

# **Bau und Inbetriebnahme der MBA Kahlenberg**

## **Ergebnisse eines durch die EU geförderten begleitenden Forschungsvorhabens**

**Rolf Schneider, Gerhard Rettenberger**

Ingenieurgruppe RUK, Stuttgart

### **Construction and Start-Up of the MBT Kahlenberg**

#### **Results of an EC Funded Research Project**

#### **Zusammenfassung**

Bei der im Mai 2006 in Betrieb genommenen MBA Kahlenberg werden außergewöhnlich effektiv Schad- und Störstoffe aussortiert und danach in einem Perkolator der Abfall durch Umwälzung und Beregnung in der Weise homogenisiert und selektiv zerkleinert, dass optimale Eigenschaften für die anschließende biologische Trocknung und Stofftrennung entstehen. Hierbei fällt organikreiches Ablaufwassers an, das zur Erzeugung von Biogas genutzt wird. Durch den sehr einheitlichen Trocknungsgrad ergibt sich ein Trockengut, das sich zu einem nahezu zeitlich unbegrenzt lagerfähigen qualitativ überdurchschnittlich hochwertigen Brennstoff aufbereiten lässt. Aufgrund der Fülle an Innovationen, der geringen Emissionen und der erzielten hohen Brennstoffqualitäten wurde der Bau der MBA Kahlenberg von der EU finanziell unterstützt.

#### **Keywords**

MBA, Perkolation, Biogas, biologische Trocknung, (Sekundär-)Brennstoffe, Treibhausgasemissionen, LIFE, überdurchschnittliche Vewertungsquote.

## **1 Einleitung**

Der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg (ZAK) hat von Oktober 2004 (Grundsteinlegung) bis März 2006 (Beginn Kalt-Inbetriebnahme) eine MBA nach dem vom ZAK entwickelten ZAK-Verfahren für einen Durchsatz von 100.000 Mg/a errichtet. Die Warm-Inbetriebnahme der MBA erfolgte ab Mai 2006. Die MBA Kahlenberg liegt im Süd-Westen Deutschlands in der Nähe von Freiburg.

Aufgrund der innovativen und bisher großtechnisch noch an keinem anderen Standort umgesetzten Technologie wurde der Bau besonders innovativer Bestandteile der MBA Kahlenberg finanziell durch das Finanzierungsinstrument der Europäischen Union, LIFE-Environment gefördert. Hierfür wurde zwischen Dezember 2003 und November 2006 ein die Planung, den Bau und die Inbetriebnahme der MBA Kahlenberg begleitendes Projekt durchgeführt. Das Projekt wird vorgestellt.

