

Ökoeffizienz der KVA Basel im Fokus eines Cleaner Production Assessment

Silvia Tzenkova, Philipp Huber, Jean-Claude Gfeller, Christian Buser, Maurice Jutz, Thomas Heim

Begriffe, wie Benchmarking oder Cleaner Production, aus dem modernen Management, halten zunehmend auch Einzug in die Entsorgungsbranche. Denn beim Betrieb von Müllverbrennungsanlagen sind heute nicht mehr die strengen Abgasnormen das Hauptproblem, sondern Wirtschaftlichkeit und Auslastung. Der Autor schildert jüngste Erfahrungen einer Ökoeffizienz-Analyse aus der KVA Basel und zeigt dabei erkannte Einsparpotenziale auf.

Schon seit 60 Jahren wird der gesamte brennbare Abfall in Basel energetisch verwertet. Aufgrund der stetig steigenden Abfallmengen musste Mitte 1993 in Basel das durch die Schweizerische Gesetzgebung vorgegebene Verursacherprinzip¹ mit der Einführung der Sackgebühr umgesetzt werden. Die brennbare Siedlungsabfallmenge aus den Haushalten verminderte sich um ca. 40 Prozent, die Wiederverwertung erhöhte sich dementsprechend. Bei den Abfällen aus dem Gewerbe- und den Industriebetrieben, die etwa die Hälfte des Abfallaufkommens darstellen, hatte man leider nicht das gleiche Erfolgserlebnis. Trotz des vorhandenen Einsparpotenzials wurden nur vereinzelte Anstrengungen zur Minimierung unternommen.

Die als Ersatz der alten Kehrichtverwertungsanlage (KVA) bzw. Müllverbrennungsanlage projektierte neue Anlage wurde aus ökonomischen und ökologischen Gründen derart bemessen, dass der gesamte Müll nur unter Abfallminimierung entsorgt werden konnte. Durch die Zusammenarbeit mit außerkantonalen Stellen und kooperativen Vereinbarungen mit der Industrie konnten große Abfallmengen entweder ins Recycling umgelenkt oder gar vermieden werden^{2,3}. Als weitere wesentliche Maßnahme dient das im April 2001 eingeführte Gebührenmodell. Dadurch sollen in absehbarer Zeit mehr Wertstoffe ausgesondert, ungeeignete Abfälle entweder vorbehandelt oder in alternative, mindestens gleichwertige Anlagen gelenkt werden⁴.

1999 wurde die neue von der ALSTOM Power AG errichtete KVA mit einer Verbrennungskapazität von 220 000 Tonnen pro Jahr für das regionale Einzugsgebiet mit

700 000 Einwohnern in Betrieb genommen. Die Emissionsgrenzwerte werden bei weitem unterschritten. Bisher stand die Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften im Vordergrund, wobei der Betreiber nun auch begonnen hat, systematisch die Material- und Stoffflüsse bezüglich der ökologischen wie auch ökonomischen Effizienz hin zu untersuchen. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Umwelttechnik der Fachhochschule bei der Basel (FHBB) führte man eine Untersuchung nach der Methode des Cleaner Production Assessments (CPA) durch.

Cleaner Production Assessment (CPA) an der MVA Basel

Der übliche Umweltschutz beschäftigt sich meist mit der Beseitigung der entstehenden Schadstoffe und der Entsorgung der entstehenden Abfälle. Der moderne Umweltschutz zielt darauf ab, die eingesetzten Materialien sowie die entstehenden Abfälle schon an der Quelle inkl. der Kosten zu minimieren. Die Cleaner Production Assessment Strategie soll die Ökoeffizienz eines Unternehmens verbessern. Sie gliedert sich in drei Phasen⁵:

- Die Voruntersuchung erfasst Prozesse und Einsparpotenziale.
- Bilanzierung der Material- und Stoffflüsse
- Konzept für mögliche Verbesserungen

Voruntersuchung

Die Hauptprozesse in einer Kehrichtverwertungsanlage sind Abfallannahme, Verbrennung, Rauchgasreinigung, Energiegewinnung und Reststoffentsorgung. Für die beiden ersten Prozesse hatte man bereits verschiedene Optimierungen durchgeführt. Auf-

Keywords

- Cleaner Production
- Stoffflussanalyse
- Müllverbrennung
- Benchmarking
- Nachhaltigkeit

grund der Komplexität der Anlage wurden deshalb für das CPA nur die Prozesse Rauchgas reinigen und Reststoff entsorgen gewählt. Die Prozesse sowie die eingesetzten Materialien und die entstehenden Produkte sind in Abbildung 1 schematisch dargestellt.

