

TOC im Eluat als relevanter Parameter gemäß AbfAbIV: Erfahrungen aus der MBA-Praxis, Einflussgrößen und Möglichkeiten der Optimierung.

Andreas Warnstedt, Günter Müller, Joachim Dach

Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft, Bad Ems
Bjoernsen Beratende Ingenieure, Koblenz

**TOC_{eluat} as a relevant parameter in accordance with
the German Waste Storage Ordinance (AbfAbIV):
Experiences in MBT, influences and possibilities for optimising.**

Abstract

A topical challenge for operators of MBT plants is the observance of the requirements given by the AbfAbIV with regard to the parameter TOC_{eluat}. The influence on the height of the parameter is manifold. The primary way to fulfil the requirements is to optimise the composting process. If this does not lead to success, there still exist other technically complex possibilities to optimise the material.

Abstract deutsch

Eine aktuelle Herausforderung für Betreiber von MBA stellt die Einhaltung der durch die AbfAbIV festgelegten Vorgaben bezüglich des Parameters TOC im Eluat dar. Die Einflussmöglichkeiten auf die Höhe des Parameters sind vielfältig. Um die Vorgaben zu erfüllen, ist zunächst optimierend auf den Prozessverlauf während der Rotte einzuwirken. Führt dies nicht zum Erfolg, so sind andere technisch aufwendige Optimierungsmöglichkeiten in Erwägung zu ziehen.

Keywords

AbfAbIV, aerober Abbau, Huminstoffe, MBA, Optimierung, TOC im Eluat

1 Einleitung

Die am 1.6.2005 für alle Betreiber von mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) verbindlich gewordene Abfallablagerungsverordnung (AbfAbIV) stellt mit ihrem Anhang 2 Anforderungen an die Beschaffenheit des zu deponierenden Materials. Neben der biologischen Aktivität (bestimmt als AT₄ oder GB₂₁) und Anteil an organischer Substanz (bestimmt als TOC oder oberer Heizwert) ist u.a. der TOC im Eluat ein Parameter für den ein Zuordnungswert festgelegt ist. Der Zuordnungswert liegt gemäß Anhang 2 AbfAbIV bei 250 mg/l. Der Grenzwert nach Anhang 4 liegt bei 300 mg/l. Weitergehend ist in Anhang 4 festgelegt, dass der Grenzwert bei den Kontrollanalysen vor der Deponierung nur überschritten werden darf, wenn die davor liegenden 4 Analysen unter dem Grenzwert lagen. Der Betreiber der MBA muss hingegen nachweisen, dass

bei Überschreitungen des Grenzwertes mind. 50 % seiner regelmäßig durchzuführenden Analysen der letzten 12 Monate unter dem Zuordnungswert liegen und 80 % unter dem Grenzwert.

Der organische Restanteil bzw. der TOC im Feststoff ist vor allem im Zuge der mechanischen Aufbereitung durch einen geeigneten Siebschnitt einzustellen. Bei den anderen genannten Parametern erfolgt die Reduzierung im Wesentlichen im Verlauf der biologischen Stufe. Die Tatsache, dass sich die Einhaltung des TOC im Eluat verfahrenstechnisch als kritisch darstellt, war bereits im Zuge der Diskussion der Abfallablagerungsverordnung und des vorlaufenden BMBF-Verbundvorhabens „Mechanisch-biologische Behandlung von zu deponierenden Abfällen“ bekannt. Von Seiten des BMBF-Verbundvorhabens wurde deshalb ein erreichbarer und dem Stand der Technik entsprechender und umweltverträglicher Zuordnungswert von 300 mg/l vorgeschlagen. Vor dem Hintergrund, dass Anhang 1 für Müllverbrennungsschlacken einen TOC-Eluat-Zuordnungswert von 100 mg/l vorsieht, wurde jedoch ein geringerer Wert in die AbfAbIV aufgenommen. Die Tendenz, dass es sich bei dem TOC im Eluat um einen kritischen Parameter handelt, bestätigen jetzt auch die Erfahrungen der zahlreichen großtechnischen MBA nach dem 1.6.2005 (vgl. DOEDENS ET AL., 2006). Dem entsprechend wird diesem Parameter erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt.

Dieser Beitrag stellt zunächst exemplarisch die Praxiserfahrungen der MBA Singhofen vor, gibt anschließend eine kurze Zusammenfassung des Kenntnisstandes bezüglich des Parameters inklusive möglicher Einflussfaktoren. Ein weiterer Abschnitt befasst sich mit Möglichkeiten der Optimierung für die Praxis der mechanisch-biologischen Restabfallbehandlung, insbesondere bei aerober biologischer Behandlung.

2 Definition

TOC im Eluat ist ein Summenparameter und erfasst den Anteil des organischen Gesamtkohlenstoffs, der bei Elution nach DIN 38414-S4 bzw. DIN EN 12457-4 in Lösung geht. Der Parameter besitzt keine Aussagekraft hinsichtlich der beinhalteten Einzelsubstanzen. So können keinerlei Aussagen hinsichtlich der ökologischen oder toxikologischen Relevanz des Eluats hieraus abgeleitet werden.

Die Analysenmethoden für TOC im Eluat sind umfassend in DIN EN 1484 geregelt und beschrieben. Wesentliche Abweichungen bzw. Ergänzungen für zu analysierenden Restabfall aus mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen sind in Anhang 4 Nr. 2.4 AbfAbIV zu finden und im Folgenden exemplarisch aufgeführt:

- Die Originalstruktur der einzusetzenden Probe sollte weitestgehend erhalten bleiben. Grobstückige Anteile sind zu zerkleinern.

- Die Eluatprobe ist zu zentrifugieren. Anschließend erfolgt ein einmaliges Filtrieren über Membranfilter (Porenweite 0,45 µm), ggf. mittels Druckfiltration.

3 Erfahrungen der MBA-Praxis und Versuchsergebnisse

3.1 Allgemein

Die MBA Singhofen (Rhein-Lahn-Kreis, Rheinland-Pfalz) konnte nicht vor dem Stichtag 1. Juni 2005 in Betrieb genommen werden. Demzufolge mussten die Anforderungen nach AbfAbIV bereits im Probetrieb eingehalten werden. Statt einer schrittweisen Inbetriebnahme mit sukzessiv zunehmenden Mengen und der Sicherheit anfangs auftretende betriebliche Probleme nach und nach abstellen zu können, war man veranlasst praktisch ab dem Beginn des Probetriebes die Anlage unter Volllast zu fahren. Eine große Herausforderung für alle Beteiligten.

