

Einfluss unterschiedlicher Kultursubstrate und Pflanzenarten auf Sickerwassermenge und Sickerwasserqualität bei der Schließung von Deponien (Gefäßversuch)

P. LIEBHARD und K. WRIESSNIG

Conclusion

Although recycling is the aim of environmentally acceptable waste management, large quantities of waste must be deposited in landfills. The recultivation of landfills, post-mining landscapes and abandoned hazardous sites with solid fuel plants on substrates containing biowaste compost or sludge compost is a good alternative to general practice. Annual or perennial energy plants can be grown on mixtures of soil and sludge compost or biowaste compost. Under described conditions (substrate layer of 70 cm) best results were obtained with mixtures of 40 % biowaste compost or sludge compost and 60 % soil. Using a layer of 70 cm of these substrates, leachate pollution is not expected to be much higher than under soil.

Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

Derzeit werden in der Öffentlichkeit bei umweltrelevanten Themen vorwiegend die Klimaänderung (Temperaturzunahme als Folge eines verstärkten Treibhauseffektes der Atmosphäre) und die Grundwasserbelastung durch Schadstoffeinträge angeführt. Bislang sind im Stoffkreislauf die Mehrzahl der Elemente - großräumig auf den land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen - noch als relativ konstant zu beurteilen. Je nach Klimaraum und Standortbedingungen hat sich eine Pflanzengesellschaft etabliert, die den Landschaftsraum prägt.

Deponieabdeckungen unterscheiden sich meist wesentlich von den übrigen Pflanzenstandorten. Ein Großteil der für das Pflanzenwachstum entscheidenden Faktoren weist im Vergleich zu einem natürlichen Boden größere Schwankungen auf.

In Österreich müssen derzeit trotz Sortierung und Ausschöpfung mehrerer Wiederverwertungsmöglichkeiten pro Jahr ca. 48,6 Mio. t Abfall nach der Deponieverordnung 1996 (Bodenaushub, Baurest-, Massenabfall und Reststoffe) auf Basis von Grenzwertregelungen und Schadstoffgehalten im Eluat in Deponien gelagert werden.

Nach Schließung einer Deponie beeinflusst die Art der Abdeckschicht mit der darauf befindlichen Pflanzendecke den Sickerwasseranfall, da nur ein Teil des Niederschlages durch den Pflanzenaufwuchs gebunden wird.

Ein Teil der von Deponien und Rekultivierungsflächen ausgehenden belasteten Sickerwässer und Gase kann durch eine verbesserte Deponie- und Abdecktechnik vermindert werden. Die Gasbildung aus den abfallbürtigen Materialien setzt bereits relativ früh nach Einbringung in den Deponiekörper ein. Die gasförmigen Emissionen können bei größeren Anlagen über ein Rohrnetz gesammelt und einer thermisch energetischen Verwertung (Blockheizkraftwerk) zugeführt werden oder sie entweichen in die bodennahe Atmosphäre als Deponiegas und verursachen beträchtliche klimarelevante Umweltschäden. Durch einen entsprechenden Schichtaufbau und Verwendung geeigneter Komposte kann ein wesentlicher Teil des extrem treibhauswirksamen Methans durch den mikrobiellen Abbau in Kohlendioxid und Wasser übergeführt werden. Neben einer entsprechenden Ausgestaltung der Abdeckung ist eine ständige Kontrolle notwendig und häufig sind auch laufende Nachbesserungen in der Abdeckschicht erforderlich.

Dringt belastetes Sickerwasser ins Grundwasser ein, dann besteht eine Langzeitgefahr für das Trinkwasser.

Flüssige Emissionen sind technisch durch Sammlung und Abfuhr bzw. durch Reduktion oder Vermeidung des Sickerwasseranfalles lösbar. Einen wesentlichen Einfluss auf den Sickerwasseranfall hat einerseits die Abdeckschicht und andererseits die darauf befindliche Vegetationsdecke. Durch den Pflanzenaufwuchs wird zumindest während der Vegetationszeit das anfallende Niederschlagswasser durch Transpiration und Biomassebildung gebunden und vermindert dadurch die Sickerwassermenge. Das Abdecksubstrat muss daher neben einem entsprechenden Nährstoffvorrat für die aufwachsenden Pflanzen zusätzlich in Abstimmung mit den regional zu erwartenden Niederschlägen über eine entsprechend hohe Wasserspeicherkapazität, Wasserdurchlässigkeit und den notwendigen Luftporenraum verfügen.