Material- und Stoffflüsse

Die Materialflüsse (Müll, Luft, Wasser, Chemikalien etc.) wurden mit Hilfe des Betriebserfassungssystems und nach einem bestimmten Probenahmeplan an folgenden Stellen täglich ermittelt:

- Schlacke: Schlackenkegel im Schlackenbunker
- Asche: Ausgang Aschesilo
- Schlamm: Abschlag Kammerfilterpresse
- Abwasser: Ausgang Abwassermessstation
- Abluft: Reingas im Kamin

Durch die baulichen Gegebenheiten der KVA Basel waren die Möglichkeiten der Probeentnahme beschränkt. Es war zu beachten, dass die Analysenproben zum Teil phasenverschoben anfallen. Im Probenahmeplan wurde dieser Gegebenheit Rechnung getragen. Schadstoffuntersuchungen in anderen Anlagen gehen von sehr kurzen Probenahmeperioden von 10 bis 48 Stunden^{7,8,9} aus. Für die vorliegende Arbeit wurde eine Probenahmeperiode von 15 Tagen (27. 11. bis 11. 12. 2000) mit Tagesmischproben gewählt. Die Schadstoffemissionen der Abluft (NO_x, SO₂, CO, HCl, C, Staub, NH₃) wurden online gemessen. Somit erfasst man mindestens zweimal die wöchentlichen Schwankungen. Während der Probenahmeperiode hatte die Anlage einen Mülldurchsatz von konstant 92 Prozent. Durch das gewählte Analyseverfahren der Reststoffe (Röntgenfluoreszenzspektroskopie bzw. Atomabsorption) konnte im Gegensatz zu ei-

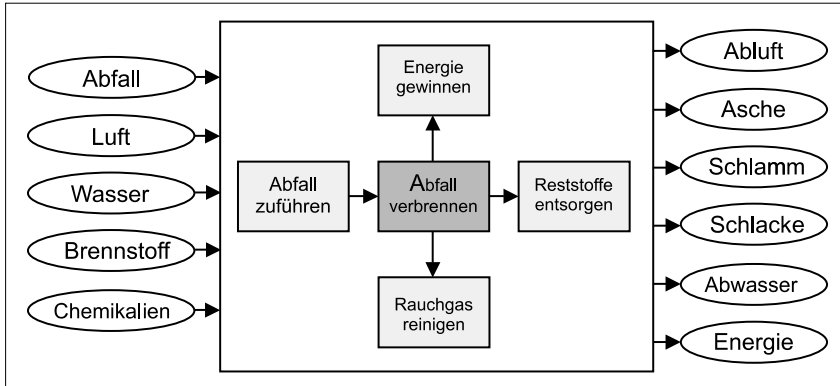


Abb. 1: Darstellung der fünf Hauptprozesse der KVA Basel mit den Eingangs- und Ausgangsstoffen⁶

ner nasschemischen Analyse^{7,8,9} eine Probe-menge von mehreren 100 g analysiert werden (nasschemisch < 1 g). Für die Schlacke, den Schlamm und die Asche wurde eine Probenmenge von ca. 1 kg sowie für das Abwasser von ca. 300 ml entnommen. Für die Durchführung der Stoffflussanalyse wählte man wegen der Umweltrelevanz und des Verhaltens im Verbrennungsprozess die Elemente Chlor, Schwefel, Cadmium, Kupfer, Blei, Zink und Quecksilber. Es ergaben sich die in Abbil-

dung 2 dargestellten spezifischen Material- und Stoffflüsse pro Tonne Müll.