Die MBA Singhofen verfügt über eine Mechanische Aufbereitung, in der der angelieferte Hausmüll zunächst vorzerkleinert, anschließend auf < 100 mm gesiebt und nach einer Metallabscheidung einer Homogenisierung mit gleichzeitiger Bewässerung zugeführt wird. Das so organisch angereicherte Feinkorn (< 100 mm) durchläuft anschließend eine 5-wöchige Intensivrotte in Rottetunneln (Verfahrensgeber Horstmann Recycling Technik GmbH) mit wöchentlicher Umsetzung. Dem schließt sich eine 9 bis 11-wöchige offene Nachrotte auf saugbelüfteten Trapezmieten an. Am Ende der Nachrotte muss der mechanisch-biologisch behandelte Hausmüll die Zuordnungskriterien gemäß Anhang 2 AbfAbIV erfüllen. Dies war bereits bei den ersten so behandelten Abfallchargen der Fall.

Bereits die ersten Rottewochen und –monate zeigten, dass der Parameter TOC im Eluat im Verlauf der Rotte nicht zwingend monoton fällt. Chargen mit bereits niedrigen TOC-Werten zeigten teilweise im weiteren Rotteprozess wieder eine ansteigende Tendenz bevor sie dann wieder abklangen. Mögliche Ursachen hierfür werden weiter unten diskutiert.

Auf Grund von Ringversuchen ist bekannt, dass sich eine analytische Variationsbreite hinsichtlich der Analysenergebnisse ergibt.

Vor diesem Hintergrund wurde vom Intensivrotteinput der MBA Singhofen eine Probe an drei Laboratorien zur Analyse verteilt. Die Analysenergebnisse sind in Abbildung 1 grafisch dargestellt.

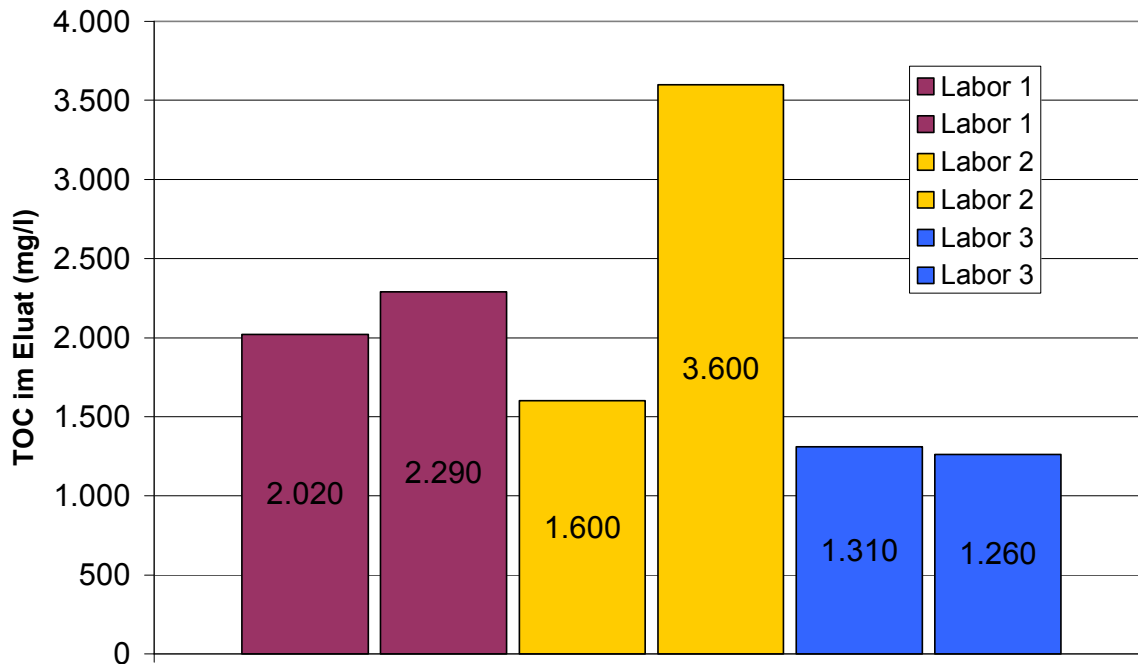


Abbildung 1 Laborvergleich- TOC im Eluat

Die Grafik lässt eine Ergebnisstreuung sowohl zwischen den verschiedenen Laboratorien als auch in einem Fall zwischen den Ergebnissen eines Labors erkennen. Der Mittelwert der Ergebnisse beträgt 2013 mg/l bei einer relativen Standardabweichung von 43,5 %. Die Ergebnisse von Labor 2 weisen eine besonders hohe Abweichung untereinander auf.

Ursachen für die zum Teil erheblichen Schwankungen sind vermutlich auf unterschiedliche Verfahrensweisen bei Probenaufbereitung, Eluatherstellung, Analyse und Auswertung zurückzuführen. So sortieren einige Labors einen Störstoffanteil (Steine, etc.) aus, während andere die gesamte Probe aufbereiten. Teilweise wird der zuvor abgeschieden Anteil an Störstoffen bei der Auswertung der Analysenergebnisse nicht berücksichtigt, obwohl sich das Ergebnis auf die Gesamprobe (also inklusive inerter Störstoffanteile) beziehen soll. Einige Laboratorien stellen das Eluat noch nach DIN 38414-S4 (Ausgabe Okt. 1984) her, obwohl sie laut Anhang 4 Punkt 2.4 AbfAbIV durch DIN EN 12457-4 ersetzt wurde. Diese exemplarische, unvollständige Auflistung verdeutlicht, dass eine uneinheitliche Vorgehensweise bei der Untersuchung derzeit existiert.

Vor diesem Hintergrund strebt die Arbeitsgemeinschaft Stoffspezifische Abfallbehandlung (ASA) e.V. die Schaffung eines RAL-zertifizierten Standards für Probenahme, Probenaufbereitung und Analyse von mechanisch-biologisch behandeltem Abfall an. Begleitend zum betrieblichen Ablauf wurde ein Versuch mit dem Ziel durchgeführt, unterschiedliche Einflussfaktoren auf das Nachrotteoutput zu untersuchen. Diesem Versuch widmet sich Gliederungspunkt 3.3.

