

Behandlung von Deponiesickerwasser durch Landbewässerung - Säulenversuche

A. WATZINGER, W. RIEPE und D. RIDDELL-BLACK

Abstract

Das Verhalten des Bodens bei Deponiesickerwasserbewässerung bei niedrigen Temperaturen wurde mit Hilfe von Kleinlysimeter untersucht. Zugeführtes Ammonium wurde nitrifiziert, organischer Kohlenstoff wurde im Boden abgebaut und reduzierte Verbindungen wurden oxidiert. Der starke Anstieg des Chloridgehaltes im Boden lässt vermuten, dass es bei andauernder Bewässerung zu toxischen Auswirkungen auf Bodenorganismen und Pflanzen kommt. Durch den hohen Natriumeintrag und Adsorption im Boden kam es zu einer vermehrten Auswaschung von Kalzium. Die Gefahr einer Bodenversalzung bei Deponiewasserbewässerung konnte nicht bestätigt werden.

Effects of landfill leachate irrigation on soil at low temperature were investigated by using soil columns. Ammonium added with landfill leachate was nitrified, total organic carbon was mineralised and reduced compounds were oxidised. The strong increase of chloride in the soil was predicted to lead to a negative effect on plants and soil organisms if irrigation is continued. High amounts of sodium in the landfill leachate triggered the release of calcium from the soil. However, soil salinity did not prove to limit the treatment of leachate by land irrigation.

Einleitung

Seit den neunziger Jahren werden schnellwüchsige Energiewälder (Short Rotation Forestry, SRF) in der Behandlung von nährstoffreichen Abfallprodukten, z.B. Deponiesickerwässern, mit dem gekoppelten Vorteil einer gleichzeitigen Wasserzufuhr eingesetzt (HASSELGREN 1984). Eine Reinigung des Deponiesickerwassers durch Short Rotation Forestry (SRF) erfolgt durch Bodenpartikel, die feste Bestandteile filtern und

gelöste Stoffe des Deponiesickerwassers durch Adsorption, Ionenaustausch und Niederschlag fixieren, durch Bodenorganismen, die organische Substanzen und Nitratverbindungen ab- und umbauen und durch die Vegetation, die Nährstoffe aufnimmt, die physikalischen Bodeneigenschaften verbessert und die Menge an Deponiesickerwasser durch Transpiration verringert (HASSELGREN 1989). Umweltgefährdung zeigt sich vor allem im Winter durch Verringerung der biologischen Um- und Abbauprozesse (Mineralisation und Nitrifikation) (ALKER, 1998, ALSTON and COOMBS 1991), fehlende Nährstoff- und Wasseraufnahme durch die Pflanzen und folglich erhöhte Auswaschung von Stoffen bei einer Deponiewasserbehandlung durch SRF (ALKER 1998, ANKERS und RUEGG 1991, HASSELGREN 1992, MCBRIDE et al. 1989, MENSER et al. 1983).

Material und Methoden

Das Verhalten von Stoffen bei Deponiesickerwasserbewässerung (7 Wochen 5 mm/Monat (Rate 1) bzw. 10 mm/Monat (Rate 2) Deponiesickerwasser + 40 mm/Monat deionisiertes Wasser und dann 6 Wochen 20 mm/Monat (Rate 1) bzw. 40 mm/Monat (Rate 2) Deponiesickerwasser) wurde bei winterlichen Temperaturen mit Säulenversuchen untersucht. Verwendet wurden Rekultivierungsböden (Tabelle 2) zweier Hausmülldeponien (Hatfield- und Westmill-

Tabelle 2: Einige chemisch-physikalische Eigenschaften der verwendeten Rekultivierungsböden der Hatfield- und Westmill-Deponien

Parameter	Westmill	Hatfield
Sand-Schluff-Ton %	61-25-14	33-50-17
OM %	3	4
CEC [meq/kg]	72	78
pH-Wert	7,7	7,4
C / N	39/1	28/1

Tabelle 1: Gemessene Parameter im Deponiesickerwasser der Hatfield- und Westmill-Deponien

Parameter	Westmill	Hatfield
pH	7,4	7,4
NH ₄ [mgN/l]	143	94,0
TOC [mgC/l]	153	181
COD [mgO ₂ /l]	486	558
BOD [mgO ₂ /l]	185	175
EC [mS/cm]	6,44	6,05
Ca [mg/l]	134	175
Mg [mg/l]	95,7	133
K [mg/l]	169	144
Na [mg/l]	809	748
Cl [mg/l]	1190	1112

Deponie) sowie deren Deponiesickerwässer (Tabelle 1).

