

Eignung von Klärschlammkompost als Rekultivierungsmaterial im Landschaftsbau

Rekultivierungsflächen, Altlasten und Deponien sind typische Standorte, die aufgrund mangelnder Nährstoff- und Humusvorräte einen zu geringen Anteil an pflanzenverfügbarem Bodenwasser, eine unzureichende Durchlüftung sowie eine geringe Durchwurzelungstiefe aufweisen und daher schwierig zu begrünen sind. In der hier vorliegenden Studie wird untersucht, inwieweit die Eigenschaften solcher Standorte durch die Anwendung von Klärschlammkompost und Gemischen aus Kompost mit mineralischen Bodensubstraten verbessert werden kann.

Ziel der Untersuchungen war die Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für den praktischen Einsatz von Klärschlammkompost (KSK) im Landschaftsbau. Speziell ging es darum, den Einfluss der Mächtigkeit von Rekultivierungsschichten, der unterschiedlichen Mischungsvarianten sowie der Pflanzen auf die Menge und Qualität von Sickerwässern zu prüfen. Die Untersuchungen zum Wasser- und Stickstoff (N)-haushalt wurden in einem Gefäß- und Freilandversuch durchgeführt. Die nachfolgenden Ausführungen konzentrieren sich auf Ergebnisse des Freilandversuches.

Der Versuch bestand aus einer begrünter und einer unbegrünter Teilfläche mit jeweils 12 Parzellen, die eine Flächengröße von je 30 m² aufwiesen. Folgende Versuchsvarianten kamen zum Einsatz:

- Klärschlammkompost KSK (MK1): Mischung aus kommunalem Klärschlamm mit Strukturmaterialien im Volumenverhältnis 1:1, kompostiert, Rottegrad V, Körnung 0-25 mm.
- Mischungen von KSK mit schluffigem Bodenmaterial (Ut) im Volumenverhältnis 1:1 (MK1+Ut2)
- Mischungen von KSK mit sandigem Bodenmaterial (St) im Volumenverhältnis 1:1 (MK1+St2).

Es wurden jeweils Rekultivierungsschichten von vier Mächtigkeiten aufgebaut: 50 cm, 100 cm, 150 cm und 200 cm. In jeder der 24 Parzellen waren 2 Sickerwassersammler mit einem Durchmesser von 40 cm vorhanden. Am Boden der Sickerwassersammler befanden sich kapillarbrechende Schichten aus Grobkies und Quarzsand, um den Stau von Sickerwasser zu vermeiden und einen gleichmäßigen Abfluss zu gewährleisten.