3.2 Auswertung bisher gewonnener Ergebnisse

Der bisher gesammelte Datenumfang wurde einer statistischen Auswertung unterzogen. Die Darstellung in Abbildung 2 zeigt einen weitgehend linearen Zusammenhang zwischen AT_4 und TOC im Eluat im gesamten Rotteverlauf. Steigende AT_4 -Werte gehen insgesamt mit einem ebenfalls steigenden TOC im Eluat einher.

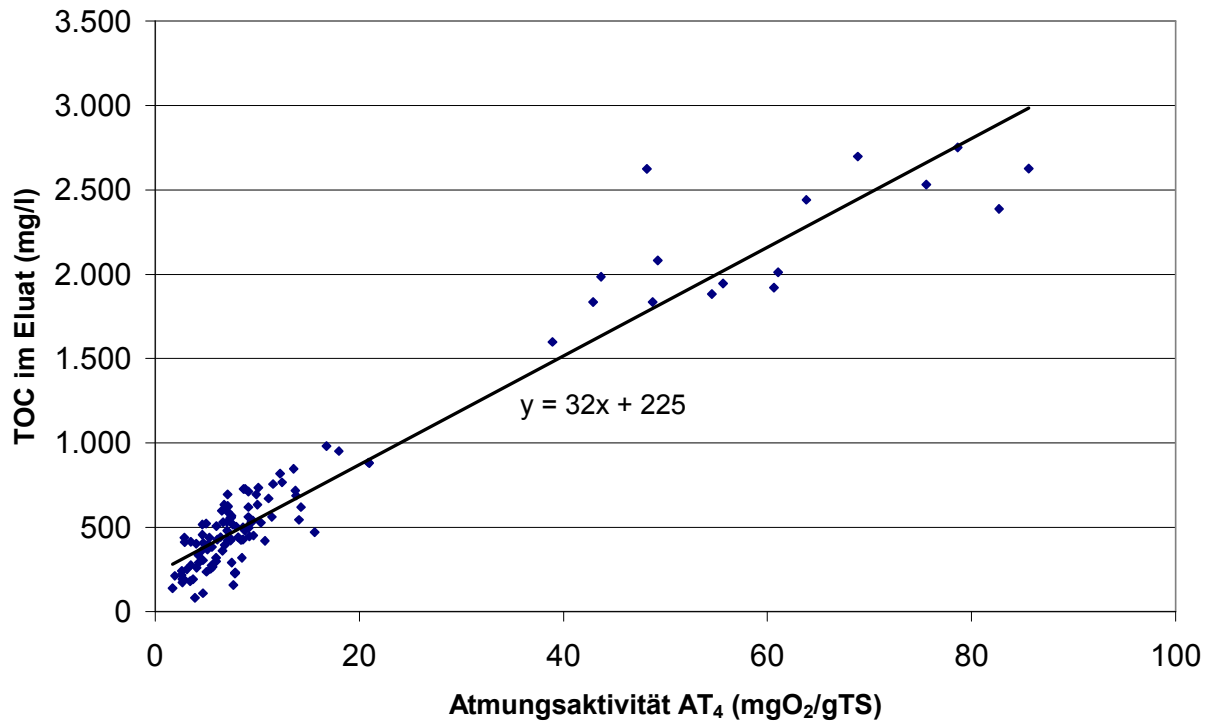


Abbildung 2 Zusammenhang AT_4 / TOC im Eluat

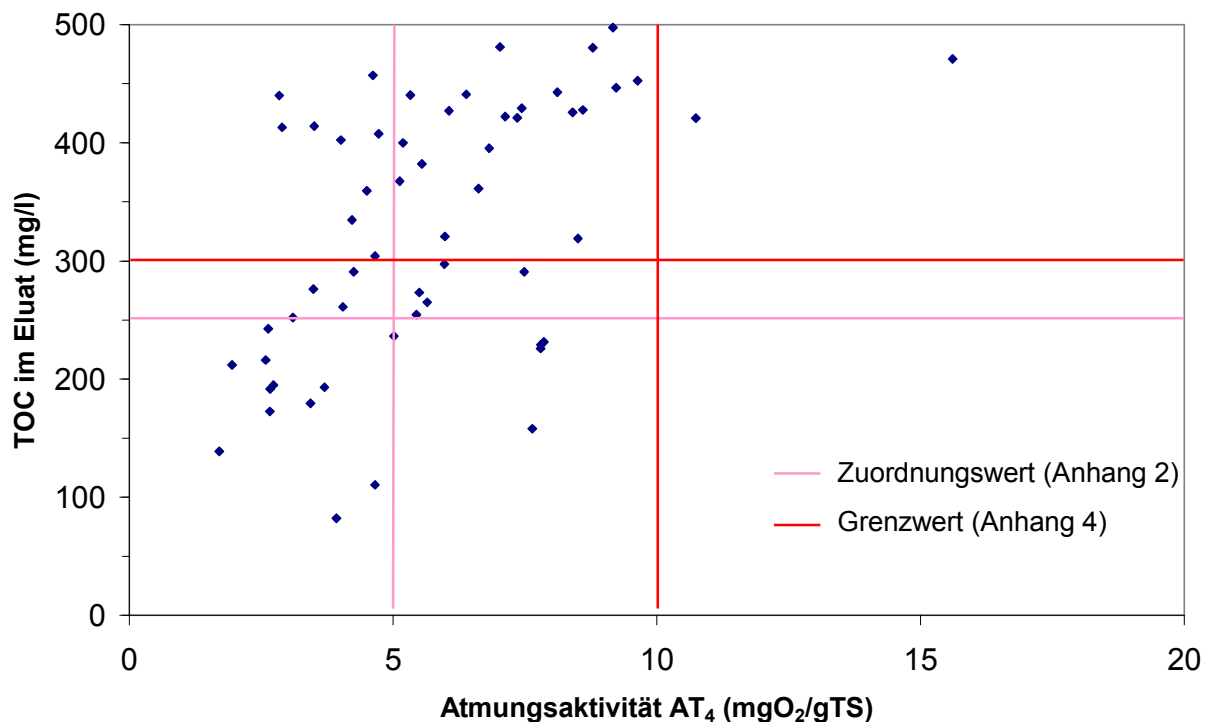


Abbildung 3 Zusammenhang AT_4 / TOC im Eluat im Grenzwertbereich

Im Bereich der Grenzwerte geht allerdings diese deutliche Korrelation verloren. Das heißt, ein Rückgang des AT_4 ist nicht zwangsläufig mit einem Rückgang des TOC im Eluat verbunden. Auch bei geringen AT_4 -Werten unterhalb des Bereiches für die Grenz- bzw. Zuordnungswerte können noch TOC-Werte darüber auftreten. Umgekehrt kommt es bei Einhaltung des Grenzwertes für den TOC im Eluat praktisch nie zu Überschreitungen des Grenzwertes für die Atmungsaktivität.

