

# Energie aus Abfall

H. Seifert, ITC

## Einleitung: Umweltnutzen der energetischen Abfallverwertung

Bis in die 90er Jahre des letzten Jahrhunderts war der primäre Nutzen der Hausmüllverbrennung mit zwei wesentlichen Zielen verknüpft: der drastischen Reduktion der zu beseitigenden Abfallmenge und der Inertisierung der Abfälle bzw. der verbleibenden Reststoffe durch Zerstörung im Abfall enthaltener organischer bzw. die Abtrennung anorganischer Schadstoffe, insbesondere der Schwermetalle.

In neuerer Zeit gewinnt als weiterer Aspekt die Ressourcenschonung an Bedeutung, beispielsweise durch Metallrückgewinnung und Verwertung der Schlacken als Baustoff, vor allem aber durch die Nutzung der im Abfall enthaltenen Energie, wobei fossile Brennstoffe substituiert werden. Dieser letzte Punkt führt unmittelbar zu einem hoch aktuellen Umweltnutzen von

Müllverbrennungsanlagen: ihr Beitrag zum Klimaschutz durch CO<sub>2</sub>-neutrale Energienutzung infolge des großen biogenen Anteils im Rest-Hausmüll, auch bei vorhandenen Getrennt-Sammel-Systemen.

## Verminderte CO<sub>2</sub>-Emission durch energetische Abfallnutzung

In den 25 EU-Staaten werden von den jährlich anfallenden 235 Mio. Tonnen Hausmüll 18 % stofflich verwertet und 13,5 % kompostiert. Von der verbleibenden Restmüllmenge werden z. Zt. immer noch über 50 % deponiert. In Deutschland betrug 2003 die Abfallmenge 49,5 Mio. Tonnen. Von den nicht verwerteten 20,6 Mio. Tonnen wurden 54 % unter Energienutzung verbrannt. Diese Zahl liegt heute bei ca. 14 Mio. Tonnen und somit bei nahezu 70 % der nicht verwertbaren Abfällen, da seit 2005

ein Ablagerungsverbot für unbehandelte Abfälle gilt.

Zur Bewertung der Klimarelevanz der CO<sub>2</sub>-Emission bei der Abfallverbrennung ist nur der fossile Anteil des Kohlenstoffes im Abfall heranzuziehen. Es ist also erforderlich, den biogenen und den fossilen Energieanteil im Hausmüll zu ermitteln. Für Deutschland liegt ersterer bei ca. 60 %.

Zur Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Einsparung durch energetische Nutzung von Abfall wird die auf die Zielenergiemenge Strom bzw. Wärme bezogene CO<sub>2</sub>-Emissionsfracht ermittelt, wobei die unterschiedlichen energetischen Wirkungsgrade von Müllverbrennungsanlagen (MVA) und fossilen Kraftwerken bzw. Heizkraftwerken (HKW) zu berücksichtigen sind (Abb. 1) [1].

Die Einsparung wurde im Vergleich zweier Referenzprozesse mit äquivalenter Strom- bzw. Wärmemenge berechnet, wobei eine Referenzanlage zur Substitution elek-