Bei der Betrachtung der Schlacke fällt besonders der hohe Altmetallanteil von 15 bis 20% auf (Abb. 3). Es handelt sich dabei um einen großen Anteil von Büchsen und Grobschrott. Außerdem sind auch die vielen Sondermüllteile (Elektroartikel, Batterien) zu beachten. Dieser hohe Anteil ist trotz der angebotenen, unentgeltlichen Separatsammlungen erstaunlich. In einer nachfolgenden

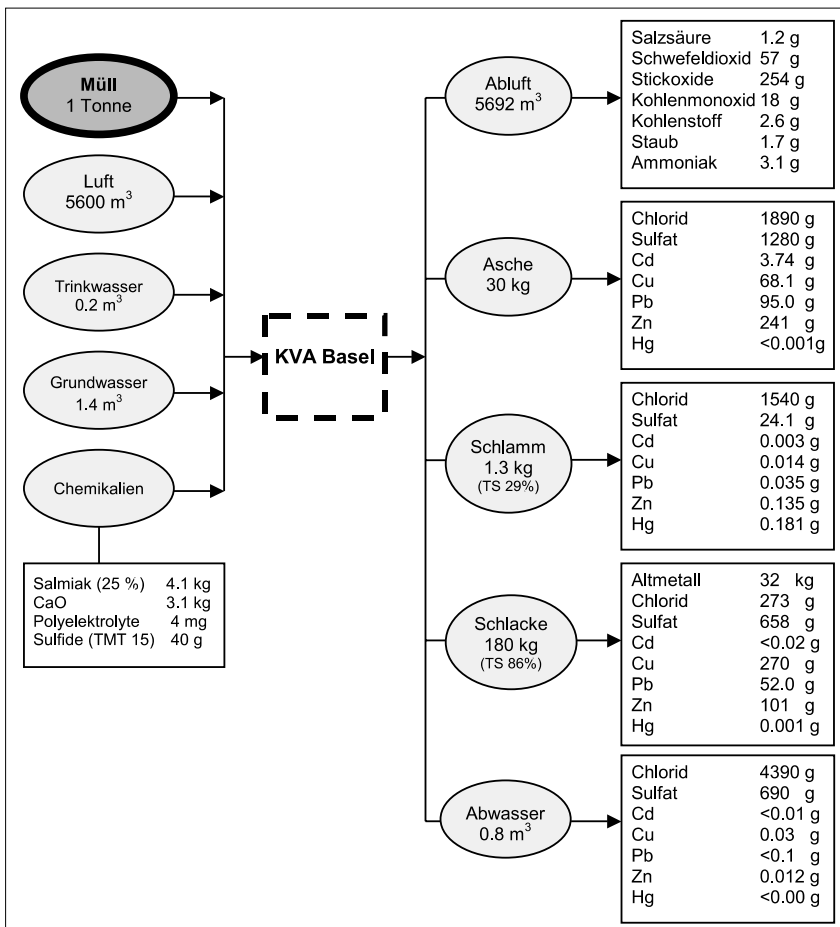


Abb. 2: Zusammenstellung der spezifischen Güter- und Stoffflüsse in der KVA Basel; Angaben bezogen auf die Messperiode⁶

Untersuchung wird zur Zeit über eine Siebfraktionsanalyse die genaue Stoffzusammensetzung ermittelt.

Die betriebenen MVA sind im Allgemeinen sehr unterschiedlich aufgebaut. Ein systematisches Benchmarking der Material- und Stoffflüsse ist daher schwierig. Für den Vergleich wurden deshalb nur Anlagen mit einer nassen Rauchgasreinigung berücksichtigt. Die Schwermetallverteilung in der Schlacke, der Filterasche sowie im Schwermetallschlamm zeigt Parallelen zu anderen Anlagen. Der Basler Schlackenanteil ist mit 18 Prozent bezogen auf den Mülleinsatz unterdurchschnittlich. Auffallend sind jedoch die großen Unterschiede im Wäscherwasserverbrauch (Abb. 4). Diese Unterschiede liegen am Betrieb der Nasswäscher sowie die Regelung der Wasserausschleusung und die Möglichkeiten einer Einleitung in den Vorfluter.