Des Weiteren wurden alle TOC-Ergebnisse in Abhängigkeit vom Trockensubstanzgehalt aufgetragen. Vor dem Hintergrund der praktischen Bedeutung wurden hierbei nur Proben berücksichtigt, die einen $AT_4 < 5 \text{ mg O}_2 / \text{g TS}$ aufweisen.

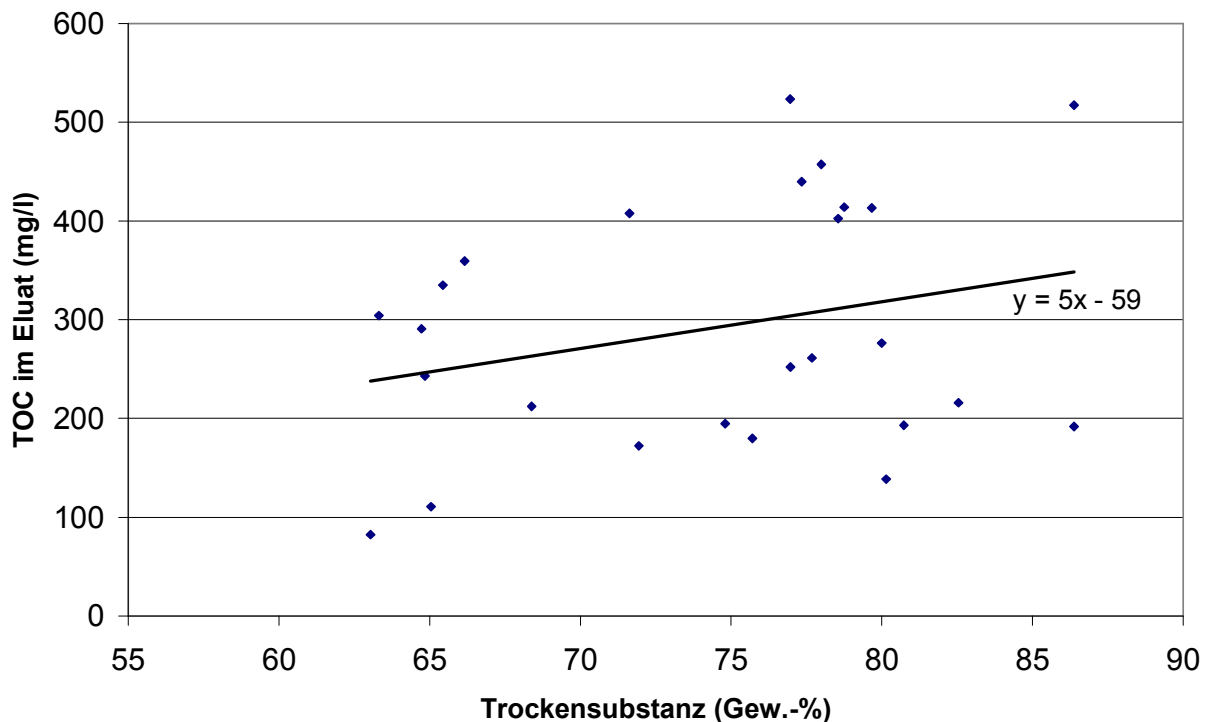


Abbildung 4 Zusammenhang Trockensubstanz / TOC im Eluat (Proben bei $AT_4 < 5 \text{ mg O}_2 / \text{g TS}$)

Die Ergebnisse weisen eine große Streuung auf. Die Korrelationsberechnung hat daher eine relativ geringe Signifikanz. Legt man dennoch eine Trendlinie an, so lässt diese einen tendenziellen Zusammenhang zwischen Trockensubstanzgehalt und Höhe des TOC im Eluat erkennen; und zwar derart, dass ein sinkender TS-Gehalt mit sinkendem TOC im Eluat einhergeht. Demnach weisen trockene Proben tendenziell einen höheren TOC im Eluat auf als feuchtere.

3.3 Untersuchungen zur Optimierung der Nachrotte

Neben der Optimierung des Rotteprozesses stellt sich die Frage, wie der Nachrotteoutput noch gesteuert werden kann. Vor diesem Hintergrund wurden Versuche durchge-

führt, bei denen auf eine Probe aus dem Nachrotteprozess (noch nicht abschließend gerottet), wo der TOC im Eluat noch über dem Zuordnungswert liegt, eingewirkt wurde.

Da die Auswertung der betrieblichen Analysenergebnisse auf einen direkten Zusammenhang zwischen Feuchtegehalt und TOC im Eluat hinweisen, wurde der Parameter Feuchtigkeit genauer untersucht. Eine Teilmenge wurde lediglich befeuchtet. Dazu wurde vor der Analyse der Feuchtegehalt von relativ trockenen 24 Gew.-% lediglich auf 33 Gew.-% angehoben (Probe „Feucht“).

In einer weiteren Teilmenge wurde der Wassergehalt auf 70 Gew.-% erhöht und anschließend überschüssiges Wasser wieder abgeschöpft. Die so entstandene Charge erhielt die Bezeichnung „Gewaschen“.