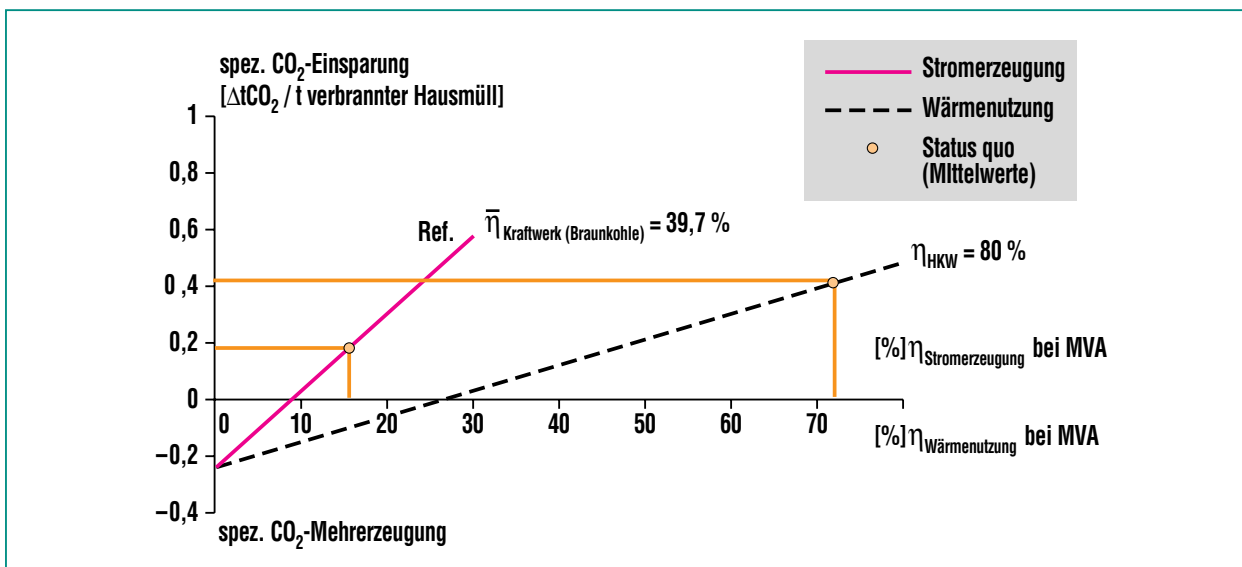


Abb. 1: Potentiale der CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Energienutzung aus Hausmüll (mit einem mittleren Heizwert von H<sub>U</sub> = 9,8 GJ/t<sub>Abfall</sub>) in Abhängigkeit vom energetischen Wirkungsgrad einer MVA.

trischer und eine für die Substitution thermischer Energie gewählt wurde. Die Grafik zeigt entsprechend dem Wirkungsgrad der MVA ein erhebliches Einsparpotenzial bei der Substitution von elektrischer Energie aus Braunkohlekraftwerken wie auch bei der Substitution von thermischer Energie aus einem Heizkraftwerk.

Die jährlich in Deutschland verbrannte Hausmüllmenge von ca. 14 Mio. Tonnen ergibt mit der entsprechenden Energienutzung eine Einsparung von ca.  $3,2 \cdot 10^6$  Tonnen  $\text{CO}_2$  oder 0,9 % der deutschen jährlichen  $\text{CO}_2$ -Emission im Energiebereich ( $368 \cdot 10^6 \text{ t CO}_2$ ).

### Verfahren der energetischen Nutzung von Siedlungsabfällen

Zur Verbrennung von Siedlungsabfällen sind verschiedene Verfahren gebräuchlich, für unbehan-

delteten Abfall überwiegend die Monoverbrennung auf dem Rost (für Hausmüll) bzw. in der Wirbelschicht (für Klärschlamm). Dabei reicht die Energienutzung von der vollständigen Verstromung bis zur reinen Wärme-Nutzung (meist als Dampf) mit allen Zwischenstufen der Kraft-Wärme-Kopplung.

Die Coverbrennung von Abfällen im Kraftwerk, in Zementöfen oder Industriefeuerungen erfordert eine Aufbereitung des Abfalls zu so genannten Sekundär- oder Ersatzbrennstoffen. Für deren Einsatz in Kraftwerken muss neben den mechanischen, chemischen und kalorischen Eigenschaften – z. B. dem Heizwert – zusätzlich das Abbrandverhalten, bekannt sein.

Dieses wird am ITC-TAB mit dem Schachtreaktor KLEAA (Karlsruher Laboranlage zur Ermittlung des Abbrandes von Abfällen) [2] ermittelt. Aus dem zeitlichen Verlauf der Reaktionsfront lässt sich als

„brennstoffspezifische Kennzahl“ die Reaktionsfrontgeschwindigkeit ableiten, die das Abbrandverhalten von Festbrennstoffen gut beschreibt. Das dargestellte Beispiel (Abb. 2) zeigt erhebliche Unterschiede zwischen dem Sekundärbrennstoff BRAM (Brennstoff aus Müll) und dem ebenfalls in einer mechanisch-biologischen Vorbehandlung erzeugten MBA-Unterkorn (Mechanisch-Biologische Abfallbehandlung) auf. Deren zum Abbrandende sprunghaft ansteigende Reaktivität muss bei der Auslegung und beim Betrieb der Verbrennungsanlage berücksichtigt werden. Dazu wurde ein Reaktionsmodell entwickelt, das an der Rostfeuerungsanlage TAMARA validiert wird.