In einem Freiland-Großgefäßversuch wurde geprüft, in welchem Ausmaß sich abfallbürtige Materialien wie Bio- oder Klärschlammkompost als Mischungsanteil für Kultursubstrate bei ein- und mehrjährigen Deckpflanzen eignen. Die aufwachsenden Pflanzen werden einer thermisch-energetischen Verwertung zugeführt. Von Bedeutung sind weiters der Einfluss der Abdeckschicht auf den Wasserhaushalt des Deponiekörpers, im Besonderen die anfallende Sickerwassermenge und die gelösten Stoffe im Sickerwasser.

Material und Methoden

Im Frühjahr 1996 wurde am nördlichen Stadtrand von Wien eine Großgefäß-Versuchsanlage errichtet (*Tabelle 1*). In diesem landwirtschaftlich bedeutenden Produktionsgebiet herrscht das pannonische Klima vor. Der langjährige Jahresniederschlag beträgt 540 mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 9,7 °C. Der Bo-

Autoren: Univ.-Prof. Dr. Peter LIEBHARD und K. WRIESSNIG, Universität für Bodenkultur, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Gregor-Mendel-Str. 33, A-1180 WIEN

Tabelle 1: Versuchsanlage - Prüffaktoren

Kultursubstrat und Mischungsanteil	Faktor A Kurzbezeichnung	Faktor B Fruchtart
Ackererde	A	Brache
Biokompost 40 % und Ackererde	Bio 40	Gräsermischung
Biokompost 60 % und Ackererde	Bio 60	Knöterich
Klärschlammk. 40 % und Ackererde	KSK 40	Miscanthus Giganteus
Klärschlammk. 60 % und Ackererde	KSK 60	Pappel

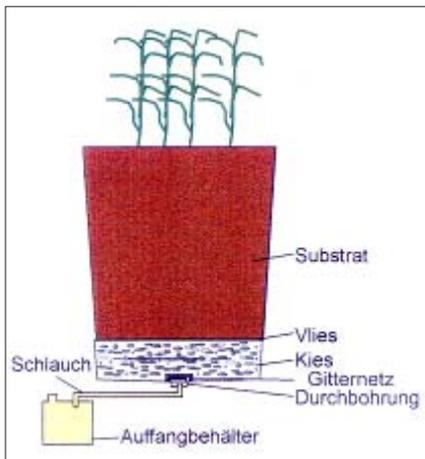


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines Großgefäßes

dentyp am Standort ist eine mitteltiefgründige Schwarzerde. Boden vom Standort wurde auch als Mischungspartner für das Substrat verwendet.

Die Versuchsgefäße waren runde, ca. 200 l fassende, Hartplastiktonnen von 85 cm Höhe und 65 cm Durchmesser. Die Gefäße wurden für die Sickerwassererfassung entsprechend vorbereitet (14 cm Kiesfüllung, darüber Vliesabdeckung, Fühler-Verkabelung und Verschlauchung mit Auffangbehälter - *Abbildung 1*). Die Gefäße wurden mit Materialien auf TM-Basis einheitlich befüllt und geringfügig durch Rütteln verdichtet. Die Leerräume zwischen den Gefäßen wurden mit Erde bis auf die Gefäßoberkante aufgefüllt. Dadurch konnte die höhere Erwärmung im Sommer bzw. die stärkere Unterkühlung im Winter vermindert werden (geringfügiger erwarteter "Oaseneffekt"). Das Ausgangsmaterial wurde gemäß ÖNORM 2023 auf chemische und physikalische Eigenschaften analysiert (Untersuchungsmethoden und Güteüberwachung von Komposten). Die Analyseergebnisse zeigten, dass die Komposte den Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfällen der Norm entsprechen. Der Biokompost wies die Güteklasse I, der Klärschlammkompost auf-

grund der höheren Schwermetallgehaltswerte die Güteklasse II auf (ÖNORM S 2023). Das Wasserangebot wurde durch eine zusätzliche Bewässerung so ergänzt, dass es einer jährlichen Niederschlagsmenge von ca. 850 mm entsprach (während der Vegetationszeit wurden wöchentlich ca. 3 l / Gefäß aufgebracht).

Pro Kultursubstrat und Fruchtart wurden fünf Großgefäße (Wiederholungen) gefüllt. Zur Charakterisierung des Standortes und für eine exakte Datenerfassung (Wind, Temperaturverlauf und Niederschläge) wurde eine Wetterstation eingerichtet.

Ergebnisse und Diskussion

Stress durch Trockenheit, Hitze und Disharmonie im Nährstoffangebot dürfen für die Bedeckungspflanzen auf Depo-nien zumindest zeitweise keine hohe oder letale Belastung sein. Ein bedarfsgerechtes Nährstoffangebot und eine konstant hohe (ausreichende) Wasserversorgung während der gesamten Vegetationszeit ist auf einem Großteil der Re-kultivierungsflächen nicht möglich. Die verschiedenen Pflanzenarten besitzen in

unterschiedlicher Art und Höhe die Fähigkeit, die Stressbelastung durch eine veränderte Intensität des Stoffwechsels und durch feinstrukturelle Anpassung von Pflanzeninhaltsstoffen und Pflanzenorganen zu mindern.

