

Nachfolgeprojekt für trocken ausgetragene Schlacke

Biologische Sickerwasserbehandlung

Durch den Trockenausstrag von KVA-Schlacke wird nicht nur die Metallrückgewinnung stark vereinfacht, sondern auch die deponierelevanten Eigenschaften der Schlacke werden deutlich verbessert. Das Sickerwasser hat einen neutralen pH-Wert, niedrige Salzfrachten und es ist weitgehend frei von Schwermetallen. Immer noch signifikant erhöht sind einzig die Gehalte an DOC und Ammonium. Bei einem bei der KVA in Hinwil durchgeführten 18 Monate dauernden Versuch wurde überraschend festgestellt, dass sich in der trocken ausgetragenen Schlacke mikrobielle Aktivität entfaltete. Diese führte zu einem Abbau von DOC und Ammonium. In einem Nachfolgeprojekt soll die trocken ausgetragene Schlacke gezielt biologisch so behandelt werden, dass das Sickerwasser aus einem entsprechenden Deponiekörper direkt in einen Vorfluter eingeleitet werden könnte.

VON MARLÈNE ZBINDEN UND RAINER BUNGE

Der Trockenausstrag ist ein innovatives Schweizer Verfahren. Hierbei fällt der Rückstand der Kehrichtverbrennung (Schlacke) nicht wie beim Nassausstrag üblich in einen mit Wasser gefüllten Siphon, sondern er wird trocken in den Schlackenbunker gefördert. Die Kehrichtverwertung Zürcher Oberland (Kezo) hat als erste Schweizer Kehrichtverbrennungsanlage (KVA) das Verfahren bereits apparativ umgesetzt. Eine weitere KVA (Satom, Monthey) befindet sich zurzeit im Umbau.

Trocken ausgetragene Schlacke hat klare Vorteile gegenüber nass ausgetragener Schlacke. Die Schlackenstücke verbacken nicht miteinander, was die Metallrückgewinnung aus der Schlacke vereinfacht. Die Versuche des Instituts für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec), haben gezeigt, dass die trocken ausgetragene Schlacke tiefere Metallkonzentrationen und einen tieferen pH im Eluat aufweist.

Es ist abzusehen, dass der Trockenausstrag künftig eine wichtige Stellung am Schweizer Markt einnehmen wird. Im Zuge dieser Entwicklung

Tabelle 1: Gemessene Konzentrationen im Sickerwasser aus nass und trocken ausgetragener Schlacke gemittelt über die ersten drei Monate Ablagerungsdauer. (Quelle: Umtec, Muldenversuche Kezo)

PARAMETER IM SICKERWASSER	TROCKENE SCHLACKE	NASSE SCHLACKE	GRENZWERT EINLEITUNG GEWÄSSER NACH GSCHV
pH	7,1	12,1	6–9
Cu [mg/l]	0,26	1,70	0,5
DOC [mg/l]	98	207	10
NH ₄ +N [mg/l]	41	36	–
C : N Ideal: 6,6	2,8	6,7	–

werden in Zukunft grosse Mengen an Trockenschlacke produziert und in der Schweiz abgelagert werden. Obwohl die Trockenschlacke qualitativ sehr viel besser ist, muss sie nach wie vor in der gleichen Deponie und zum gleichen Preis wie die Nassschlacke in «Schlackendeponien» abgelagert werden. Dies wird sich möglicherweise ändern, falls in Zukunft ein neuer Deponietyp definiert wird, der eine preisgünstigere Ablagerung der Trockenschlacke zulässt. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die Qualität der Trockenschlacke so gut ist, dass signifikante Einsparungen bei der Einrichtung der Deponie, ihrem Betrieb, in der Nachsorge oder bei den Rückstellungen erzielt werden.

Das Umtec-Projektziel besteht darin, das Sickerwasser aus dem Grobanteil (Korngrösse >4 mm) der trocken ausgetragenen Schlacke direkt auf der Schlackendeponie biologisch so zu behandeln, dass dieses nach Gewässerschutzverordnung (GSchV) in ein Gewässer eingeleitet werden kann. Auf diese Weise werden die kommunalen Abwasserreinigungsanlagen entlastet.

Ergebnisse der Vorversuche

Bei den durchgeführten Vorversuchen wurde bei der Kezo in Hinwil eine Transportmulde aufgestellt und in zwei voneinander abgedichtete Kompartimente geteilt. Beide Kompartimente wurden mit separaten Sickerwasserfassungen versehen. In das eine Kompartiment war «Trockenschlacke» >4 mm eingefüllt, in das andere konventionelle «Nassschlacke». Die Schlackenproben wurden zuvor grob entschrottet.

