

# Energie aus Hausmüll

Gewinnung regenerativer Energieträger mit der mechanisch-biologischen Abfallbehandlung in der MBA Kahlenberg



## **Energiewende – auch die Verwertung unseres Hausmülls trägt seinen Anteil dazu bei.**

Der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg (ZAK), der Ortenaukreis und der Landkreis Emmendingen haben bei der Entwicklung und Realisierung der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage (MBA) auf dem Gelände der Deponie Kahlenberg bereits seit den neunziger Jahren des letzten Jahrhunderts einen weltweit einzigartigen, innovativen Weg eingeschlagen, um aus Hausmüll insbesondere Energie zu erzeugen. Dadurch wird ein Beitrag zum Ersatz herkömmlicher Energieerzeugung aus atomaren oder fossilen Ausgangsstoffen geleistet.

Zurzeit erzeugen die über 580.000 Einwohner der beiden Landkreise jährlich rund 102.000 Tonnen Hausmüll, die über die Grauen Tonnen erfasst und in der MBA in Ringsheim angeliefert werden.

In mehreren Behandlungsstufen werden aus diesen täglich anfallenden Abfällen zunächst Weißblech, Aluminium und andere Metalle aussortiert und dem Recycling zugeführt. Mineralische Abfallstoffe wie Steine, Glas- und Keramikscherben, Betonreste usw. werden ausgeschleust und umweltverträglich abgelagert.

Mittels bakterieller Unterstützung wird aus organischen Bestandteilen des Hausmülls Biogas erzeugt und vor Ort im betriebseigenen Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung eingesetzt. Im letzten Behandlungsabschnitt werden dann noch Ersatzbrennstoffe für die Energieerzeugung in industriellen und kommunalen Einrichtungen gewonnen.

In diesem Beitrag soll der Fokus nun ganz speziell auf die energetische Verwertung von Biogas und Ersatzbrennstoffen, die die MBA Kahlenberg aus Hausmüll gewinnt, gerichtet werden.



## Biogas

Nach einer mechanischen Aufbereitung wird der Hausmüll mit Wasser zu einem zähflüssigen Müllbrei vermischt. Während des etwa dreitägigen Mischvorgangs lösen sich organische Bestandteile des Hausmülls im „Waschwasser“.

Diese organikreiche Flüssigkeit wird abgepresst und ist nun „Futter“ für Methanbakterien. Diese winzigen Mitarbeiter der MBA erzeugen daraus Biogas.

Das erzeugte Biogas besteht zu 65–70% aus Methan ( $\text{CH}_4$ ) und zu 30–35% aus Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ). Aus einer Tonne Hausmüll können in der MBA etwa  $50\text{--}60\text{m}^3$  Biogas erzeugt werden.

## Deponiegas

Ein weiterer wichtiger Baustein im Energiekonzept des Zweckverbands Abfallbehandlung Kahlenberg ist das nach wie vor aus dem ehemaligen Deponiebetrieb anfallende Deponiegas.

Seit 2005 ist die Ablagerung unbehandelten Hausmülls auf Deponien in Deutschland zwar untersagt, der bisher deponierte Abfall als solches ist jedoch noch vorhanden. Im Deponiekörper finden auch noch Umsetzungsvorgänge statt, bei denen Deponiegas entsteht. Dieses Gas hat einen Methangehalt von etwa 50%, und je nach Deponieabschnitt auch darunter, wird mit Unterdruck aus dem Deponiekörper abgesaugt und anschließend, zusammen mit dem in der MBA erzeugten Biogas verwertet.

Seit kein unbehandelter Hausmüll mehr auf der Deponie abgelagert wird, ist die jährlich erfasste Menge an Deponiegas allerdings deutlich rückläufig. Wurden im Jahr 2000 noch fast 15 Mio. Kubikmeter erfasst, so waren es 2005 nur noch etwas über 12 Mio. Kubikmeter und 2015 sank die Ausbeute auf rund 3,5 Mio. Kubikmeter Deponiegas.



Im Durchschnitt kann bei Biogas (bei etwa 70% Methangehalt) von einem Heizwert von etwa  $7,0 \text{ kWh/Nm}^3$  ausgegangen werden, dies entspricht einem Heizöläquivalent von ca.  $0,7 \text{ l Heizöl je Nm}^3 \text{ Gas}$ .<sup>1) 2)</sup>

Wenn man für eine rein theoretische Betrachtung der möglichen Einsparung an fossilen Brennstoffen, z.B. Heizöl - für den Einsatz in einem Blockheizkraftwerk zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung - einen durchschnittlichen Methangehalt von 60% für den Mix aus Bio- und Deponiegas annimmt, so ergäben sich für das Jahr 2015 ein theoretisches Einsparpotential von 5,3 Millionen Litern Heizöl.

