

**EBS-Beschaffung,
Anlagenauslegung
und Qualitätssicherung**

**Unterschiede kommunaler und nichtkom-
munaler Herkunft der Abfälle**



Dipl.-Ing. Reinhard Schu
EcoEnergy Gesellschaft für
Energie- und Umwelttechnik mbH
Walkenried am Harz

**VDI Seminar
Ersatzbrennstoffe für Industrieanlagen
5. Dezember 2006, Berlin**

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite
1	EINLEITUNG	4
2	MARKTSITUATION	4
	Herkunft der Abfälle	4
3	ABSICHERUNG DER EBS-LIEFERUNG	6
	Abfälle zur Verwertung versus Abfälle zur Beseitigung	6
	Verhandlungspositionen	6
4	ANPASSUNGEN UND PREISGLEITUNGEN ERSATZBRENNSTOFFPREIS	6
	Preisanpassungen aufgrund geänderter EBS-Eigenschaften	6
	Aschegehalt	6
	Heizwert	6
	Preisgleitung EBS-Preis	6
5	QUALITÄTSSICHERUNG EBS	6
	Motivation zur Qualitätssicherung	6
	Heutige Systeme der Qualitätssicherung	6
	Probenahme-System für die Qualitätssicherung in EVA / MVA	6
6	AUSBLICK	6

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Preisgleitung in Abhängigkeit vom Chlorgehalt.....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 2: PVC-Verbrauch und Abfallaufkommen in Deutschland.....</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 3: PVC-Verbrauch in Deutschland</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 4: Preisgleitung in Abhängigkeit vom Aschegehalt und Heizwertänderung</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 5: Einfluss Heizwert EBS auf Durchsatz und Preis</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 6: Probenahmesystem</i>	<i>6</i>
<i>Abbildung 7: Fließbild Probenahmesystem.....</i>	<i>6</i>

TABELLEN

<i>Tabelle 1: Charakterisierung der Brennstoffe.....</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 2: Interessen von Brennstofflieferanten und Brennstoffverwertern</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 3: Maximaler Chlorgehalt in Abhängigkeit vom Heizwert</i>	<i>6</i>
<i>Tabelle 4: Maximale Schadstoffgehalte nach Bundesgütegemeinschaft gegenübergestellt den Empfehlungen für EBS-Kraftwerke:.....</i>	<i>6</i>

1 Einleitung

Neu in der modernen Abfallentsorgung ist, dass niemand zu greifen ist, der für die Vorsorge der geregelten Abfallbehandlung verantwortlich zu sein scheint. Sind die schönen weißen Ballen auf den Feldern nun wirklich Silage oder eine neue kreative Form der Zwischenlagerung von Ersatzbrennstoffen?

Laut Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz ist die Kommune für die Vorsorge der überlassungspflichtigen Abfälle zuständig, es besteht für diese Abfälle zur Beseitigung sogar ein Anschluss- und Benutzungszwang. Dieser Vortrag soll aber nicht zur Aufgabe haben, einen Schuldigen für das abfallwirtschaftliche Dilemma der Zwischenlagerung von Ersatzbrennstoffen oder die Beseitigung von zur Verwertung geeigneten Gewerbeabfällen zu suchen.

Im folgenden wird jedoch die Problematik erörtert, dass es einerseits genug potenzielle Ersatzbrennstoffe gibt, die zudem zu entsorgen sind (thermisch oder stofflich), dass aber andererseits Anlagenplanungen stocken, weil keine langfristige Versorgungssicherheit mit Ersatzbrennstoffen zu auskömmlichen Konditionen garantiert werden kann.

2 Marktsituation

HERKUNFT DER ABFÄLLE

In der Entsorgungswirtschaft wird zwischen langfristigen Kommunalverträgen zur Sicherung der Abfallentsorgung der Gebietskörperschaften und kurzfristigen Entsorgungsverträgen mit Gewerbebetrieben unterschieden.

Seit der Veröffentlichung von Remondis vom April 2006 über mögliche Überkapazitäten bei der Ersatzbrennstoffverwertung ist die Entsorgungswirtschaft deutlich verunsichert und scheut langfristige Brennstofflieferverträge zu den derzeit üblichen Marktkonditionen.