Es wurden die zugeführten, ausgewaschenen und im Boden verbliebenen Stoffmengen der von Organismen beeinflussten Parameter Stickstoff, Kohlenstoff und Sauerstoff und der von der Auswaschung betroffenen Ionen Kalzium, Natrium, Kalium, Magnesium, Chlorid und Borid sowie das hydrologische Verhalten der Böden analysiert.

Resultate und Diskussion

Auf Grund der geringen Evaporation (13 %) und der unabhängig von der Deponiewasserbewässerung geringen Infiltrationsraten der Hatfield- und Westmill-Böden ist eine Umweltgefährdung auf Grund eines Oberflächenabflusses ohne Behandlungsmöglichkeit des Deponiesickerwassers im Boden gegeben.

Solange die Infiltration des Deponiesickerwassers in den Boden gewährleistet

Autoren: Mag. Andrea WATZINGER, Universität für Bodenkultur, Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 WIEN, Univ. Prof. Dr. Wolfgang RIEPE und MSc Drusilla RIDDELL-BLACK, Österreichisches Forschungszentrum Seibersdorf, A-2444 SEIBERSDORF

wird, wird das zugefügte Ammonium nitrifiziert. Nur ein Teil des zugefügten Stickstoffs wird ausgewaschen (*Abbildung 1*), der Rest verbleibt entweder als austauschbares Nitrat im Boden oder wird mikrobiell immobilisiert. Denitrifikation und Ammoniakverflüchtigung spielen bei der Verringerung des zugefügten Stickstoffs eine geringe Rolle. 40 % der im Boden vorhandenen organischen Substanz wurde durch die bessere Wasserversorgung bei Deponiewasser- und deionisierter Wasserbehandlung abgebaut. Beim Durchtritt des Deponiesickerwassers durch den Boden verringerte sich der gesamte organische Kohlenstoff um 93 % und der chemische Sauerstoffbedarf um 87 % (*Abbildung 1*). Das Verhältnis chemischer Sauerstoffbedarf zu biologischem Sauerstoffbedarf sank im Sickerwasser der mit Deponiesickerwasser behandelten Böden im Vergleich zum Deponiesickerwasser auf Grund einer hohen chemischen Oxidationsrate reduzierter Stoffe.

Nach 42 Tagen stieg die Chloridkonzentration im Sickerwasser auf ein Drittel der Konzentration im Deponiesickerwasser. Trotzdem wurden durchschnittlich 93 % des gesamten zugefügten Chlorids hauptsächlich in den oberen 25 cm des Bodens zurückgehalten (bis 170 mg Cl/kg). Bei den dadurch entstehenden Chloridkonzentrationen kann bei weiterer Bewässerung eine Beeinträchtigung der SRF auftreten.

Das zugefügte Kalium wurde immobilisiert. Seine Mobilisierbarkeit bestimmt den Düngereffekt einer Deponiesickerwasserbewässerung durch Kalium. Natrium reichte sich bei Deponiesickerwasserbehandlung im Boden an und verdrängte neben anderen Ionen auch Kalzium von den Kationenaustauschplätzen, wodurch die Konzentration von Kalzium im Sickerwasser anstieg. Auf Grund ausreichender verfügbarer Kalziumkonzentrationen in den verwendeten Böden stellte Auswaschung von Kalzium keine