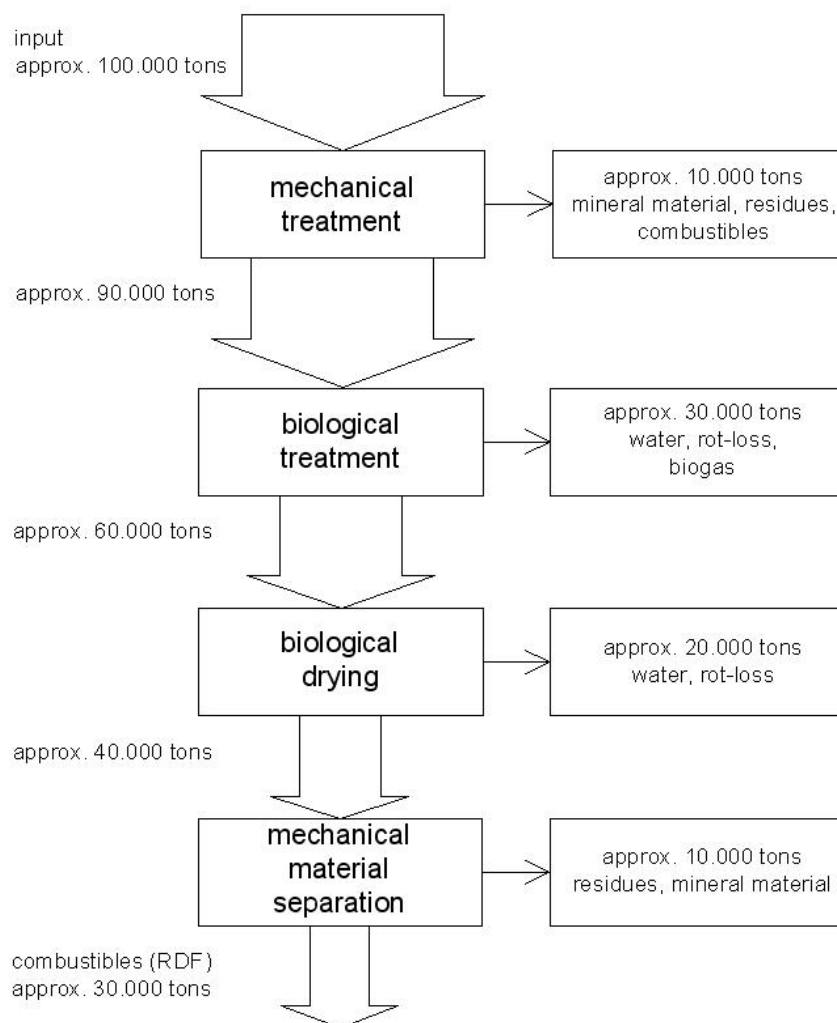
## 2 Beschreibung des ZAK-Verfahrens und der MBA Kahlenberg

### 2.1 Entwicklungsziele

Das 4-stufige ZAK-Verfahren wurde als wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung hochwertiger Brennstoffe aus Abfall bei gleichzeitiger Erzeugung von ausreichend Energie für den Eigenbedarf sowie zusätzlich von Wärme für ein bestehendes Fernwärmenetz über einen Zeitraum von etwa 10 Jahren entwickelt und bei der MBA Kahlenberg erstmalig eingesetzt.

### 2.2 Verfahrensablauf

Das bei der MBA Kahlenberg eingesetzte ZAK-Verfahren besteht aus den in der Abbildung 1 dargestellten Verfahrensstufen.



**Abbildung 1** Stoffströme der MBA Kahlenberg

### 2.2.1 Mechanische Aufbereitung

Nach der Abfallanlieferung (s. Abbildungen 2 und 3) werden in der mechanischen Aufbereitung eine erste Brennstofffraktion sowie alle Schadstoffe und Störstoffe effektiv aussortiert. Durch die effektive Auslese der Schad- und Störstoffe können am Ende des ZAK-Verfahrens sehr hochwertige Brennstoffe gewonnen werden.



**Abbildung 2** Anlieferbereich



**Abbildung 3** Abfalleintrag im Anlieferbereich

In der mechanischen Aufbereitung wird eine vom ZAK entwickelte Multifunktionssiebtrommel eingesetzt, durch die ein Verzicht auf eine Zerkleinerung und damit eine effektivere Entnahme der unzerstörten Stör- und Schadstoffe möglich ist. In der Multifunktions-

tionssiebtrommel werden durch verschiedene Werkzeuge Abfallsäcke und ähnliche Knäuel geöffnet und der Abfall in drei Fraktionen aufgeteilt. Die Fein und Mittelfraktion werden getrennt von Schad- und Störstoffen entfrachtet und dem Perkolator zugeführt. Die Grobfraktion wird ausgeschleust.

Für die Schadstoffentnahme werden u. a. leistungsstarke Neodymmagnete für die Entnahme schwach magnetischer Bestandteile, wie z. B. Elektroschrott, Spraydosen oder Batterien eingesetzt.

Durch den Einsatz der Multifunktionssiebtrommel sind die in der mechanischen Aufbereitung als Grobfraktion gewonnenen Brennstoffe sehr hochwertig. Da die am Ende des ZAK- Prozesses erzeugten Brennstoffqualitäten noch besser sind, wird – im Gegensatz zu den meisten herkömmlichen Verfahren – die Menge der ausgeschleusten Grobfraktion dennoch möglichst gering gehalten, was die Qualität weiter erhöht.