Von allen verwendeten Fruchtarten wurde das Decks-substrat ausreichend durch-wurzelt und somit vor Erosion geschützt. Es kam auch zu keinen trockenheits- oder frostbedingten Ausfällen von Gefäßen. Mit zunehmender Versuchsdauer änderten sich zwar die Wachstumsbedin-gungen in den Gefäßen (1996 bis 2000), der Pflanzenaufwuchs, die Entzugswerte über Biomasse und Sickerwasser sind dennoch, getrennt für die jeweiligen hydrologischen Jahre, bewertbar.

Mit zunehmender Versuchsdauer kam es zu einem unterschiedlich starken Absinken des pH-Wertes im Kultursubstrat, wodurch sich die Verfügbarkeit der einzelnen Elemente änderte.

Jährlich geerntet wurden Gras (3 Schnitte), Knöterich und Miscanthus Giganteus. Die Pappel wurde erst nach dem vierten Vegetationsjahr geerntet. Zwischen Blattzahl, Blattfläche und Biomasseertrag gab es keine absicherbaren Beziehungen (Ergebnisse nicht angeführt).

Erwartungsgemäß wurde die höchste **Sickerwassermenge** in den Brachegefäßen erreicht (*Abbildung 2*). Während der Hauptvegetationszeit fiel auf den bewachsenen Gefäßen kein Sickerwasser an. Zwischen den Jahren gab es kultursubstrat- und fruchtartenbezogen kaum

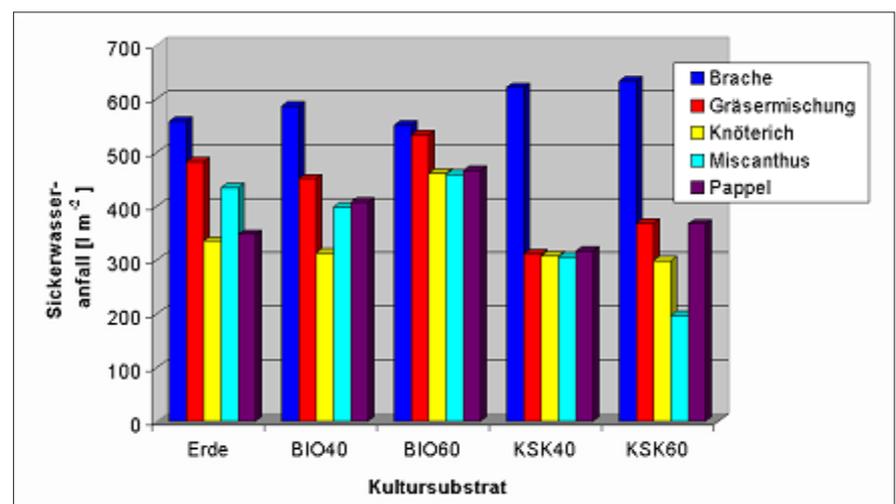


Abbildung 2: Sickerwasseranfall [mm] m² bei unterschiedlichen Fruchtarten-Vegetationsdecken und Kultursubstraten in vier hydrologischen Jahren (1996 - 1999)

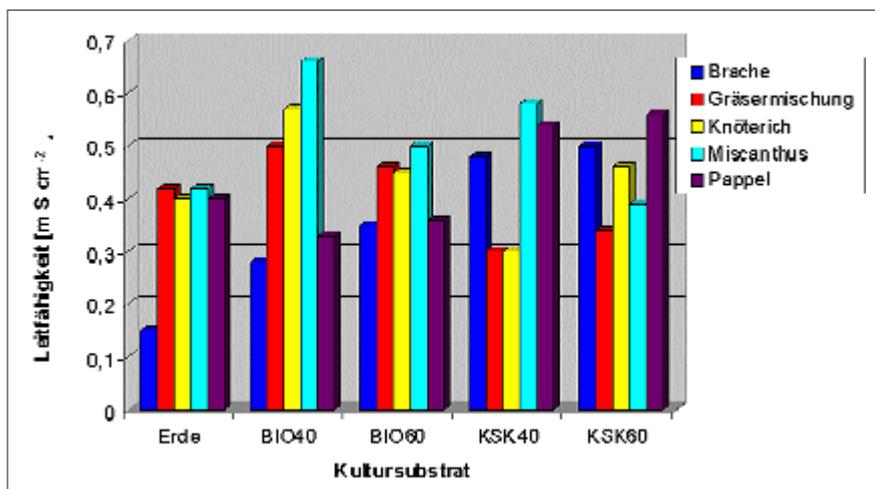


Abbildung 3: Salzgehalt [als Leitfähigkeit mS cm⁻²] im Sickerwasser nach zwei Vegetationsperioden bei unterschiedlichen Vegetationsdecken und Kultursubstraten