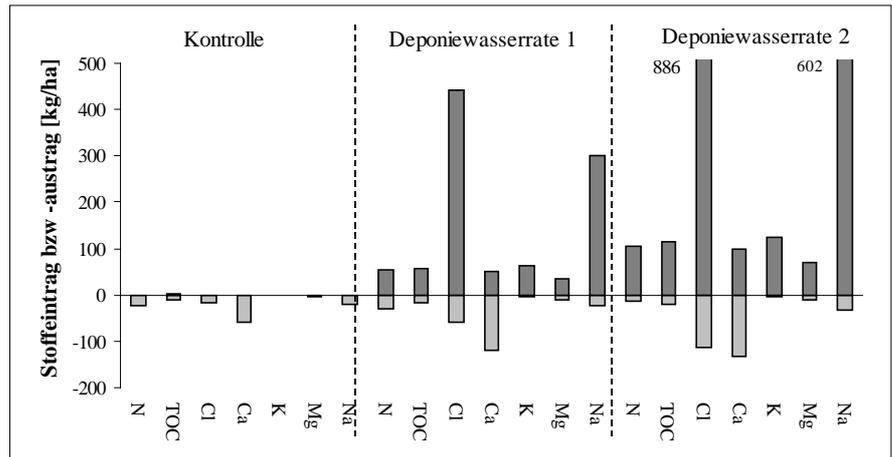


Abbildung 1: Gesamstoffeintrag und -austrag der Westmill-Bodensäulen. Die negativen Stofffrachten geben den Austrag an.

Limitation für das Pflanzenwachstum dar. Eine Beeinträchtigung der SRF durch Versalzung des Bodens konnte durch die gemessene geringe austauschbare Natrium Prozentzahl (ESP) von max. 5,4 % und die geringe Leitfähigkeit von max. 2,4 mS/cm in diesem Versuch nicht nachgewiesen werden (BRADY und WEIL 1996).

Schlussfolgerung

Der für diesen Versuch verwendete Zeitraum lässt keine Rückschlüsse auf Langzeitwirkungen von Deponiesickerwasserbewässerung zu. Es wurde aber gezeigt, dass Nitrifikation, Abbau und Oxidation auch unter limitierenden Faktoren wie geringe Temperatur und Wassersättigung des Bodens stattfanden und somit die Qualität des Deponiesickerwassers merklich verbessert wurde. Weitere Untersuchungen über längere Zeiträume und unter Berücksichtigung von Pflanzenbewuchs sind notwendig, besonders, um Auswirkungen durch einen Anstieg der Chlorid- und Natriumkonzentrationen abzuschätzen.

Literatur

ALKER, G. R., 1998: Phytoremediation of nutrient rich wastewaters and leachates using *Salix*. Doktorarbeit. Department of Civil and Environ-

mental Engineering, Imperial College of Science Technology and Medicine, University of London und WRc

ALSTON, Y. R. und J. COOMBS, 1991: (eds) Paper presented at the conference: discharge your obligation, 156-164. Coventry: University of Warwick

ANKERS, B. und J. RUEGG, 1991: Research into leachate treatment by woodland and grass-plot irrigation. Paper presented at the conference: discharge your obligations, 1-12. Coventry: University of Warwick

BRADY, N. C. und R. R. WEIL, 1996: The nature and properties of soils. New Jersey: Prentice-Hall

HASSELGREN, K., 1992: Soil-plant treatment system. T.H. CHRISTENSEN et al. (eds) Landfilling of waste: Leachate, 361-381

HASSELGREN, K., 1989: Landfill treatment and reuse in soil-plant systems. Sardinia 89, Proceedings of the Second International Landfill Symposium, 1, 1-17. Porto Conte: University of Cagliari

HASSELGREN, K., 1984: Municipal wastewater reuse and treatment in energy cultivation. Future of water reuse. Proceeding of the Water Reuse Symposium III, 1, 414-427. Denver: AWWA Research Foundation

McBRIDE, R. A., A. M. GORDON und P. H. GROENEVELT, 1989/2: Treatment of landfill leachate by spray irrigation - an overview of research results from Ontario, Canada. II. Soil quality for leachate disposal. Environmental contamination and toxicology, 42, 518-525

MENSER, H. A., W. M. WINANT, O. L. BENNETT und P. E. LUNDBERG, 1979: The utilisation of forage grasses for decontamination of spray irrigated leachate from a municipal sanitary landfill. Environmental pollution, 19, 249-259