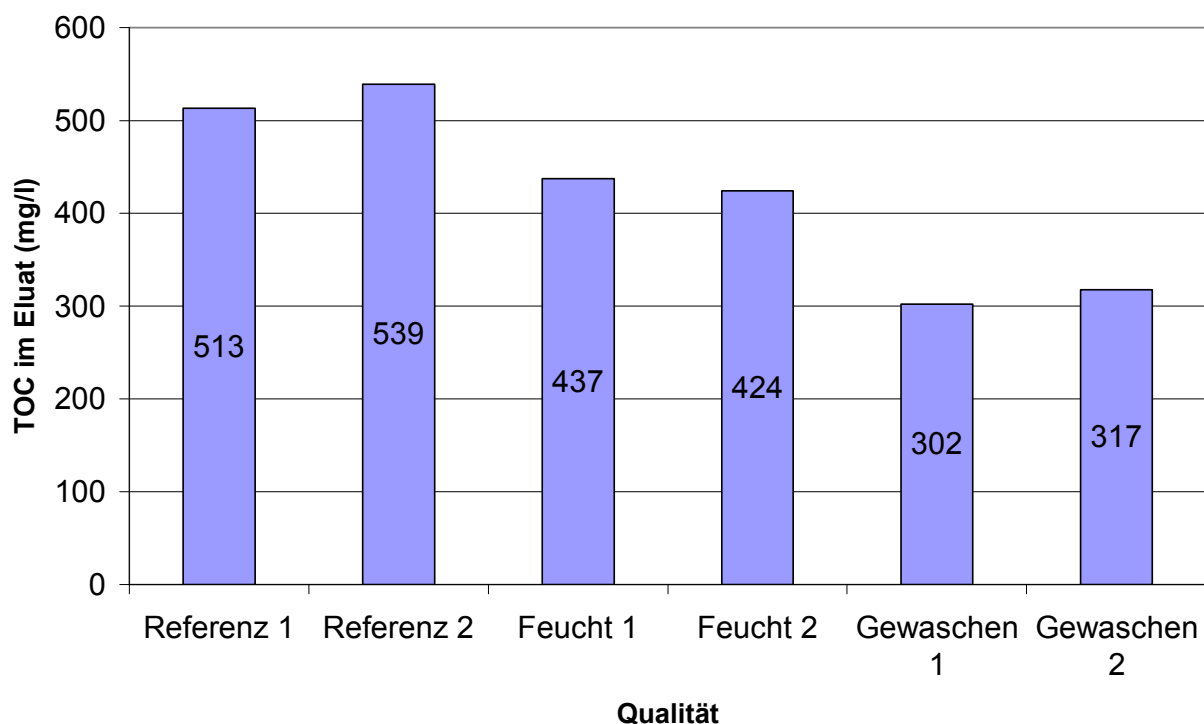


Abbildung 5 Steuerung des Nachrotteoutputs - TOC im Eluat

Die Darstellung in Abbildung 5 zeigt, dass bereits das bloße Befeuchten des Outputmaterials eine Reduzierung des TOC im Eluat um ca. 100 mg/l bewirken kann. Durch eine Waschung ließ sich sogar eine Verringerung um ca. 200 mg/l bewirken.

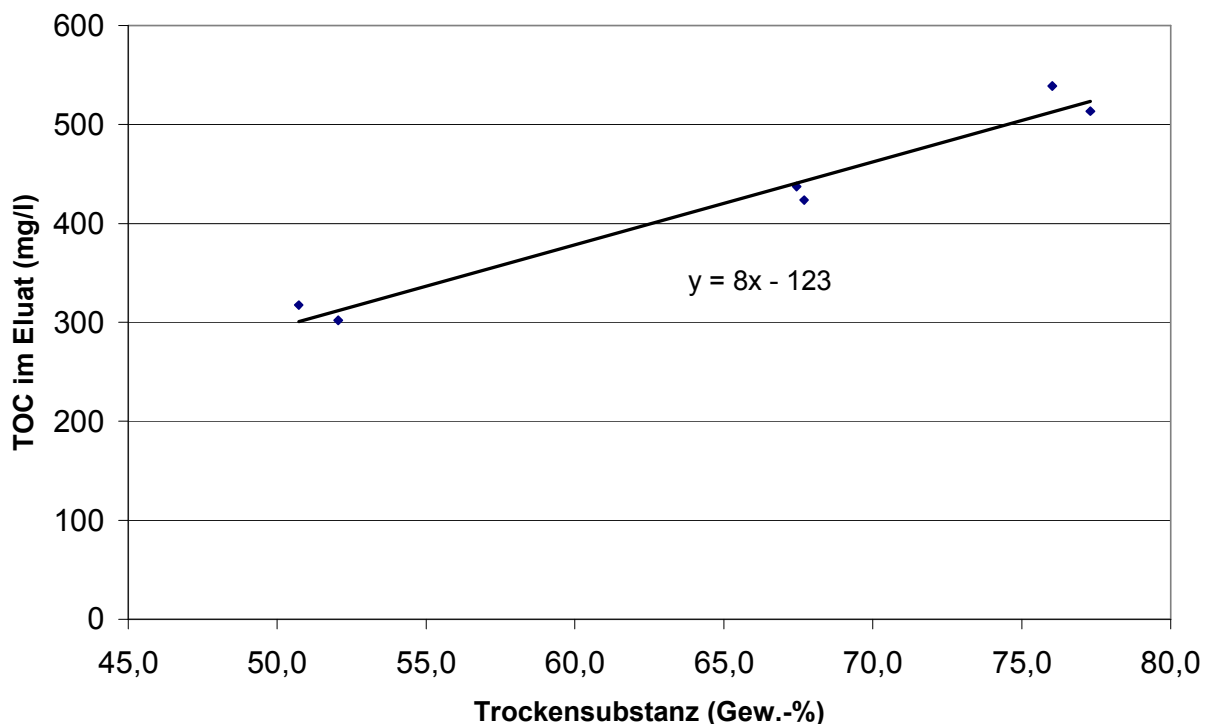
Zum Vergleich wurden die selben Proben auch auf AT₄ untersucht. Hier stellt sich das Ergebnis anders dar. Während die Befeuchtung des Outputmaterials eine geringe Reduzierung bewirkte, erhöhte sich der AT₄ nach der Waschung jedoch deutlich.

Das durch die Waschung entstanden „Eluat“ wurde analysiert und die Ergebnisse in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1 Zusammensetzung des „Eluats“ aus der gewaschenen Charge

Temp °C	pH	Lf mS/cm	CSB mg/l	NH ₄ -N mg/l	NO ₂ -N mg/l	NO ₃ -N mg/l	PO ₄ -P mg/l	Cl ⁻ mg/l	SO ₄ ⁻² mg/l
22	6,0	13,3	7.000	222	0,824	38	3,58	2.380	2.624

Erwartungsgemäß wurde ein Großteil der organischen Substanzen des Nachrotteoutputs durch das Waschen in das Eluat überführt. Der Verbleib des Eluats in der Praxis wird weiter unten diskutiert.