Vorschläge für mögliche Verbesserungen

Die Ergebnisse der Material- und Stoffflussbilanz und des Benchmarkings dienen als Basis für 17 Cleaner Production Maßnahmen. Im Folgenden werden sechs davon vorgestellt, die im Vergleich zum heutigen Anlagenbetrieb einen ökologischen und ökonomischen Mehrwert bringen und technisch machbar sind.

1. Aufbau eines Managementsystems:

Die während der Messperiode bestimmten Materialflüsse sind alle geringer als die im Jahresvergleich bestimmten Werte. Dies liegt primär daran, dass während der Messperiode sämtliche Verbräuche durch den Betrieb bewusst kontrolliert wurden. Zur Zeit werden deshalb Überlegungen angestellt, ein Managementsystem gemäß der ISO-Norm aufzubauen.

2. Das Flugasche-Waschverfahren (FLUWA)

Das FLUWA-Verfahren ermöglicht die Extraktion der Schwermetalle aus der Asche mit dem sauren Abwasser der Rauchgasreinigung. Auf einem Vakuumbandfilter wird das Waschfiltrat von der Festphase abgetrennt. Der stichfeste Aschekuchen mit Reststoffqualität kann gemäß der Schweizer und Europäischen Gesetzgebung zusammen mit der Schlacke in der nahegelegenen Reststoffdeponie, anstatt in der 300 km entfernten Untertagedeponie, gelagert werden. Das Waschfiltrat wird in der bestehenden Abwasserbehandlung zur Restneutralisation und Schwermetallfällung geleitet. Aus dem dabei anfallenden Schwermetallschlamm kann das Zink zurückgewonnen werden. Das Verfahren wird seit über fünf Jahren in verschiedenen Anlagen in der Schweiz angewendet.

3. Kalkmilchherstellung mit gereinigtem

Abwasser

Das saure Rauchgas wird in Basel mit Kalkmilch neutralisiert, wobei für die Herstellung

der Kalkmilch jährlich 15 000 bis 20 000 m³ sauberes Grundwasser benötigt werden. Stattdessen könnte gereinigtes Abwasser der KVA eingesetzt werden. Die hohen Temperaturen des Abwassers von ca. 60 °C ermöglichen außerdem eine optimalere Kalklöschung, da die Partikel der Suspension feinkörniger werden und dadurch weniger Kalk verwendet werden muss. Die höheren Salzfrachten im Abwasser sollten keinen negativen Einfluss auf die Kalklöschung haben. Mit der Maßnahme, die einfach realisierbar ist, kann Grundwasser und gebrannter Kalk eingespart sowie Abwasser reduziert werden.

4. Wäscherwasser reduzieren

Aus jedem der Wäscher wird eine konstante Menge von 8 bis 8,5 m³/h Wäscherwasser ausgeschleust. Dieser Wasserstrom ist konstant und unabhängig von Betrieb und Auslastung der Anlage eingestellt. Das ausgeschleuste Wasser wird ständig durch frisches Grundwasser ersetzt. Gemäß Wäscherhersteller LAB könnte der Wasserstrom der Ausschleusung bis auf 3,5 m³/h reduziert werden. Dafür müsste die Anlage mit einer zusätzlichen Leitfähigkeits- und pH-Regelung nachgerüstet werden. Die vorgeschlagene Maßnahme könnte den Grundwasserverbrauch um bis zu 80 000 m³ pro Jahr reduzieren.

5. Schrottanteile in der Schlacke recyclieren

Die meisten modernen KVAs haben integrierte Schrottabscheider, die die magnetischen Eisenteile aus der Schlacke zwischen Ofen und Schlackenbunker entfernen. In der KVA Basel wurde eine solche Anlage in der Projektierungsphase aus Platz- und Kostengründen verworfen. Eine Schrottabseidung auf der Deponie wäre sinnvoll und würde zu wesentlichen Einsparungen bei den Deponiekosten führen. In der KVA Basel fallen jährlich rund 5 000 t Schrott an.