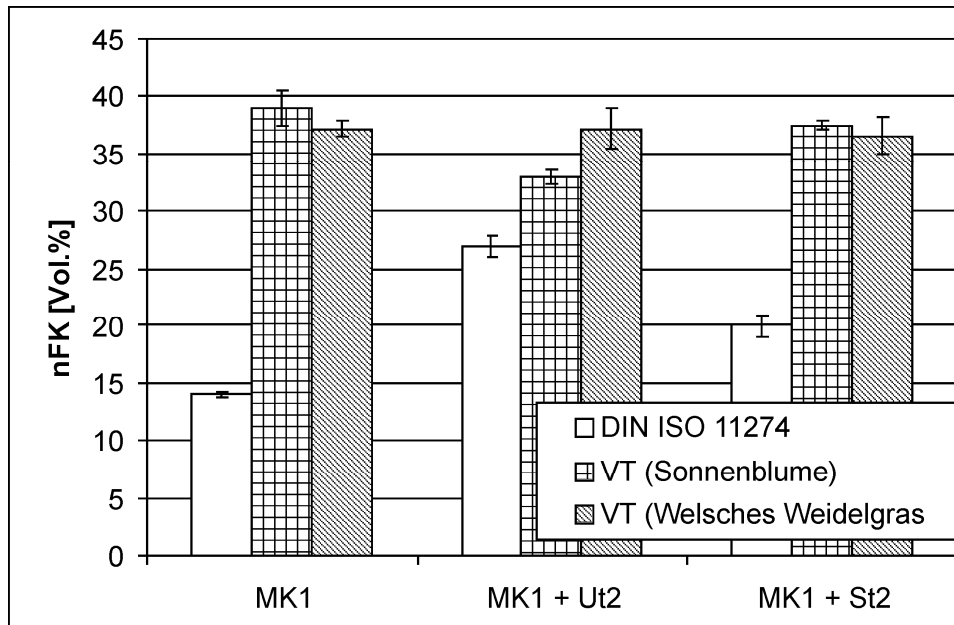
Sickerwasserproben wurden in wöchentlichen Abständen entnommen und laboranalytisch untersucht. Die Stoffausträge wurden als Frachten auf der Grundlage der Stoffkonzentration und der Sickerwassermenge berechnet. Die bodenphysikalischen Größen „Feldkapazität“ (FK), permanenter „Welkepunkt“ (WP) sowie „nutzbare Feldkapazität“ (nFK) wurden bei allen geprüften Varianten durch Untersuchung der Beziehungen zwischen Wasserspannung und Wassergehalt in Stechzylindern mit einem Volumen von 250 cm³ nach DIN ISO 11274 ermittelt. Wesentliche Voraussetzungen für den Anfall von Sickerwasser sind das maximale Wasserhaltevermögen sowie der Wassergehalt am WP der Rekultivierungsmaterialien. Aus der Differenz zwischen beiden Größen berechnet sich die nFK.

Ergänzend dazu wurde erstmals die nFK mit Hilfe eines Vegetationstests (VT) ermittelt. Mitscherlichgefäße mit einem Fassungsvermögen von 6 kg wurden mit MK1, MK1+Ut2 sowie MK1+St2 gefüllt und Sonnenblumen sowie Welsches Weidelgras ausgesät. Die Gefäße wurden mit Wasser gesättigt und durch Wägung die Feldkapazität bestimmt. Der WP wurde ebenfalls durch Wägung ermittelt und ist erreicht, wenn das Welken der Sonnenblumen irreversibel verläuft.

Ergebnisse

Die Ergebnisse der nach DIN ISO 11274 bestimmten nFK und die Ergebnisse nach dem Vegetationstest (VT) mit Sonnenblumen und Welschem Weidelgras sind in Abbildung 1 dargestellt.

Abbildung 1 Vergleich der Bestimmung der nutzbaren Feldkapazität für die Untersuchungsvarianten nach der Standardmethode (DIN ISO 11274) und dem Vegetationstest (VT)



Es sind deutliche Unterschiede zwischen den beiden Methoden zu erkennen. Mit Hilfe des VT wurde eine statistisch gesicherte höhere nFK als mit der DIN Methode nachgewiesen. Bei MK1, MK1+Ut2 und Mk1+St2 wurde mittels VT bei Sonnenblumen eine um 178 %, 22 % und 85 % und bei Welschem Weidelgras eine um 176%, 28% und 84% (statistische Sicherheit $p < 0,001$) höhere nFK als nach DIN ISO 11274 festgestellt.

Rekultivierungsschichten aus Klärschlammkompost zeichnen sich durch eine hohe Wasserspeicherung und Abgabe des Wassers an die Vegetation aus und tragen damit zur Minimierung von Sickerwasser bei.

Aus der in Abbildung 2 vorgenommenen Zusammenstellung relevanter chemischer Parameter der untersuchten Rekultivierungsmaterialien geht hervor, dass es sich um ein nährstoffreiches Substrat handelt. Der Modellkompost wurde durch vergleichsweise hohe Gesamtstickstoffgehalte von 1,7 % charakterisiert. Durch Mischung mit nährstoffarmem Mineralboden wurden die N-Gehalte auf 0,3 bis 0,4 % reduziert. 78 % des im Klärschlammkompost enthaltenen Stickstoffs lag in organisch gebundener Form vor. Er ist damit nicht sofort pflanzenverfügbar und hinsichtlich von Austrägen mit dem Sickerwasser zunächst nicht relevant.