**Abbildung 6** Zusammenhang – Trockensubstanz / TOC im Eluat

Die Auswertung der Versuchsergebnisse bestätigt den in der Praxis beobachteten Trend, dass niedrige TS-Gehalte mit einem niedrigeren TOC im Eluat einhergehen (vgl. Abb. 6).

4 Einflussfaktoren

4.1 Abfallzusammensetzung

In erster Linie wird die Abbaubarkeit des Restabfalls durch die Zusammensetzung des Abfalls bestimmt. Nach KERN, 2000 geht man davon aus, dass im häuslichen Restabfall bis zu 50 % organischer Substanz enthalten sind. Dieser Anteil beinhaltet auch als Untergruppe die für mikrobielle Stoffwechselprozesse relevanten biogenen Substanzen.

Die Höhe des Anteils biologisch abbaubarer Organik an der Gesamtorganik entscheidet, in welchem Maß der TOC im Verlauf der Rotte reduziert werden kann. Ein weiteres Kriterium ist die Komplexität der organischen Substanzen und der daraus abzuleitende Grad der Abbaubarkeit. Es werden in der Regel leicht, bedingt und schwer abbaubare Substanzen unterschieden. Während die leicht abbaubaren Substanzen (Zucker, Stärke, ...) im Verlauf der Rotte naturgemäß zügig abgebaut werden, so sind es oft die bedingt (Fette, Cellulose, ...) und vor allem die schwer abbaubaren Substanzen (Lignin, ...), die oft erst nach langen Aufenthaltszeiten in der Rotte abgebaut werden.

4.2 Wassergehalt / Befeuchtung

Mikrobiologischer Abbau organischer Substanz kann nur in Anwesenheit von Wasser erfolgen, da Mikroorganismen ihre Nährstoffe nur in Wasser gelöst aufnehmen können. Laut einer Recherche von KUSTER, 2005 findet spätestens bei einem Wassergehalt ≤ 20 Gew.-% bezogen auf die Feuchtmasse keinerlei mikrobiologischer Abbau mehr statt. Andere Quellen prognostizieren diese Entwicklung bereits bei unter 30 Gew.-%. Eine allgemeingültige Aussage lässt sich jedoch nicht treffen, da neben dem Wassergehalt auch das Verhältnis von organischer und mineralischer Substanz in der Trockensubstanz von Bedeutung ist, weil an organischer Substanz deutlich mehr Wasser gespeichert werden kann als an mineralischer Substanz. Dementsprechend ist der Wassergehalt ein primärer Faktor für die erfolgreiche Reduzierung des TOC im Eluat. Ein zu hoher Wassergehalt kann zu anaeroben Bereichen im Material führen und damit den aeroben Abbau behindern, wohingegen ein niedriger Wassergehalt den mikrobiologischen Abbau insgesamt hemmt und eine ausreichende Feuchtigkeitssättigung der Rotteabluft unterbindet, was wiederum zu einem unzureichenden Wärmeaustrag aus dem Rottegut führt. Das Optimum ist stark vom jeweiligen zu rottenden Material abhängig. In der Regel geht man davon aus, dass ein optimaler Abbau bei einem Rottegut mit einem Wassergehalt nahe der Wassersättigung erfolgt soweit noch ausreichend Luftporenvolumen verbleibt.

Während sich die Befeuchtung mit organisch belastetem Prozesswasser in den ersten Phasen der Rotte noch positiv in Form einer Anregung des mikrobiellen Abbaus auswirken kann, so ist dies in den letzten Phasen der Rotte (Nachrotte) eher als kontraproduktiv zu beurteilen, da das Prozesswasser naturgemäß bereits einen hohen Eigenanteil an löslichem TOC besitzen kann, welcher somit den TOC des Rotteguts vermutlich erhöhen würde.

4.3 Huminstoffproblematik

Einfluss auf den TOC im Eluat hat auch das zunehmend fokussierte Phänomen, dass sich im Verlauf der Rotte die Konzentration von Huminstoffen in der organischen Sub-

stanz und damit auch im Eluat erhöht. Der Zusammenhang der Entwicklung des TOC im Eluat und der darin enthaltenen Huminstoffe im Rotteverlauf wurde unter anderem bereits durch LAHL; ZESCHMAR-LAHL, 1997 dargestellt. So zeichnet sich ab, dass sich mit zunehmender Behandlungsdauer der Anteil an Huminstoffen signifikant erhöht. Dieser Effekt konnte so auch im Rotteverlauf der MBA Singhofen beobachtet werden (vgl. Tabelle 2)

Tabelle 2 Zusammenhang TOC im Eluat / Huminstoffe im Rotteverlauf

	Einheit	frischer Hausmüll	Gerotteter Hausmüll
TOC im Eluat	mg/l	2.590	350
beinhaltete Huminstoffe	mg/l	58	132

Huminstoffe sind neben anderen Verbindungen (wie Phenole, AOX, Chlorbenzole, Fette, Lignine, etc.) Bestandteil des TOC im Eluat. Sie entstehen durch Ab- und Umbaureaktionen von tierischem, pflanzlichem und mikrobiologischem Material, so auch bei der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung. Huminstoffe fungieren als Kohlenstoff- und Stickstoffsенke. Die anteilmäßige Verteilung der verschiedenen Verbindungen, die den TOC im Eluat als Summenparameter ausmachen, ist bisher nur unzureichend untersucht. Analog verhält es sich mit der biologischen Abbaubarkeit sowie der ökologischen und toxikologischen Relevanz der einzelnen Verbindungen. WOLPERS, 1996 gibt an, dass dahingehende Untersuchungen keinen unmittelbaren Zusammenhang zwischen TOC im Eluat und Schadstoffkonzentration erkennen ließen. Die Höhe des TOC im Eluat entspricht demnach nicht der Konzentration an Schadstoffen.

Huminstoffe als Vertreter der biologisch schwer abbaubaren Verbindungen im Eluat sind mit ihrer makromolekularen Struktur nur schwer abbaubar, wobei der Abbau in der Regel kometabolisch mikrobiell auf aerobem Wege z.B. durch Actinomyceten, Streptomyceten und Basidomyceten erfolgt. Für einen Abbau müssten demnach weitere Kohlenstoffquellen (z.B. aus leicht abbaubaren organischen Substanzen) zur Verfügung stehen. Bei der biologischen Abfallbehandlung erfolgt der Abbau dieser aber bereits in den ersten Rottephasen.