6. Trocknen der Schwermetallschlämme

Mittels einer Kältetrocknungsanlage kann



Abb. 3: ausgesonderte Schrottteile in der Schlacke⁶

ein großer Teil des Wassers aus den Schlämmen entzogen werden. Den Strom stellt die eigene Produktion zur Verfügung. Der Schlamm wird auf ca. 1/3 des Gewichts und die Hälfte des Volumens reduziert. Der ökologische Vorteil besteht darin, dass Deponieraum gespart werden kann und weniger Material in die Untertagedeponie transportiert werden muss.

Bewertung der CP-Maßnahmen

Für die Bewertung der CP-Maßnahmen wurden folgende Kriterien der Nachhaltigkeit angewendet:

- Umwelt: Verminderung des Ressourcenverbrauchs, Reduktion der Reststoffmengen, Schadstoffreduktion, Verkürzung der Transportwege
- Soziales: Schaffung von Arbeitsplätzen, Verbesserung der Arbeitsbedingungen, bessere Dienstleistung für den Kunden, verursachergerechte Kosten

- Wirtschaftlichkeit: mittelfristig gewinnbringend oder mindestens kostenneutral

Die vorgebrachten Vorschläge können beispielsweise wie folgt beurteilt werden:

Die wirtschaftlichen Vorteile einiger der aufgezeigten Massnahmen sind für den Betreiber derart interessant, weshalb einige als Projekte ins Investitionsbudget aufgenommen wurden. Dass mit diesen Maßnahmen zugleich Ressourcen geschont werden können zeigt, dass die Ökonomie und Ökologie sehr gut im Einklang stehen können.

Zusammenfassung

Die 1999 in Betrieb genommene Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Basel wurde nach dem Stand der Technik errichtet, so dass die Emmissionsgrenzwerte weit unterhalb der Grenzwerte liegen. Aufgrund des hohen Ressourcenverbrauchs dieser Technologie hat sich der Betreiber dazu entschlossen, mittels der Methode des Cleaner Production Assessments Vorschläge für einen ökoefizienten Betrieb auszuarbeiten. Die Methode beinhaltet im Wesentlichen folgende Schritte:

- Voruntersuchung
- Material- und Stoffflussanalyse sowie Benchmarking
- Notwendige Maßnahmen entwickeln

Die wichtigsten Maßnahmen, die anhand der nachhaltigen Kriterien ausgewählt wurden, betreffen die Reduktion des Wasserverbrauchs, die Entsorgung bzw. Behandlung von Reststoffen, wie das Waschen der Asche, Trocknen der Schwermetallschlämme sowie das Recyclieren von Schrott in der Schlacke. Insgesamt wurde ein Einsparpotenzial von rund 100 000 m³ Wasser und 2 Mio. CHF jährlich ermittelt, mit Amortisationszeiten

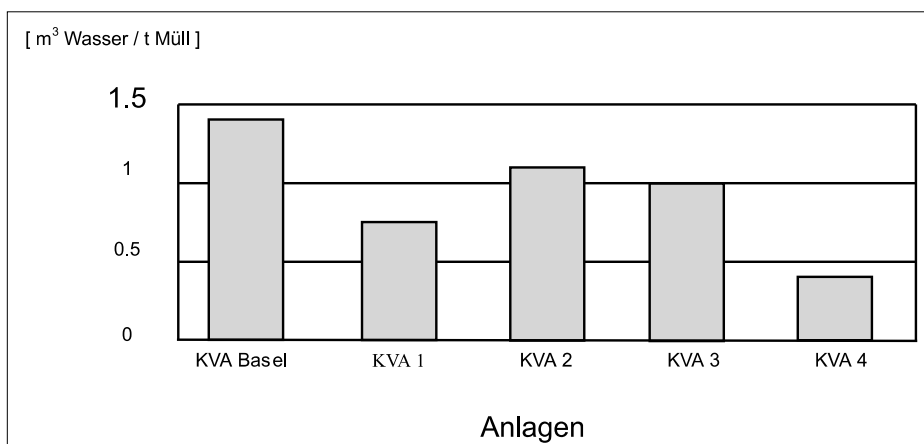


Abb. 4: Vergleich verschiedener KVA in der Schweiz bezüglich Wäscherwasserverbrauch⁶