Abbildung 2: Gehalte von Nitrat-, Ammonium- und organisch gebundenem Stickstoff, Gesamtstickstoff, Kohlenstoff und C/N Verhältnisse der Rekultivierungsmaterialien

Variante	NO ₃ -N g/100g TM	NH ₄ -N g/100g TM	Norg g/100g TM	Nt g/100g TM	Ct g/100g TM	C/N
MK1	0,053	0,323	1,324	1,700	20	12
MK1 + Ut2	0,031	0,019	0,350	0,400	5	13
MK1 + St2	0,022	0,007	0,271	0,300	4	15

Bei den Schwermetallen überschreiten die Mikronährstoffe Kupfer und Zink die in der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) bzw. der Deponieverordnung ausgewiesenen Werte (Abbildung 3).

Abbildung 3: Schwermetallgehalte der Rekultivierungsmaterialien [mg/kg]

Variante	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Zn
MK1	57	1	28	140	19	441
MK1 + Ut2	16	0	19	15	15	108
MK1 + St2	15	0	13	23	10	84
Ut2	7	0	16	7	12	25
St2	6	0	9	5	9	26

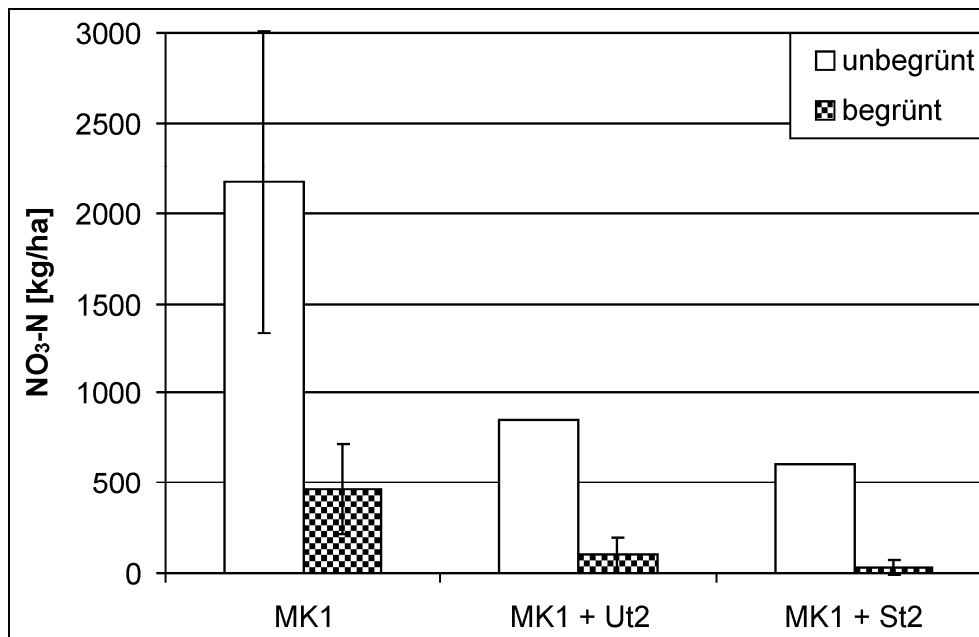
Abbildung 4 zeigt, dass die Sickerwassermengen durch Begrünung, Zumischung von mineralischem Bodenmaterial und Zunahme der Mächtigkeit reduziert wurden. Sehr deutlich zeigt sich die durch Begrünung bedingte erhebliche Verringerung der Sickerwasserbildung. Die Sickerwassermenge beträgt bei der 50 cm Mächtigkeit der MK1 Variante mit Begrünung 31 mm und bei der 200 cm Mächtigkeit 7 mm. Erwähnenswert ist, dass die höchsten Sickerwassermengen in Zeiten von Tauphasen zwischen Dezember bis April gemessen wurden.