Da ein mikrobieller Abbau von Huminstoffen (und anderen schwer abbaubaren Bestandteilen) mit der vorhandenen Anlagentechnik und –kapazität auf Grund der beschriebenen Abbaueigenschaften nur schwer realisierbar ist und auch nicht sinnvoll erscheint, scheint es angebracht alternative Verfahren zur Entfrachtung des Abfalls (z.B. Auswaschen) oder Fixierung der schwer abbaubaren Bestandteile zu untersuchen und zu diskutieren.

5 Möglichkeiten der Optimierung

5.1 Prozess

5.1.1 Aufenthaltsdauer

Ein Ansatz zur Reduzierung des TOC im Eluat und damit der Stabilisierung des Restabfalls stellt eine Verlängerung der Rottedauer dar. So geben Spillmann und Eschkötter an (ESCHKÖTTER, 2004), dass der TOC im Eluat durch mehrmonatige Rotte auf bis unter 100 mg/l reduziert werden kann. Dem entgegen stehen deutlich kürzer bemessene Intensiv- und Nachrottezeiten der technischen MBA, aufgrund von räumlichen oder finanziellen Grenzen, bei annähernd allen genehmigten Anlagen in Deutschland durch die Anforderungen der 30. BImSchV. Eine technisch stark vereinfachte jedoch zeitlich verlängerte Nachrotte für das bereits nahezu vollständig stabilisierte Material, wäre hier technisch und wirtschaftlich zielführend.

5.1.2 Wassergehalt / Befeuchtung

Vor dem Hintergrund der unter Punkt 4.2 beschriebenen Bedeutung der Befeuchtung für den mikrobiellen Abbau, ist das Rottegut auf das jeweilige Optimum einzustellen. Dies sollte sowohl im Eintrag und bei der Umsetzung des Materials als auch während der Rotte durch geeignete Maßnahmen erfolgen.

Hinsichtlich der Qualität der Befeuchtung ist eine Nutzung von Prozesswasser ggf. nur in den ersten Phasen sinnvoll. In den letzten Rottephasen sollte auf Brauchwasser abgestellt werden, um zum einen eine Akkumulation von TOC aus dem Prozesswasser zu vermeiden und zum anderen die positiven Elutionseffekte durch das Brauchwasser auszunutzen. Allerdings bedarf es hier noch intensiverer Untersuchungen zur Beurteilung der Bedeutung einer Prozesswasserzugabe in der späten Rottephase.

5.1.3 Temperatur

Der aerobe Abbau organischer Substanz erfolgt stark exotherm. Die dadurch entstehende Wärme, welche das Milieu und damit den mikrobiellen Abbau organischer Substanz beeinflusst, muss kontrolliert ausgetragen werden, damit sich ein Temperaturoptimum (i.d.R. zwischen 50 und 55°C angenommen) im Rottegut dauerhaft einstellen kann, was sich wiederum positiv auf die TOC-Reduzierung auswirken sollte. Nach KETTELSEN ET AL., 2004 könne gerade bei Tunnelsystemen mit Umluftführung eine Luftkühlung den Wärmeaustrag aus dem Rottegut fördern.

Besonders in der Nachrotte sollten sich keine höheren Temperaturen einstellen, da gerade hier (vorzugsweise nach langen Rottezeiten) im thermophilen Bereich Ligninabbau

stattfinden kann (KUSTER, 2005), was sich wiederum negativ auf die Höhe des TOC im Eluat auswirken könnte.

5.1.4 Belüftung / Umsetzintervalle

Einerseits stellt das Umsetzen des zu rottenden Materials eine Unterbrechung des Rotteprozesses dar, wodurch sich das Milieu nach jedem Vorgang neu regulieren muss. Andererseits kann durch das Umsetzen (insbesondere bei Einsatz eines Dekompaktierers) eine Homogenisierung und optimale Befeuchtung des Materials gewährleistet werden, was den Abbau organischer Substanz positiv beeinflusst.

Nach Erfahrungen anderer MBA soll sich ein wöchentliches Umsetzen in der Nachrotte vorteilhaft auf den TOC im Eluat auswirken. Lagerzeiten, in denen das Material nicht belüftet wird, so z.B. bei der Überführung von Intensivrotte zur Nachrotte werden in aller Regel zu Sauerstoffmangel, unzureichendem Luftaustausch und kann damit zu hohen Temperaturen im Material führen. Hohe Temperaturen stehen laut Aussage mehrerer Betreiber im Verdacht, gerade in der Nachrotte den Aufschluss schwer abbaubarer organischer Substanzen zu fördern (vgl. KUSTER, 2005). Aussagekräftige Untersuchungsergebnisse, die diese These stützen, können gegenwärtig nach dem Wissensstand der Verfasser noch nicht beigelegt werden.

5.2 Nachrotteoutput

5.2.1 Befeuchtung

Ein relativ hohes Feuchteniveau bis zum Ende der Nachrotte kann laut der Versuchsergebnisse durchaus eine positive Wirkung hinsichtlich TOC im Eluat haben. Das ist insbesondere der Fall, wenn das Rotteoutputmaterial zuvor einen Wassergehalt unter dem Optimum aufweist. Bei einer Befeuchtung am Ende der Nachrotte sind jedoch die Anforderungen der Deponie an den Nachrotteoutput (optimierte Verdichtung) zu beachten.

5.2.2 Auswaschung

Eine andere Strategie zur Optimierung des Nachrotteoutputs stellt die Waschung des Abfalls dar. Die Ergebnisse des kleinmaßstäbigen Versuchs zeigen, dass dies für die Reduzierung des TOC im Eluat zielführend sein kann. In der Praxis ließe sich dieses Vorgehen mit hohem Aufwand technisch umsetzen. Es ist hier überlegenswert den Waschprozess am Ende der Rotte durchzuführen, da die Rotte geeignet ist, die biologisch leicht und bedingt abbaubaren Substanzen, welche bei einer vorgeschalteten Waschung entzogen würden, weitgehend umzuwandeln. Die Waschung am Ende der Rotte erfolgt mit dem Ziel einen Großteil der aufgrund Ihrer biologischen Abbaubarkeit noch nicht vollständig zersetzten organischen Substanzen aus dem Restabfall in die

wässrige Phase zu überführen und damit den mechanisch-biologisch vorbehandelten Restabfall zu entfrachten. Die so entstandene verunreinigte „Waschlösung“ kann anschließend als Prozesswasser, mit ggf. zwischengeschalteter Aufbereitung, in den ersten Rottewochen zugeführt werden.