Tabelle 1: Bewertung der CP-Maßnahmen

Maßnahmenvorschläge	Nachhaltigkeitskriterien		
	Umwelt	Soziales	Wirtschaftlichkeit
Aufbau eines Managementsystems	Kontinuierliche ökologische Verbesserung wird angestrebt	Arbeitsbläufe und Kompetenzen klarer, Verbesserung der Arbeitssicherheit	Kostenreduktion der eingesetzten Materialien, weniger Ausfälle
Flugasche-Waschverfahren	Reduktion der Transportwege, Gewinnung von Rohstoffen (v.a. Zink)	Schaffung von ein bis zwei Arbeitsplätzen	Kosteneinsparung total ca. 1 Mio CHF/Jahr, Amortisationszeit ca. zwei Jahre
Kalkmilchherstellung mit gereinigtem Abwasser	Reduktion des Grundwasserverbrauchs (ca. 20 000m ³ /Jahr), Verminderung der Kalkmenge, Reduktion der Abwassermengen	—	Kosteneinsparung, Einfache Realisierbarkeit
Wäscherwassermengen reduzieren	Wassereinsparung (80 000 m ³ /Jahr), Abwasserreduktion	—	Kosteneinsparung ca. 12 000 CHF/Jahr
Schrottanteile in der Schlacke recyclieren	Reduktion des Deponievolumens, Rohstoffgewinn	Schaffung eines Arbeitsplatzes	Kosteneinsparung ca. 0,6 Mio. CHF/Jahr, Amortisationszeit ca. zwei bis drei Jahre
Trocknen der Schwermetallschlämme	Reduktion des Deponievolumens	Erleichterung des Abfüllvorgangs, Sauberkeit	Kosteneinsparung ca. 60 000 CHF/Jahr, Amortisationszeit ca. 15 Monate

für die nötigen Investitionen zwischen 1,5 und 3 Jahren. Einige der Vorschläge sind in die Budgetierung aufgenommen worden.

Literatur

- 1 Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983.
- 2 Gfeller, J.-C., Bukowiecki, A.: Abfallverminderung durch Kooperationsvereinbarungen zwischen Behörden und Unternehmen, Abfallwirtschaftsjournal Nr. 1–2, S. 23 (1998).
- 3 Delmas, L., Gfeller, J.-C.: Plan de minimalisation et de recyclage des déchets du canton de Bâle, Université de Metz, F (1998).
- 4 Gfeller, J.-C., Moll, D., Paroubek, T., Mahler, A.: Prozesskostenrechnung als Datengrundlage für ein neues Gebührenmodell der Kehrrechtverwertungsanlage EntsorgungsPraxis 11, S.26 (2000).
- 5 Heim, Th.: Script "Cleaner Production", Quelle: Technical Report Series No 7: Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes. Unep, Paris 1991.
- 6 Tzenkova, S., Huber, P.: Cleaner Production Assessment in der Kehrrechtverwertungsanlage Basel, Diplomarbeit an der Fachhochschule beider Basel (FHBB), 2001.
- 7 Baccini, P., Bader, H.-P.: „Regionaler Stoffhaushalt. Erfassung, Bewertung und Steuerung“. Spektrum Verlag, 1996.
- 8 Bauer, G.: Die Stoffflussanalyse von Prozessen der Abfallwirtschaft unter Berücksichtigung der Unsicherheit, Dissertation an der TU Wien 1995.
- 9 Morf, L.: Entwicklung einer effizienten Methode zur kontinuierlichen Bestimmung von Stoffflüssen durch eine Müllverbrennungsanlage, Dissertation an der TU Wien, November 1998.



www.vieweg.de

Dr. Jean-Claude Gfeller, Industrielle Werke Basel, Korrespondenzanschrift.

Silvia Tzenkova, Philipp Huber, Christian Buser, Maurice Jutz, Prof. Dr. Thomas Heim, Institut für Umwelttechnik, Fachhochschule beider Basel FHBB.