Die über die ersten 1500 Liter Sickerwasser gemittelten Analysen entsprechen rund drei Monaten Lagerungsdauer. Sie ergaben, dass die trocken ausgetragene Schlacke Schwermetallgehalte unterhalb der Grenzwerte für die Einleitung in ein Gewässer gemäss GSchV aufwies (siehe Tabelle 1). Auch der pH lag mit 7,1 unterhalb des Grenzwertes von 9. Das Sickerwasser aus Nassschlacke überschritt die Grenzwerte beim Kupfer (Cu) und vor allem beim pH: dieser lag bei 12.

Im Sickerwasser der Trockenschlacke wurde eine schnelle Abnahme der

Marlène Zbinden

Dipl. Umwelt-Natw. ETH, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec), Hochschule für Technik, Rapperswil.

Rainer Bunge

Prof. Dr., Institutsleiter, Institut für Umwelt- und Verfahrenstechnik (Umtec), Hochschule für Technik, Rapperswil.

DOC(dissolved organic carbon)-Konzentration festgestellt. Nach etwa einem halben Jahr war der Grenzwert zur Einleitung in ein Gewässer erfüllt. Bei der Nassschlacke hingegen wurde zwar auch eine Abnahme des DOC festgestellt, jedoch lag dieser bei Versuchsende mit etwa 50 mg/l immer noch sehr weit über dem Grenzwert.

Überraschend war, dass die anfänglich sehr hohe Ammonium(NH_4^+)-Konzentration im Sickerwasser der Trockenschlacke innert zwei Beprobungsperioden (dritter bis sechster Monat) nahezu vollständig verschwunden war. Gerade in diesem Zeitraum wurde ein plötzlicher und sehr starker Anstieg an Nitrit (NO_2^-) festgestellt (siehe Abb. 2). Die Vermutung liegt nahe, dass in der Trockenschlacke ein biologischer Abbau des Ammoniums durch Nitrifikation stattgefunden hat. Die Nitrifikanten waren offenbar durch die Luft eingetragen worden.

Diese biologische Aktivität wurde in weiteren Untersuchungen bestätigt. Die Keimzahlbestimmung der aeroben, mesophilen Bakterien ergab deutlich mehr Keime auf der Trockenschlacke als auf der Nassschlacke in der Mulde. Weiter wurde in einer Mischung aus Trockenschlacke und Nährlösung das Vorhandensein von nitrifizierenden und Kohlenstoff-abbauenden Bakterien überprüft. Die Laborversuche belegen das Vorhandensein von nitrifizierenden Bakterien und von Bakterien, welche organische Stoffe (gemessen als DOC) abbauen.

Weitere Versuche

In einem Nachfolgeprojekt wird nun untersucht, wie das Sickerwasser aus Kompartimenten, in denen Trockenschlacke >4 mm abgelagert wird, vor Ort auf der Deponie biologisch behandelt werden kann. Dies soll mittels Tropfkörper geschehen, der mit Belebtschlamm aus einer Kläranlage angeimpft wird (siehe Abb. 3). In den oberen aeroben Schichten des Tropfkörpers etablieren sich dann Bakte-

rien, die das NH_4^+ zu Nitrat (NO_3^-) oxidieren und andere Bakterien, die den DOC abbauen. In den tieferen Schichten des Tropfkörpers sollen nach Möglichkeit Bedingungen geschaffen werden, die eine Denitrifikation begünstigen.

Zunächst werden in Laborversuchen die Lebensbedingungen für Bakterien auf Trockenschlacke charakterisiert. Sind die DOC-bildenden organischen Verbindungen grundsätzlich biologisch abbaubar? Sind die Voraussetzungen für den Abbau der Stickstoffverbindungen gegeben?

Dann werden Versuche im Pilotmassstab durchgeführt. Hierzu wird wiederum eine Transportmulde unter freiem Himmel aufgestellt und das Sickerwasser über einen Tropfkörper behandelt.

Notwendige Voraussetzungen und erwartete Resultate

Für den Abbau von Nährstoffen in einer biologischen Reinigungsstufe müssen folgende Rahmenbedingungen berücksichtigt werden.

Erstens: Der pH liegt für den Abbau von Stickstoffverbindungen idealerweise im Bereich 7,0–8,5. Im Sickerwasser der Trockenschlacke wurde in den Vorversuchen ein pH von 7,1 gemessen. Er liegt folglich im idealen Bereich für den DOC- und NH_4^+ -Abbau.

Zweitens: Die Wassertemperatur sollte mindestens 10 °C betragen. Der Tropfkörper darf nicht einfrieren. Aufgrund der erhöhten Temperaturen im Inneren von Schlackendeponien ist gewährleistet, dass das auf den Tropfkörper geleitete Sickerwasser auch im Winter die Temperaturen erreicht, die für eine biologische Aktivität erforderlich sind.