Das durch Waschung entstandene wassergesättigte Nachrotte-Outputmaterial ist hinsichtlich der Einbaueigenschaften dahingehend zu optimieren, dass es vor dem Einbau auf der Deponie noch mehrere Tage zur Entwässerung gelagert werden sollte oder anderweitig entwässert wird, damit sich der Wassergehalt auf den notwendigen Gehalt wieder reduziert.

5.2.3 Fixierung durch Adsorption / Fällung

Als geeignetes Additiv zur Adsorption von TOC-Bestandteilen könnten Tonminerale (z.B. Bentonit) in Frage kommen. Aufgrund ihrer Morphologie besitzen sie ein ausgeprägtes Ionenaustauschvermögen und eine ebensolche intrakristalline Reaktionsfähigkeit insbesondere in den Schichtzwischenräumen. Zum einen ermöglicht die hohe spezifische Oberfläche der Minerale und die Polarität der Mineralflächen ein hohes Adsorptionsvermögen z.B. für organische Stoffe an den Außenflächen. Zum anderen sind Tonminerale in der Lage Wasser, Kationen und organische Moleküle reversibel in ihre Struktur einzulagern. Organische Moleküle können adsorptiv oder kovalent an Tonminerale gebunden werden und somit organo-mineralische Komplexe bilden, die mikrobiell nur noch schwer abbaubar sind. Vergleichbar mit natürlichen Bodenprozessen können Tonminerale gemeinsam mit Huminstoffen Tonhumuskomplexe bilden, was sich gerade für die Festlegung des Anteils der schwer abbaubaren Huminstoffe am TOC im Eluat viel versprechend darstellen könnte.

Die Überprüfung der Eignung der Tonminerale zur Bindung von organischen Bestandteilen des mechanisch-biologisch behandelten Abfalls wird Gegenstand weiterer Untersuchungen sein. Wesentlich effektiver könnte sich die Zugabe eines chemischen Fällungsmittels gestalten. Dieses würde schon mit verhältnismäßig geringen Zugabemengen organische Substanzen aus dem Eluat binden. Diesbezüglich laufen derzeit Laborversuche vor dem Hintergrund der zukünftigen Übertragbarkeit in den großtechnischen Maßstab.

6 Zusammenfassung

Die Betreiber von MBA sind gesetzlich verpflichtet seit dem 1. Juni 2005 die Vorgaben der Abfallablagerungsverordnung zu erfüllen. Eine Forderung ist die Einhaltung des Zuordnungswertes für den Parameter TOC im Eluat gemäß Anhang 2 AbfAbIV. Viele Anlagenbetreiber mussten spätestens in den ersten Monaten nach dem 1. Juni 2005 feststellen, dass die Einhaltung dieses Parameters mit der vorhandenen Anlagentechnik

nicht immer ohne weiteres dauerhaft möglich ist. Der Beitrag stellt die betrieblichen Erfahrungen der MBA Singhofen dar. Es werden verschiedene Einflussfaktoren untersucht und Optimierungsmaßnahmen hierzu diskutiert. Ein abgeschlossenes Lösungskonzept zur dauerhaften Beseitigung der Aufgabe liegt noch nicht vor. Eine betriebliche Optimierung setzt zunächst auf die bekannten Steuerungsparameter Feuchtegehalt und Temperatur sowie ggf. Aufenthaltszeit.

7 Literatur

- | | | |
|---|------|---|
| Doedens, H.; Gallenkemper, B.; Ketelsen, K. | 2006 | Überblick über die Einhaltung der Ablagerungswerte einzelner MBA Anlagen im Zeitraum Juni 2005 – Februar 2006. - in: MBA in der Bewährung, Internationale 6. ASA-Abfalltage. Weimar: Orbit e.V.. - ISBN 3-935974-08-6 |
| Eschkötter, H. | 2004 | Die mechanisch-biologische Restabfallbehandlung als Bestandteil eines verwertungsorientierten Stoffstrommanagements. Berlin: Schmidt. – ISBN: 3-503078738 |
| Kern, M. | 2000 | Potenziale zur stofflichen und energetischen Verwertung im Hausmüll. – in: Wiemer, K.; Kern, M. (Hrsg.): Bio- und Restabfallbehandlung IV. Biologisch-mechanisch-thermisch. Witzenhausen: Baeza-Verlag |
| Ketelsen, K.; Kanning, K., Kleemann M. | 2004 | Aktuelle Erfahrungen mit der Planung und Realisierung von MBA. - in: Countdown 2005 – Chancen, Risiken und Möglichkeiten der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung, 5. ASA-Abfalltage. |
| Kuster, U. | 2005 | Verbesserung der Verrottbarkeit der Feinfraktion der MBS-Anlage Samtens. Diplomarbeit am Institut für Umweltingenieurwesen, Universität Rostock |
| Lahl; Zeschmar-Lahl | 1997 | Zitiert in: Doedens et al.: Wissenschaftliche Begleitung der drei Anlagen zur mechanisch-biologischen Vorbehandlung von Restabfällen in Niedersachsen, Endbericht, 2000. |
| Wolpers, K. | 1996 | Aussagekraft des Parameters TOC im Eluat und Sickerwasser von vorbehandelten Siedlungsabfällen. Diplomarbeit am Institut für WAR – TH Darmstadt. |

Anschrift der Verfasser

Dipl.-Ing. Andreas Warnstedt
Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft
AWZ Singhofen
An der B 260
D-56379 Singhofen
Telefon +49 2604 941316
Email a.warnstedt@web.de
Website: www.rhein-lahn-info.de

Dipl.-Ing. Günter Müller
Rhein-Lahn-Kreis Abfallwirtschaft
Insel Silberau 1
D-56130 Bad Ems
Telefon +49 2603 972302
Email
guenter.mueller@rhein-lahn.rlp.de
Website: www.rhein-lahn-info.de

Dr.-Ing. Joachim Dach
Bjoernsen Beratende Ingenieure
Maria Trost 3
D-56070 Koblenz
Telefon +49 261 8851181
Email j.dach@bjoernsen.de
Website: www.bjoernsen.de