### **2.2.2 Biologische Umsetzung**

In der biologischen Umsetzung wird die nach der Schadstoffentnahme verbleibende Mischung aus Fein- und Mittelfraktion sechs Perkolatoren (s. Abbildung 4) zugeführt und dort unter Wasserzugabe kontinuierlich umgewälzt. Der Perkolator ist eine ca. 25 m lange und 4,5 m breite Betonhalbschale mit Horizontalrührwerk und Siebboden.



**Abbildung 4** Blick in einen Perkolator



Am Ende des Perkolators wird der Feststoff entwässert (s. Abbildung 5). Das Wasser wird gesammelt, mittels speziell angepasster Fördersysteme einer neu entwickelten Behandlungsstufe zur mechanischen Wasserbehandlung zugeführt und anschließend mehreren Anaerobreaktoren (s. Abbildung 6) zugeleitet. In den Anaerobreaktoren werden die organischen Inhaltsstoffe des Wassers zu Biogas vergoren. Das gewonnene Biogas wird in Gasmotoren zur Strom- und Wärmeenergiegewinnung eingesetzt. Das Biogas liefert mehr elektrische Energie als die MBA verbraucht. Das Ablaufwasser aus den Anaerobreaktoren wird für einen Teilstrom weiter gereinigt und zum größten Teil wieder zur Bewässerung im Perkolator eingesetzt.



**Abbildung 5** Entwässerungspressen

Durch die Umwälzung mittels Rührwerk und Beregnung wird der Abfall in der Weise homogenisiert und selektiv zerkleinert, dass optimale Eigenschaften für die anschließenden Verfahrensstufen entstehen.

Durch die Vergärung nur des organikreichen Wassers werden die von Anlagen zur Feststoffvergärung bekannten Nachteile (insbesondere ein aufwändiger Betrieb bei relativ geringen Verfügbarkeiten und ein geruchsintensiver, schwierig zu entwässernder Gärrest) umgangen.



**Abbildung 6** Anaerobreaktoren

### **2.2.3 Biologische Trocknung**

Durch die Vorbehandlung im Perkolator ist in der biologischen Trocknung eine schnelle und sehr einheitliche Trocknung des Materials möglich. Dies wird durch einmaliges Umsetzen des Trocknungsgutes unterstützt (s. Abbildung 7).

Der sehr einheitliche Trocknungsgrad führt zu einem Trockengut, das sich zu einem nahezu zeitlich unbegrenzt lagerfähigen Brennstoff aufbereiten lässt.



**Abbildung 7** Fördersystem auf dem Tunneldach

#### **2.2.4 Mechanische Stofftrennung**

Die mechanische Stofftrennung sorgt für eine außergewöhnlich starke Vereinzelung der Stoffströme. Durch anschließende Vermischung können Brennstoffe verschiedener Qualitäten hergestellt werden. Somit ist jederzeit eine Anpassung an die Anforderungen der Abnehmer der Brennstoffe möglich.

In der mechanischen Stofftrennung (s. Abbildung 8) wird der zuvor getrocknete Abfall nach seiner Größe und nach seinem Gewicht aufgeteilt, um so Steine, Sand, Keramik und Glas, sowie Bestandteile mit einem zu hohen Schadstoffgehalt oder einem zu niedrigen Heizwert auszuschleusen und einen qualitativ hochwertigen Brennstoff zu erhalten. Zu diesem Zweck wird der getrocknete Abfall gesiebt. Alle Bestandteile die größer als ca. 2,5 cm sind, werden als Reststoffe abgetrennt, die in einer Müllverbrennungsanlage verbrannt werden müssen, da eine weitere Aufbereitung aufgrund des nur sehr geringen Anteils zu kostspielig wäre.