Biogas und Deponiegas in $\text{Nm}^3$			
Jahr	Biogas	Deponiegas	Gesamt
2008	3.785.872	8.244.806	12.030.678
2009	4.135.797	7.044.364	11.180.161
2010	4.652.086	6.431.595	11.083.681
2011	4.851.484	5.621.167	10.472.651
2012	4.702.323	4.855.972	9.558.295
2013	4.713.700	4.374.913	9.088.613
2014	4.428.253	3.999.848	8.428.101
2015	5.314.046	3.521.062	8.835.108

1) Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR), Das unabhängige Institut für Regenerative Energiewirtschaft, 48155 Münster, [http://www.iwr.de/bio/biogas/biogas\\_infos.html](http://www.iwr.de/bio/biogas/biogas_infos.html)

2) Internationales Biogas & Bioenergie (IBBK), 74592 Kirchberg / Jagst [http://www.biogas-zentrum.de/ibbk/basiswissen\\_biogas.php](http://www.biogas-zentrum.de/ibbk/basiswissen_biogas.php)



## Strom ...

Seit 1994 arbeitet auf dem Gelände der Deponie ein Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmeerzeugung. Geplant und eingesetzt wurde das BHKW zunächst zur Verwertung des Deponiegases. Seit Inbetriebnahme der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage 2006 wird das dort gewonnene Biogas, zusammen mit dem Deponiegas, im BHKW verwertet.

Fünf Gasmotoren, mit einer Gesamtleistung von rund vier Megawatt ( $MW_{\text{elektr.}}$ ), erzeugen aus Deponie- und Biogas Strom und Fernwärme. Der nicht zum Betrieb der **energieautarken Anlage** genutzte Strom wird ins Stromnetz eingespeist.

Stromerzeugung im BHKW	
Jahr	kWh
2008	19.640.300
2009	19.293.800
2010	19.018.300
2011	17.723.400
2012	15.952.920
2013	15.155.450
2014	14.213.480
2015	14.958.468



## ... und Wärme

Die im BHKW eingesetzten Gasmotoren werden - wie die allermeisten Automotoren auch - mit Wasser gekühlt. Im Gegensatz zum Auto, bei dem über den Kühler die vom Motor abgeführte Wärme völlig nutzlos in die Umgebung abgegeben wird, kann hier die abgeführte Wärme nutzbringend zum Eigenverbrauch und in der Gemeinde Ringsheim eingesetzt werden. Im Fernwärmenetz wird das etwa 85°C heiße Wasser in einem Kreislaufsystem geführt und versorgt mehrere kommunale Einrichtungen und Wohngebiete mit mittlerweile etwa 250 Häusern für Heizzwecke und zur Warmwasseraufbereitung.

Insgesamt erzeugte der Zweckverband Abfallbehandlung Kahlenberg zuletzt pro Jahr etwa 30.000 MWh Wärme. Genutzt werden konnte aber, über das Jahr gesehen, nur etwa ein Viertel der erzeugten Wärmemenge. Im Winter wurde die erzeugte Wärme z.T. vollständig genutzt.

3) Jahresverbrauch 4500 kWh, nach verschiedenen Quellen

Um die verstärkte Nachfrage nach Wärme im Winter abdecken zu können, wurde im Winterhalbjahr 2015 erstmals eine Biomasseheizzentrale (BMHZ) in Betrieb genommen.

In der BMHZ wird anfallendes Mähgut aus der Landschaftspflege zur Wärmegewinnung verwertet.

Aus dem sonnengetrocknetem Heu in Form von Rundballen können zusätzlich Wärmemengen gewonnen werden, um die Versorgungsspitzen im Fernwärmenetz der Gemeinde Ringsheim im Winter abzudecken.

Insgesamt kann so erheblich mehr im Blockheizkraftwerk erzeugte Wärme als bisher genutzt werden.

Jahr	Fernwärme Ringsheim		Eigenbedarf ZAK		Gesamt
	kWh	%	kWh	%	
2008	4.711.700	60,4	3.087.400	39,6	7.799.100
2009	4.696.100	64,3	2.603.400	35,7	7.299.500
2010	5.361.800	67,3	2.605.800	32,7	7.967.600
2011	4.518.900	66,7	2.256.100	33,3	6.775.000
2012	4.991.400	68,9	2.254.200	31,1	7.245.600
2013	5.414.800	70,6	2.255.000	29,4	7.669.800
2014	5.516.100	68,5	2.532.100	31,5	8.048.200
2015	5.121.800*	65,5	2.693.600	34,5	7.815.400
2015	1.872.500	100	Zusätzlich aus BMHZ		