Tabelle 2: NO₃-N-Gehalt in mg/l im Sickerwasser im Sommer und Herbst unter einer Gräsermischung bei unterschiedlichen Kultursubstraten

Kultursubstrat und Mischungsanteil	Deckfrucht			
	Schwarzbrache		Gräsermischung	
	Sommer	Herbst	Sommer	Herbst
Ackererde	75,9	400,9	0,0	0,0
Biokompost 40 % und Ackererde	483,2	718,8	132,8	718,8
Biokompost 60 % und Ackererde	144,2	1172,2	524,7	1623,8
Klärschlammk. 40 % und Ackererde	210,1	435,5	125,5	565,1
Klärschlammk. 60 % und Ackererde	227,9	593,3	214,5	903,7

Unterschiede. Die Ergebnisse der Wasserspannung zeigen, dass die Ackererde zwar eine geringere Wasserspeicherkapazität, aber eine höhere Verfügbarkeit als die Kompostvarianten aufweist. Mit steigendem Kompostanteil erhöhte sich die für die Pflanzen **nicht verfügbare** Wassermenge.

Die **Befruchtung des Sickerwassers** wies bei den Kompostvarianten wesentlich höhere Salzgehalte auf. Die höchsten Werte wurden in der Biokompostvariante 60 gemessen. Im Verlauf der Zeitreihe kam es aber zu einer deutlichen Abnahme (Abbildung 3). Die elektrische

Leitfähigkeit wies im Herbst gegenüber Sommer deutlich höhere Werte auf. Die pH-Werte im Sickerwasser wiesen hingegen einen entgegen gesetzten Trend auf (Werte nicht angeführt)

Bei der **Nitratkonzentration im Sickerwasser** hingegen zeigte die Klärschlammkompostvariante 60 % (KSK 60) die höchsten Gehaltswerte. Unter Gras wurde weder im Sommer noch im Herbst Nitrat gefunden. Bei allen übrigen Fruchtarten als Bedeckungspflanze waren erwartungsgemäß die Nitratgehaltswerte im Spätherbst deutlich höher als im Sommer (Tabelle 2).

Schlussfolgerung

In der umweltfreundlichen Abfallbewirtschaftung ist zwar eine höchstmögliche Wiederverwertung das Ziel, dennoch müssen relativ große Mengen Abfall in der Deponie gelagert werden. Die Rekultivierung von Deponien und Abbaubzw. Altlastenflächen mit abfallbürtigen Substraten und die Bedeckung mit Fruchtarten für eine thermisch-energetische Verwertung stellt eine bedeutende Alternative zu den derzeitigen Maßnahmen dar. Für die Rekultivierung von Deponie- und Abbaufächen sind ein- und mehrjährige Fruchtarten als Deckpflanzen sowohl für Bio- als auch für Klärschlammkompost geeignete Decksubstrat-Mischungspartner. Das günstigste Mischungsverhältnis ergab sich bei den angeführten Bedingungen (70 cm hohe Deckschicht) durch Zugabe von 40 % Klärschlamm- oder 40 % Biokompost zu Ackererde. Bei der angeführten Deckschichtstärke und der Deckschichtzusammensetzung ist im Vergleich zu Ackererde keine zusätzliche wesentlich höhere Belastung der Deponiesickerwasser zu erwarten.

Literatur

- GOMISCEK, T., 1999: Rekultivierung von Deponien mit abfallbürtigen Substraten und Energiepflanzen in Hinblick auf Wasserhaushalt und Biomassertrag. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.
- RAUCHECKER, M., 2001: Ökologische Aspekte bei der Schließung und Rekultivierung von Deponien und Abbaufächen mit diversen Pflanzenarten auf unterschiedlichen Kultursubstraten zur Produktion von Biomasse und Reduktion des Sickerwasseranfalles. Diss. Universität für Bodenkultur Wien.
- LIEBHARD, P., T. GOMISCEK und M. RAUCHECKER, 2002: Schließung von Deponien und Abbaufächen mit unterschiedlichen Kultursubstraten und Pflanzenarten auf Biomasseaufwuchs und Sickerwasseranfall. Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften. 45. Jahrestagung Berlin, 14. Freisinger Künstlerpresse W. Bode, Freising, 261 - 262.