Bei der Mitverbrennung von Abfällen in Kesselanlagen sind auch die Auswirkungen spezifischer Inhaltsstoffe, z. B. der Alkalien und Halogene auf Korrosion und Ver-

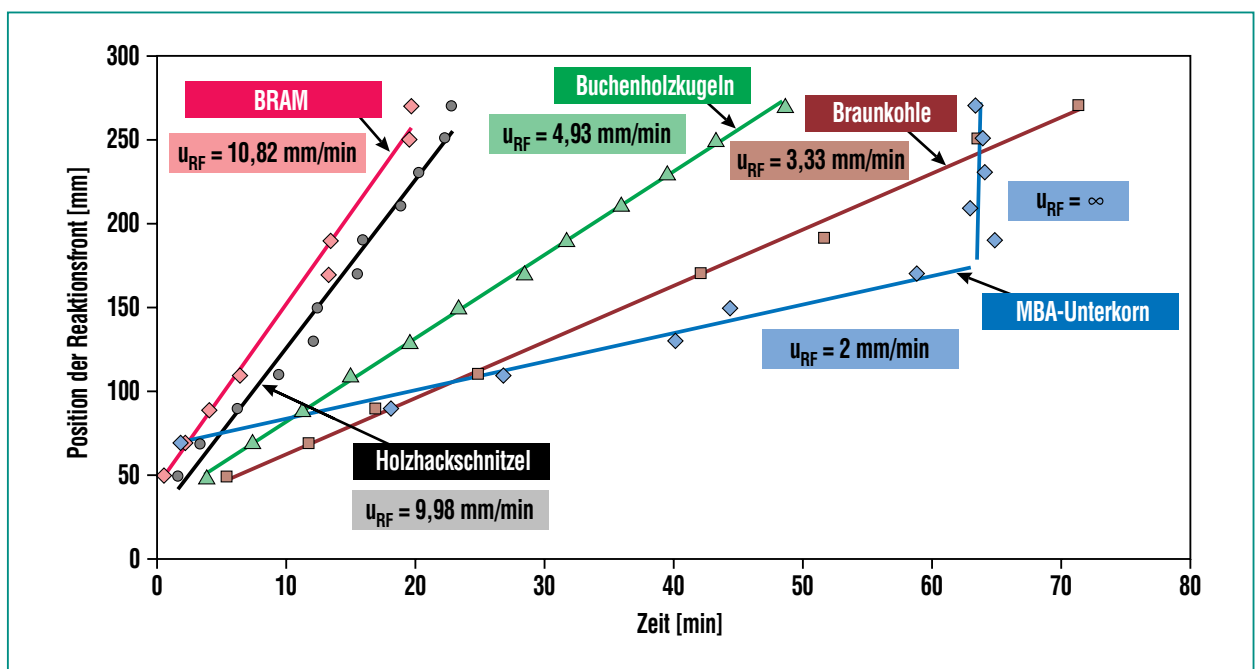


Abb. 2: Reaktionsfrontgeschwindigkeit ( $u_{RF}$ ) von verschiedenen Brennstoffen.