**Abbildung 8** Mechanische Stofftrennung

Der Hauptanteil des getrockneten Abfalls ist kleiner als 2,5 cm und wird durch weitere Siebungen in mehrere Fraktionen unterschiedlicher Größe aufgeteilt. Jede dieser Fraktionen wird anschließend nach ihrem Gewicht aufgeteilt, die dabei abgetrennten leichten Bestandteile werden als Brennstoffe ausgeschleust. Die schweren Bestandteile (überwiegend mineralische Stoffe, Sand und Steine: s. Abbildung 9) sind nur wenig belastet und können deponiert oder im Straßenbau verwendet werden.



**Abbildung 9** Mechanische Stofftrennung

Die erzeugten Brennstoffe (s. Abbildung 10) sind gut lagerfähig und können vielseitig in der Industrie als Ersatz für fossile Brennstoffe eingesetzt werden.





**Abbildung 10** Eine der Brennstofffraktionen

Die mechanische Stofftrennung wurde so flexibel konzipiert, dass durch Stoffstromlenkung innerhalb der mechanischen Stofftrennung jederzeit kurzfristig auf geänderte Anforderungen am Brennstoffmarkt durch entsprechende Qualitätsanpassungen reagiert werden kann. Dadurch ist der wirtschaftliche Absatz der erzeugten Brennstoffe jederzeit gewährleistet.

### **3 LIFE-Projekt**

#### **3.1 Beschreibung**

Der Bau der MBA Kahlenberg wurde aufgrund der Fülle an Innovationen, der verfahrenstechnisch bedingt geringen Emissionen und der erzielten hohen Brennstoffqualitäten und damit insgesamt aufgrund der wesentlichen Verminderung an Treibhausgasemissionen von der EU durch das Finanzierungsinstrument LIFE-Environment finanziell unterstützt. Zur Gewährleistung der Umsetzung der Vorteile des ZAK-Verfahrens bei der MBA Kahlenberg wurde ein Forschungsvorhaben zur Begleitung von Planung, Bau, Inbetriebnahme und Probetrieb durchgeführt.

Titel: ZAK-Verfahren zur wirtschaftlichen Gewinnung hochwertiger, qualitätsoptimierter Sekundärbrennstoffe aus Siedlungsabfall bei Minimierung der Reststoffe und der Treibhausgasemissionen

Laufzeit: Dezember 2003 bis November 2006

Fördernehmer: Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg, Ringsheim

Partner des Fördernehmers im LIFE-Projekt: Ingenieurgruppe RUK, Stuttgart

Fördernde Institution: European Commission DG Environment D.1, Brüssel

Förderinstrument: LIFE - The Financial Instrument for the Environment



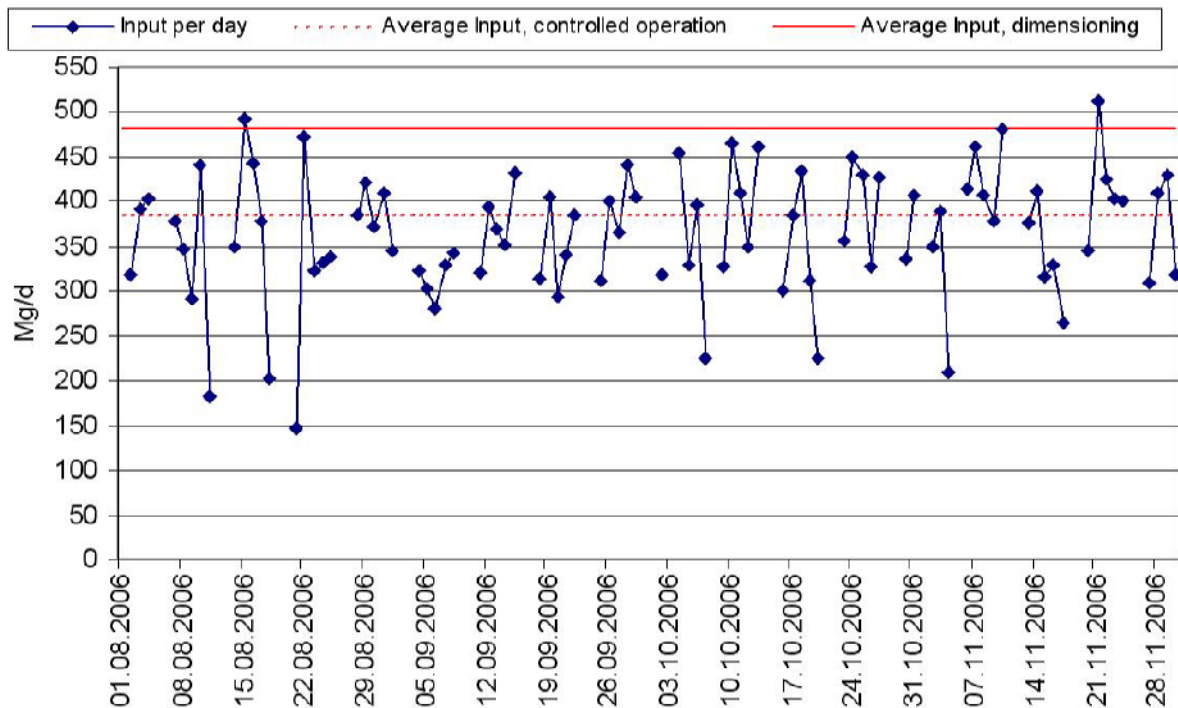
## 3.2 Ermittelte wesentliche Ergebnisse