Aus den in Abbildung 5 zusammengestellten $\text{NO}_3\text{-N}$ -Frachten ist ersichtlich, dass diese durch die Begrünung um 79 % auf 463 kg/ha bei MK1, um 89 % auf 98 kg/ha bei MK1+Ut2 sowie um 96 % auf 27 kg/ha bei MK1+St2 reduziert wurden. Signifikante Unterschiede zwischen unbegrüntem und begrüntem Varianten wurden bei MK1+Ut2 und MK1+St2 nachgewiesen.

Abbildung 4: Sickerwassermengen der unbegrüntem und begrüntem Varianten (Juli 2003 – April 2005)

Variante		Sickerwasser [mm]			
		50 cm	100 cm	150 cm	200 cm
MK1	begrünt	31	22	0	7
	unbegrünt	130	95	34	33
MK1+Ut2	begrünt	43	9	1	3
	unbegrünt	28	83	13	0
MK1+St2	begrünt	31	12	6	9
	unbegrünt	82	86	111	19

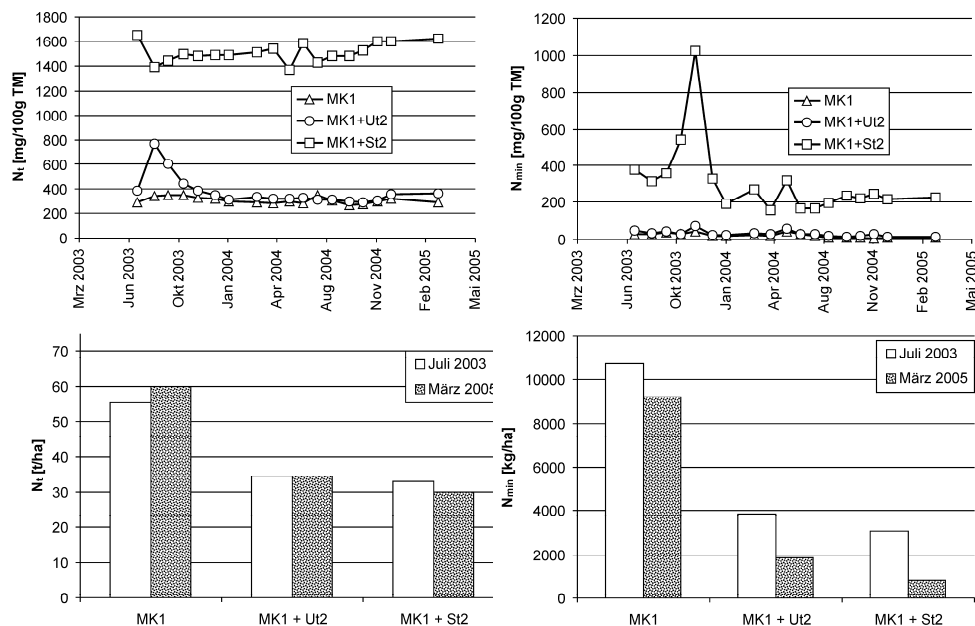
Abbildung 5: Durchschnittliche $\text{NO}_3\text{-N}$ -Konzentration im Sickerwasser der 100 cm mächtigen Versuchsvarianten (Juli 2003 – April 2005)



Der Verlauf der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen im Sickerwasser wies mit Ausnahme weniger Einzelfälle für den gesamten Untersuchungszeitraum Werte unter 1 mg/l auf. Die durchschnittlichen $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen lagen für die unbegrünten Varianten MK1 bei 0,8 mg/l; für MK1+Ut2 bei 0,4 mg/l und für MK1+St2 bei 0,3 mg/l. Die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen der begrünten Varianten lagen bei 0,8 mg/l; 1,5 mg/l und 0,7 mg/l. Die Unterschiede zwischen den Varianten und zwischen begrünt und unbegrünt waren statistisch nicht gesichert. Bezüglich der Frachten ist ein deutlicher Einfluss der Begrünung zu erkennen. Bei MK1 konnten im Vergleich zu den unbegrünten Varianten die $\text{NH}_4\text{-N}$ Frachten um 63 % auf 0,43 kg/ha, bei MK1+Ut2 um 63 % auf 0,32 kg/ha und bei MK1+St2 um 48 % auf 0,19 kg/ha vermindert werden.

