* 15 (1980) 623–629.
- Herms, U., und G. Brümmer: Löslichkeit von Schwermetallen in Siedlungsabfällen und Böden in Abhängigkeit von pH-Wert, Redoxbedingungen und Stoffbestand. *Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges.* 27 (1978) 23–34.

- Tauchnitz, J., R. Schnabel u. a.: Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte. 25. Mitt.
Möglichkeit der Beeinflussung geochemischer Migrationsfaktoren durch Pflanzen. Z. ges.
Hyg. **28** (1982), S. 718-724.
- Tauchnitz, J., W. Mahrla u. a.: Zur Ablagerung der industriellen Abprodukte. 27. Mitt.:
Verhalten von Schwermetallionen in Deponiestandorten. Z. angew. Geol. 1983.

Dr. sc. nat. J. Tauchnitz
Dr. rer. nat. R. Schnabel
Dipl.-Biol. G. Kiesel
Dr. sc. nat. M. Otto
Dr. rer. nat. M. Hanrieder
Prof. Dr. sc. nat. H. Hennig
Karl-Marx-Universität Leipzig
Sektion Chemie
DDR - 7010 Leipzig
Liebigstraße 18