### 3.2.1 Technisch

Bau (s. Abbildung 11) und Betrieb (s. Abbildung 12, die Schwankungen sind auf schwankende Anliefermengen zurückzuführen, die Anlage wird mit zum Ende jeden Arbeitstages geleertem Bunker betrieben) einer Anlage nach dem ZAK-Verfahren im großtechnischen Maßstab wurden belegt. Hierbei wurde die Funktionstüchtigkeit des Zusammenspiels der einzelnen Verfahrensstufen bei der großtechnischen Umsetzung demonstriert und die dabei erzielbaren ökonomischen und ökologischen Vorteile nachgewiesen.



**Abbildung 11** Bau der Perkolatoren (links) und Geländeprofilierung, Februar 2005



**Abbildung 12** Tagesinputmengen für August bis November 2006

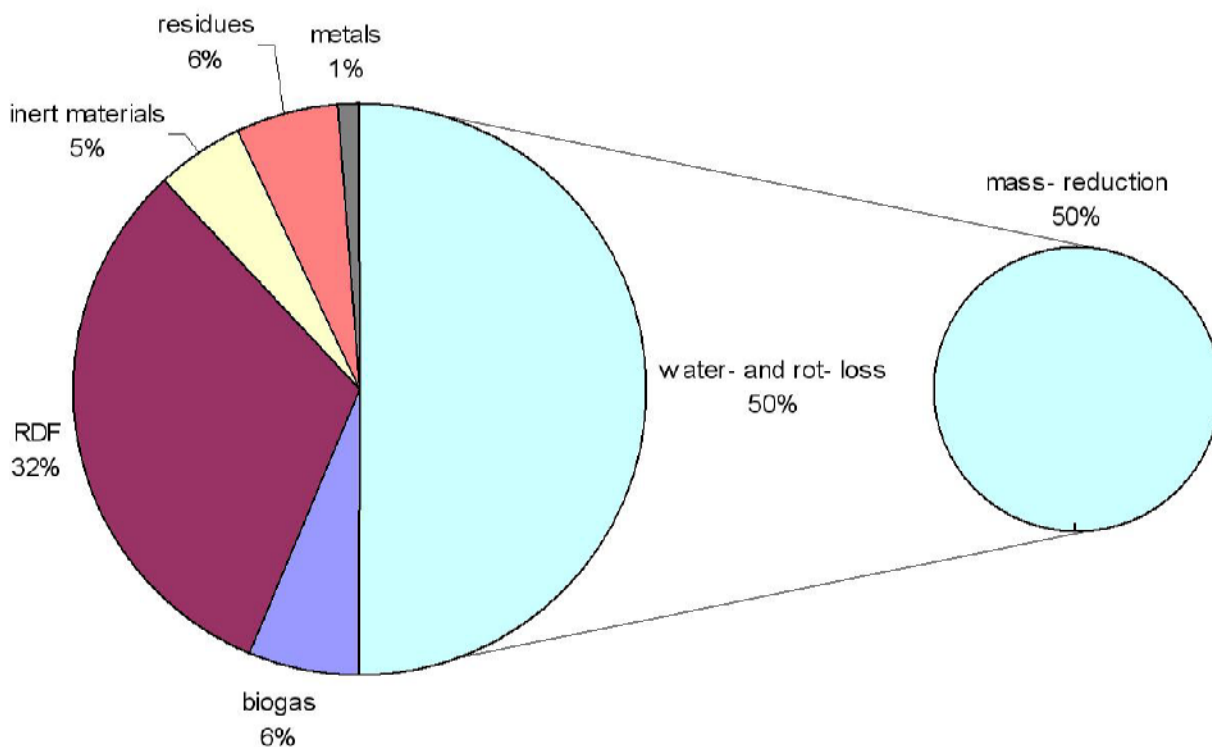
### 3.2.2 Ökologisch

Bei der MBA Kahlenberg wurde eine weitest gehende stoffstromspezifische Verwertung des Siedlungsabfalls und damit zusammen mit den verfahrenstechnisch bedingt geringen Emissionen eine deutliche Verringerung der Emission von Treibhausgasen im Vergleich zum heutigen Status erreicht (s. Abbildung 13 und Tabelle 1).

Bei der MBA Kahlenberg bleiben von 100.000 Mg angeliefertem Resthausabfall nach der Behandlung lediglich 6.000 Mg nicht weiter verwertbarer Abfall zur Verbrennung in einem MHKW übrig. Diese Verwertungsquote wird durch die Verknüpfung der vier Verfahrensstufen ermöglicht und bisher mit keinem anderen Verfahren erreicht.

**Tabelle 1** Vergleich der Analyseergebnissen der Inertstoffe mit den Grenzwerten des Anhang 2 der AbfAbIV

Parameter	Einheit	Inertstoffe MBA Kahlenberg 0-25 mm	Grenzwerte nach Anhang 2 der AbfAbIV	Grenzwert-ausschöpfung