Drittens: Das Schlammalter (= Aufenthaltzeit des Biofilmes im Tropfkörper) muss im Tropfkörper genügend hoch sein. Stickstoffabbauende Bakte-

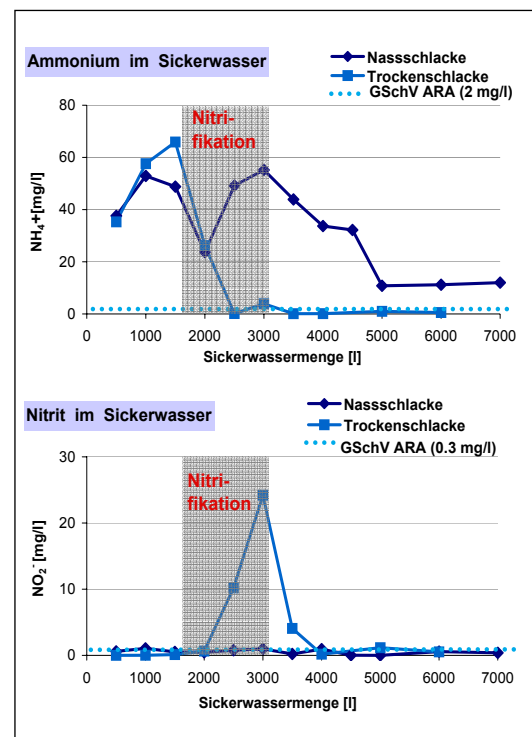


Abb. 2: Ammonium- und Nitritkonzentration im Sickerwasser der nass und trocken ausgelegenen Schlacke.

rien können sich bei Wassertemperaturen von 10 °C erst ab einem Schlammalter von zehn Tagen vermehren. Bei genügend grossem Tropfkörper wird das entsprechende Schlammalter erreicht.

Viertens: Das Nährstoffverhältnis muss ausgeglichen sein. Das ideale Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff zu Phosphor (C:N:P) beträgt 106:16:1. Für den möglichst vollständigen Abbau der Stickstoffverbindungen im Sickerwasser müssen vor allem leicht abbaubare organische Kohlenstoffe vorhanden sein. Berücksichtigt man, dass nur rund 5 bis 40% des DOC biologisch abbaubar sind, wird klar, dass der leicht abbaubare Kohlenstoff limitierend für den gesamten Nährstoffabbau ist (vgl. Förstner, U., G. Hirschmann, 1997, «Langfristiges Deponieverhalten von Müllverbrennungsschlacken», Umweltbundesamt).

Die Voraussetzungen für eine biologische Behandlung des Sickerwassers sind also bei der Trockenschlacke >4 mm, im Gegensatz zu konventioneller Nassschlacke, ideal. Das Projekt wird von der Kezo, dem Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (Awel) der Baudirektion des Kantons Zürich und der Technologieförderung des Bundesamtes für Umwelt (Bafu) unterstützt.

Sobald das Nachfolgeprojekt abgeschlossen ist, wird dazu ein weiterer Artikel in «Umwelt Perspektiven» erscheinen.

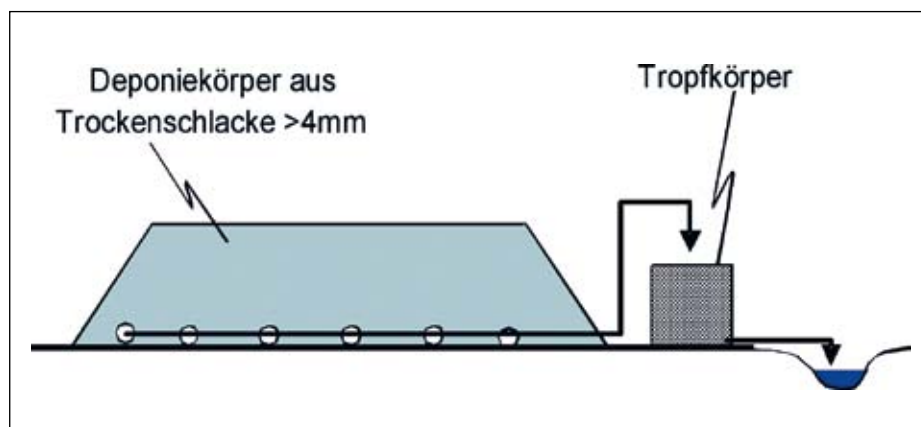


Abb. 3: Mögliche Umsetzung der biologischen Reinigung auf der Deponie.