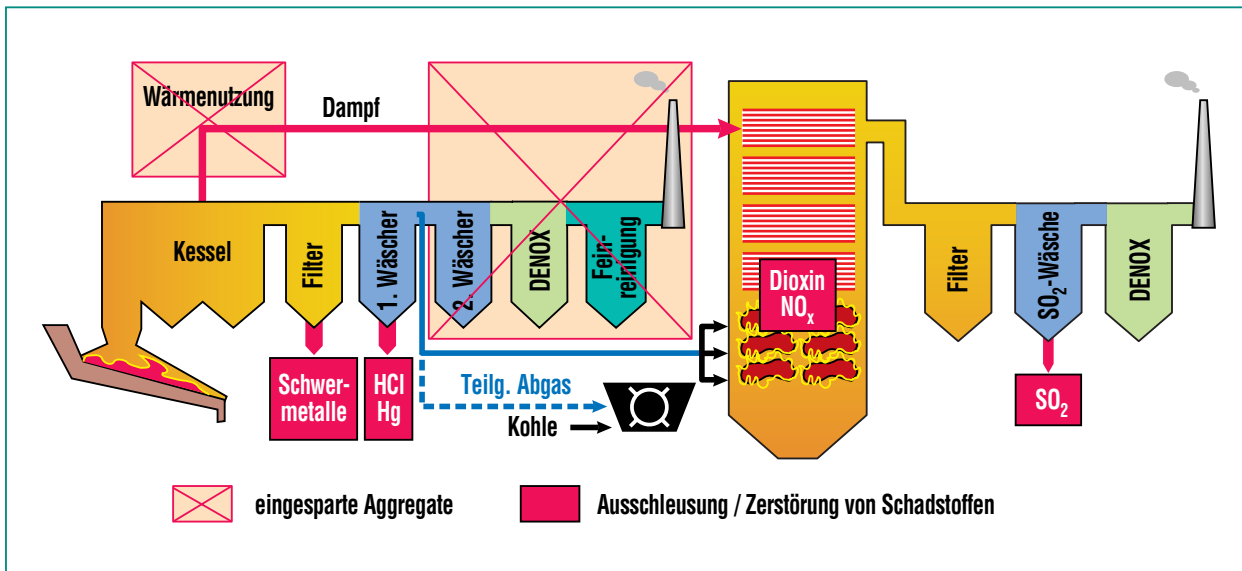


Abb. 3: Kombination von Müllverbrennung und Kraftwerk nach dem UPSWING-Verfahren (Unification of Power Plant with Solid Waste Incineration on the Grate).

schlackung zu beachten. Dieser Aspekt wird mit einer am ITC-TAB entwickelten mineralogischen Charakterisierungsmethode bearbeitet.

Bei der „Kombiverbrennung“ nach dem im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelten UPSWING-Verfahren [3] wird eine stark vereinfachte Abfallverbrennungsanlage vor ein Kohlekraftwerk geschaltet (Abb. 3). Nach einer Entstaubung und sauren Wäsche zur Schwermetall-, Salzsäure- und Quecksilber-Abscheidung verbleiben im Rauchgas die Schadstoffe Dioxine, Schwefel- und Stickoxide, die in der Kraftwerksfeuerung, bzw. in deren Rauchgasentschwefelungsanlage (REA) abgereinigt wer-

den. Dieses im Rahmen eines EU-Projektes weiter entwickelte Verfahren führt zu erheblichen Investitionsersparungen bei der MVA und verbesserten Verstromungswirkungsgraden durch die Kopplung mit dem Kraftwerk.

### Potentiale der energetischen Abfallverwertung

Auf Basis der aufgezeigten Entwicklungsansätze lassen sich bei den vorgestellten Verfahren deutliche Wirkungsgradverbesserungen bei reduzierten Kosten erreichen. Würde zudem der Resthausmüll vollständig energetisch genutzt, könnten bis zu 6 % der

fossil erzeugten Elektrizität in Deutschland durch Strom aus Abfall substituiert werden. Dabei würde die CO<sub>2</sub>-Emission durch energetische Abfallnutzung um mehr als sechs Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr, entsprechend 1,6 % der CO<sub>2</sub>-Gesamtemission im Energiebereich, verringert werden.

## Literatur

[1] H. Seifert, B. Johnke, (2004), *CO<sub>2</sub>-Minderung durch energetische Abfallverwertung*, GVC/DECHEMA-Jahrestagung 2004, *Chemie Ingenieur Technik* 2004, 76, No. 9, p. 1322

[2] S. Bleckwehl, M. Riegel, Th. Kolb, H. Seifert, *Charakterisierung der verbrennungstechnischen Eigenschaften fester Brennstoffe*, VDI-Berichte Nr. 1888, 2005, S.93-100

[3] J. Vehlow, H. Hunsinger, S. Kreis, H. Seifert, (2000) *Das UPSWING-Verfahren – Der Schlüssel zur kostengünstigen Abfallverbrennung*, *Nachrichten*, Jahrgang 32, 3/2000