Feststoffparameter				
TOC <sub>Feststoff</sub>	Masse- %	2,22	18	12,3%
Eluatkriterien				
Leitfähigkeit	µS/cm	602	50.000	1,2%
TOC <sub>Eluat</sub>	mg/l	62,2	300	20,7%
Nickel	mg/l	0,026	1	2,6%
Zink	mg/l	0,106	5	2,1%
Fluorid	mg/l	0,14	25	0,6%
Ammonium-Stickst	mg/l	10,4	200	5,2%
AOX	mg/l	0,038	1,5	2,5%



**Abbildung 13** Stoffströme beim Regelbetrieb der MBA Kahlenberg



### 3.2.3 Ökonomisch

Die Arbeitsplätze, die durch das Verbot der Ablagerung unbehandelter Abfälle bei der am Standort vorhandenen Deponie weggefallen wären, konnten durch den Bau der MBA erhalten werden, zudem wurden neue Arbeitsplätze geschaffen.

Durch die MBA Kahlenberg kann bei einer gesamthaften Betrachtung eine Entsorgung zu geringeren spezifischen Kosten (€ pro Tonne Abfall) gewährleistet werden als bei Verbrennung der Abfälle in einem Müllheizkraftwerk (MHKW).

Bei der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme der MBA Kahlenberg konnten umfassende Erfahrungen gewonnen werden, die eine Verkürzung von Planung, Bau und Inbetriebnahme und somit eine Kosteneinsparung bei Folgeanlagen nach dem ZAK-Verfahren ermöglichen.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Gegenüber herkömmlichen MBA-Verfahren weist das ZAK-Verfahren folgende ökologische Vorteile auf:

- Hohe Ausbeute an Sekundärbrennstoffen.
- Geringe Menge an Abfällen zur Beseitigung.
- Hohe Vermarktungsfähigkeit der erzeugten Wertstoffe.
- Geringes Emissionspotential an Treibhausgasen.