Neben dem Gesamtstickstoff (N_t) wurde der mineralische Stickstoff des Rekultivierungsmaterials als Ammonium- und Nitrat-N monatlich für die jeweiligen Untersuchungshorizonte bestimmt. Die durchschnittlichen Werte sind in Abbildung 6 am Beispiel der 100 cm mächtigen begrünten Variante für den zweijährigen Untersuchungszeitraum dargestellt.

Abbildung 6: N_{\min} und N_t -Gehalte bzw. -Vorräte im Rekultivierungsmaterial der 100 cm mächtigen Varianten (Juli 2003 bis März 2005)



Deutlich sind über den gesamten Verlauf die statistisch gesicherten höheren Werte für den reinen Modellkompost zu erkennen. Die N_t -Gehalte zeigten keinen eindeutigen Trend der Veränderung während des Versuchszeitraumes. Die Unterschiede der N-Gehalte zwischen Versuchsbeginn und Versuchsende waren statistisch nicht gesichert. Der mineralische Stickstoff erhöhte sich besonders stark im Oktober 2003 und nahm im weiteren Versuchszeitraum deutlich ab. Vermutet wird hier ein zu Beginn des Versuches auftretender Mineralisierungseffekt bedingt durch Mischvorgänge beim Einbau und die Eindringung der Feuchtefront in das aufgeschüttete Substrat.

Fazit

Klärschlammkomposte sind durch ein hohes Wasserspeichervermögen charakterisiert. Die nFK liegt im Bereich zwischen 33 bis maximal 39 Vol%. Damit können 1 m mächtige Rekultivierungsschichten bis zu 390 mm Niederschlag speichern und an die Vegetation oder durch Verdunstung an die Atmosphäre abgeben. Die aus Umweltschutzgründen notwendige Minimierung der Sickerwassermenge ist durch Begrünung, Zumischung von mineralischem Bodenmaterial und Erhöhung der Schichtmächtigkeit zu erreichen.

Die Mächtigkeit der Rekultivierungsschicht ist abhängig von der effektiven Durchwurzelungstiefe der verwendeten Pflanzenarten. Durch Zumischen von nährstoffarmen mineralischem Bodenmaterial werden mit einem üblichen Mineralboden vergleichbare N_t -Gehalte in Höhe von 0,3 bis 0,4% erreicht.

Die NO_3 -N Konzentrationen im Sickerwasser nehmen im Verlauf der Untersuchungen ab; die Unterschiede zwischen der unbegrünten und begrünten Variante sind statistisch nicht gesichert. Die NO_3 -N Fracht wird durch Begrünung und Zumischen von mineralischem Bodenmaterial signifikant reduziert. Die Schwermetallgehalte des Rekultivierungsmaterials und des Sickerwassers überschreiten bei den Mikronährstoffen Cu und Zn die gesetzlichen Vorgaben der Bundesbodenschutzverordnung sowie der Deponieverordnung. Die pflanzliche Biomasse wird durch Verwendung von KSK stark erhöht, damit verbunden ist eine Zunahme der Evapotranspiration und die Verringerung der unerwünschten Sickerwasserbildung.

Qualitätsgesicherte Klärschlammkomposte sind für den Einsatz im Landschaftsbau geeignet, wobei die untersuchten Kriterien der Begrünung, der Mächtigkeit sowie der Mischungen mit mineralischem Bodenmaterial den jeweiligen konkreten Standortbedingungen und Zielen des Landschaftsbaus unterzuordnen sind.

Quelle: KA Korrespondenz Abwasser, Abfall 55. Jahrgang, Nr. 12 ,2008 S.1323 – 1328 in Abstimmung mit den Autoren (hier: Dr. Sabine Bernsdorf, Institut für Agrar- und Ernährungswirtschaft der Universität Halle-Wittenberg).

Quelle: H&K 1/09, S. 62; Dr.Bertram Kehres (BGK e.V.)