\* nur Blockheizkraftwerk (Deponiegas und Biogas aus MBA)

## Klimaschutz bei Deponie- und Biogas



Unter dem Gesichtspunkt des globalen Klimaschutzes soll zunächst einmal auf das Deponiegas, das aktiv mittels Unterdruck aus dem Deponiekörper abgesaugt wird, eingegangen werden. Deponiegas<sup>4)</sup> besteht, je nach Zusammensetzung und langfristig betrachtet, durchschnittlich aus etwa 50% Methan (CH<sub>4</sub>), etwa 40% Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und in geringeren Mengen vorkommenden Bestandteilen wie Wasser, Stickstoff, Schwefelwasserstoff u.a.

Methan hat eine sehr viel stärkere Wirkung auf die Klimaerwärmung als Kohlendioxid, da das Treibhauspotenzial etwa 25 Mal höher ist als das Treibhauspotenzial von Kohlendioxid. Nach einer neueren Untersuchung kann dieser Faktor sogar bis zum 33fachen steigen, wenn Wechselwirkungen mit atmosphärischen Aerosolen berücksichtigt werden.<sup>5)</sup> Unter diesen Gesichtspunkten ist es von großer Bedeutung, soviel Deponiegas wie möglich aus dem Deponiekörper abzusaugen. Jeder Kubikmeter, der kontrolliert abgesaugt und verwertet wird und nicht unkontrolliert in die Atmosphäre gelangt, ist aktiver Klimaschutz.

Hier kommen also zwei sich auf unser Klima positiv auswirkende Faktoren zusammen. Das kontinuierliche Absaugen des Methans verhindert dessen extrem klimaschädigende Auswirkungen auf die globale Erwärmung. Die Nutzung des Methans im BHKW als Alternative zur konventionellen Stromerzeugung, z.B. in Braun- oder Steinkohlekraftwerken, erspart unserer Umwelt diese sonst frei werdenden CO<sub>2</sub>-Mengen.

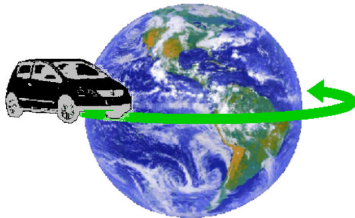
4) Deponiegas, Chemische Zusammensetzung und produzierte Gasmenge, Wikipedia

[http://de.wikipedia.org/wiki/Deponiegas#Chemische\\_Zusammensetzung\\_und\\_produzierte\\_Gasmenge](http://de.wikipedia.org/wiki/Deponiegas#Chemische_Zusammensetzung_und_produzierte_Gasmenge)

5) Methan, Biologie, Geologie und Klimatologie, Wikipedia

[http://de.wikipedia.org/wiki/Methan#Biologie.2C\\_Geologie\\_und\\_Klimatologie](http://de.wikipedia.org/wiki/Methan#Biologie.2C_Geologie_und_Klimatologie)

Aus dem in der MBA erzeugten Biogas und dem aus der ehemaligen Hausmülldeponie abgesaugten Deponiegas wurden in den letzten drei Jahren (2013 bis 2015) über 44 Mio. kWh Strom erzeugt. Im Vergleich zur Stromerzeugung, z.B. in einem konventionellen Braunkohlekraftwerk (Durchschnittswert 1044,75 g CO<sub>2</sub>/kWh<sup>6)</sup>), wurden dabei über 46.000 t CO<sub>2</sub> eingespart.



Zum Vergleich: 46.000 t CO<sub>2</sub> entsprechen der Menge Kohlendioxid die ein PKW mit einem Emissionswert von 130g CO<sub>2</sub>/km nach einer Fahrleistung von etwa 350 Millionen Kilometern emittiert hätte. Dies entspricht fast 8.900 Erdumrundungen am Äquator.

Bei der Stromerzeugung aus Biogas in einem Blockheizkraftwerk gibt es, wie auch bei allen anderen Kraftwerken, ebenfalls CO<sub>2</sub>-Emissionen. Wird das Biogas ausschließlich aus Biomasse hergestellt, so können die CO<sub>2</sub>-Emissionen vernachlässigt werden. Die freigesetzte Menge an CO<sub>2</sub> entspricht der Menge, welche die Pflanzen im Laufe ihres Lebens aufgenommen haben. Wir sprechen dann von einer klimaneutralen Energieerzeugung. Dies ist auch bei der Verwertung des Biogases aus der MBA der Fall.

Weiterhin ist zu beachten, dass Biogas überwiegend in Blockheizkraftwerken zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung verwertet wird. Eine flächendeckend kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung ist in Deutschland aber noch nicht umgesetzt. In der Regel wird der Strom in großen, zentralen Kraftwerken und die Wärme dezentral an den jeweiligen Verbrauchsstellen erzeugt.