Insbesondere durch die weit überdurchschnittliche Einsparung von Primärbrennstoffen ist der Beitrag des ZAK-Verfahrens zum Treibhauseffekt geringer als bei herkömmlichen Verfahren. Hinzu kommt die Einsparung von Treibhausgasemissionen durch die erheblich geringere diffuse Emission aus der MBA gegenüber herkömmlichen MBA-Verfahren.

Die Ziele des ZAK-Verfahrens konnten bei der MBA Kahlenberg bereits nach relativ kurzer Betriebsdauer erreicht werden, als der Betrieb noch durch Änderungen, Reparaturen und Anpassungen geprägt war. Unter stabilen Betriebsbedingungen, mit nur wenigen Eingriffen in den Betriebsablauf ist mit einem noch deutlicher Erreichen der Ziele des ZAK-Verfahrens zu rechnen.

Die Qualität der bei der MBA Kahlenberg in der mechanischen Stofftrennung erzeugten Inertstoffe ermöglicht eine Deponierung oder höherwertige Verwertung während die Sekundärbrennstoffe in einer Papierfabrik als Ersatz für fossile Brennstoffe eingesetzt werden.

Die MBA Kahlenberg hebt sich mit sehr hohem technischem Standard und einem nahezu schmutzfreien Betrieb außerhalb der gekapselten Aggregate sehr deutlich positiv

von den herkömmlichen MBA-Verfahren ab, ohne dass dafür höhere spezifische Kosten anfallen, und ist damit hervorragend als Referenzanlage geeignet.

Bei der Planung, dem Bau und der Inbetriebnahme der MBA Kahlenberg wurde eine Vielzahl an Kosteneinsparungsmöglichkeiten ermittelt, die bei der MBA Kahlenberg nicht mehr umgesetzt werden konnten. Zudem wurde bei der MBA Kahlenberg die kostenintensive Prüfung aller verfügbaren Alternativen (Variantenprüfung) in umfassendem Umfang bereits durchgeführt, so dass beim Bauherrn der MBA Kahlenberg und Fördernehmer des LIFE-Projektes (ZAK) Pläne für die optimale Anlagentechnik verfügbar sind. Dies alles wird bei möglichen Folgeanlagen (und natürlich in Zukunft, d. h. nach Ablauf der entsprechenden Abschreibungszeiten, auch bei der MBA Kahlenberg selbst) zu wesentlich günstigeren spezifischen Kosten als bei der MBA Kahlenberg im jetzigen Zustand führen. Die spezifischen Kosten werden für Folgeanlagen wesentlich günstiger sein als die spezifischen Kosten beim Betrieb derzeitiger herkömmlicher MBA-Verfahren.

## 5 Literatur

- |  |      |   |
|--|------|---|
| Rettenberger, G.;<br>Schneider, R.                 | 2005 | ZAK-Verfahren zur mechanisch-biologischen Abfallaufbereitung – Ergebnisse des Demonstrationsbetriebs; in „wlb - Wasser Luft Boden“ Nr. 7-8/2005, Vereinigte Fachverlage GmbH, Mainz |
| Rettenberger, G.;<br>Schneider, R.;<br>Kollete, M. | 2006 | A new MBT technology optimizes the output of high-caloric fuels; in „waste management world“ Ausgabe May / June 2006, PennWell Corporation, London (www.waste-management-world.com) |
| Merten, M.;<br>Person, G.;<br>Schreiber, M.        | 2006 | Moderne Abfallbehandlung – die MBA Kahlenberg; in „Blickpunkt Kahlenberg“, Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg, Ringsheim  |

### **Anschrift der Verfasser**

Dipl. Chem. Rolf Schneider, Prof. Dr.-Ing. Gerhard Rettenberger  
Ingenieurgruppe RUK  
Auf dem Haigst 21  
D-70597 Stuttgart  
Telefon +49 711 90 678 - 0  
Email: ingenieurgruppe@ruk-online.de  
Website: www.ruk-online.de