Daher misst man der Kombination aus Strom- und Wärmeproduktion in einem Blockheizkraftwerk unter Klimagesichtspunkten eine hohe Bedeutung bei.

6) CO<sub>2</sub>-Emission der Stromerzeugung, VDI, Verein Deutscher Ingenieure, 2007  
[http://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur\\_dateien/geu\\_dateien/FB4-Internetseiten/CO2-Emissionen%20der%20Stromerzeugung\\_01.pdf](http://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/geu_dateien/FB4-Internetseiten/CO2-Emissionen%20der%20Stromerzeugung_01.pdf)



## Brennstoffe aus Hausmüll

Einen wesentlichen Beitrag zum Verwertungs- und Energiekonzept der MBA Kahlenberg stellt die Gewinnung von Brennstoffen für die Substitution fossiler Energieträger in der Papierindustrie, der Zementindustrie, in Heizkraftwerken usw. dar.

Diese als Ersatzbrennstoffe bezeichneten Fraktionen verschiedener Korngrößen aus der MBA haben einen Heizwert zwischen 11.000 und 20.000 Kilojoule/kg und sind so gut für den Einsatz in industriellen Anlagen geeignet. In den zehn Jahren seit Inbetriebnahme im Mai 2006 ersetzen die in der MBA erzeugten Ersatzbrennstoffe über 180.000 Tonnen fossiler Energieträger (Steinkohle) und sparten dadurch über eine halbe Million Tonnen CO<sub>2</sub> ein.<sup>7)</sup>

### Worin liegt nun die Bedeutung von aus Abfällen gewonnenen Brennstoffen für unser Klima?

Auch beim Einsatz von Ersatzbrennstoffen aus Abfällen in industriellen Anlagen wird CO<sub>2</sub> freigesetzt. Die Bedeutung für die CO<sub>2</sub>-Bilanz industrieller Anlagen, sowie die Bedeutung für die Klimaerwärmung, liegen in der Abfalleigenschaft der Ausgangsstoffe selbst sowie in deren regenerativen Anteilen an Biomasse, die klimaneutral verbrennen, begründet.

In Deutschland darf Haus- oder Restmüll, also der Inhalt der Grauen Tonne, seit dem 1. Juni 2005 nicht mehr unbehandelt abgelagert werden. Die meisten dieser Abfälle werden in Müllverbrennungsanlagen - unter CO<sub>2</sub>-Freisetzung - entsorgt.

Werden nun Teile des Hausmülls vorher als Ersatzbrennstoffe ausgeschleust und in industriellen Anlagen, wie zum Beispiel in der Zementindustrie verwertet, dann ersetzen sie dort fossile Energieträger. Fossile Brennstoffe, die in der Zementindustrie eingesetzt werden, sind beispielweise Steinkohle oder Schweröl. Und hier wirkt sich nun jede Tonne eingesparter fossiler Energieträger positiv auf die CO<sub>2</sub>-Bilanz aus.



## Energie aus den Resten der Mechanisch-Biologischen Abfallbehandlungsanlage

Nach der Behandlung des Hausmülls in der MBA Kahlenberg verbleibt ein Rest von weniger als einem Prozent der Ausgangsmenge, der in der Thermischen Restabfallentsorgungs- und Energieerzeugungsanlage (TREA) bei 850°C verbrannt wird - 2015 waren dies nur 1.015 Tonnen Reste.

In der TREA können jährlich bis zu 170.000 t Haus- und Gewerbemüll verbrannt werden. Der Abfall in dieser modernen Müllverbrennungsanlage verbrennt selbstgänglich, das heißt, er benötigt bis auf das Zünden keine weitere Primärenergie. Mit der bei der Verbrennung frei werdenden Wärmeenergie werden im Kessel stündlich annähernd 71 Tonnen Dampf erzeugt. Der Dampf treibt mit einem Druck von 40 bar und einer Temperatur von ca. 400°C eine Turbine mit nachgeschaltetem Generator an.

So werden jährlich ca. 117.000 Megawattstunden elektrische Energie und 8.000 Megawattstunden Wärme für ein Fernwärmenetz erzeugt<sup>8)</sup>.

7) ZAK-Flyer zum Tag der offenen Tür 18. September 2016

8) Flyer „Zeichen setzten am Standort Eschbach“.

[https://www.eew-energyfromwaste.com/fileadmin/content/Standorte/Breisgau/Breisgau\\_D.pdf](https://www.eew-energyfromwaste.com/fileadmin/content/Standorte/Breisgau/Breisgau_D.pdf)