Stattdessen werden für die freien und tatsächlich vorhandenen Gewerbeabfälle in einer Größenordnung von mehreren Millionen Tonnen „virtuelle“ Ersatzbrennstoffpreise von < 60 €/t auf Grund der Konkurrenzsituation der nur „virtuellen“ Anlagenkapazitäten gefordert. Zahlreiche dieser Anlagenplanungen wurden begonnen aufgrund folgender Annahmen:

- bis Anfang 2006 extrem hohe Verwertungskosten für Ersatzbrennstoffe von > 150 €/t
- hohe und in die Zukunft fortgeschriebene Strompreissteigerungen
- teilweise zu niedrige Anlageninvestitionskosten, die am aktuellen Markt nicht mehr zu realisieren sind

Zwischenzeitlich haben sich die Verwertungserlöse bei abgeschlossenen Verträgen jedoch auf 80 bis 100 €/t (Preisstand 2009) stabilisiert. Außerdem herrscht in der Industrie Unsicherheit über die tatsächliche Strompreisentwicklung. Besonders der Einbruch an der Strombörse als Folge des Überangebotes an CO₂-Zertifikaten aus Frankreich und Belgien in diesem Frühjahr hat zu Unsicherheiten bei rein stromgeführten Projekten geführt. Die Anlageninvestition vieler Projekte beruhte auf einer Kalkulation analog zu Biomassekraftwerken. Viele Kalkulationen mussten überarbeitet werden und haben nicht selten zu Preissteigerungen von 20% bis 25% geführt.

Zahlreiche potenzielle Investoren für Ersatzbrennstoffverwertungsanlagen können keine langfristigen Versorgungsverträge für die Ersatzbrennstoffverwertung zu auskömmlichen Verwertungspreisen > 75 €/t erhalten. Stattdessen werden – wie in der Vergangenheit für die klassische Müllverbrennung – nur die Projekte realisiert, die über eine Grundauslastung von 2/3 an belastbaren Kommunalabfällen verfügen.

Der Ersatzbrennstoffmarkt setzt sich aus einem Teilmarkt kommunaler Herkunft und einem frei handelbaren Teilmarkt zusammen.

Kommunalabfälle

- andienungspflichtige Abfälle
- heizwertreiche Fraktionen aus der MBA sowie
- ein variabler Anteil an freien Gewerbeabfällen, die aufgrund der Abfallzusammensetzung kostengünstiger über die kommunalen Wege entsorgt werden können

Kommunale Abfälle sind kommunal abgesichert und benötigen keine wesentlichen zusätzlichen Sicherheiten für ein Finanzierungskonzept und sind die Basis der MVA- und MBA- und EBS-Kraftwerks-Realisierungen.

Kommunale Abfälle sind langfristig zu festen Konditionen verfügbar, da die Gebietskörperschaften als Abfallbesitzer aus rechtlichen Gründen eine langfristige Entsorgungssicherheit nachweisen müssen. Die Entsorgungs- bzw. Verwertungspreise können durch den gesetzlich festgelegten Anschluss- und Benutzungszwang über die Abfallgebühren abgesichert werden.

Für die Verwertung kommunaler Abfälle sind daher die Interessen der Abfallbesitzer und der energetischen Abfallverwerter deckungsgleich. Beide Seiten streben langfristige Verträge zu festen finanziellen Konditionen an. Das Risiko ist daher für den Betreiber von Verwertungsanlagen minimal.

Heizwertreiche kommunale Abfälle sind nur begrenzt verfügbar. Die oben genannten andienungspflichtigen Abfälle sind in der Regel heizwertarm mit einem Heizwert < 11 MJ/kg, ansonsten wären es Abfälle zur energetischen Verwertung. Damit verbleiben als potenzielle Ersatzbrennstoffe aus kommunaler Herkunft die heizwertreichen Fraktionen aus MBA-Anlagen sowie heizwertreiche Sortierreste bzw. Fraktionen aus kommunalen Sortieranlagen.

Während die heizwertreiche Fraktion aus MBA inkl. der Feinfraktion aus MBA mit 2,5 Mio. t - 3,5 Mio. t bis zum Jahr 2010 prognostiziert werden kann, ist der variable Anteil an freien Gewerbeabfällen bzw. Fraktionen aus weiteren kommunalen Sortieranlagen nur schwer gegen die freien Gewerbeabfälle abgrenzbar. Ersatzbrennstoffe aus kommunalen Sortieranlagen werden im Folgenden auch den freien Abfällen zugeschlagen, da auch die Kommunen auf diese Abfälle keinen gesicherten Zugriff haben können.

Zusammengefasst ergeben sich folgende heizwertreiche Abfälle / Ersatzbrennstoffe aus kommunaler Herkunft:

- andienungspflichtige Abfälle
- MBA-Abfälle
- Fraktionen aus kommunalen Sortieranlagen

Bei einem kommunalen Anteil an Ersatzbrennstoffen in den thermischen Behandlungsanlagen könnten somit aus Gründen der Sicherheiten für die Finanzierung der Anlageninvestition nur grob geschätzt 4 Mio. t/a – 6 Mio. t/a Anlagenkapazitäten installiert werden.

Kommunale Abfälle werden häufig über beauftragte Dritte entsorgt. Diese haben – entsprechend den jeweiligen Kommunalverträgen – langfristigen Zugriff (10 bis 15 Jahre) zu festen Konditionen auf die Mengen. Die beauftragten Dritten aus der privaten Entsorgungswirtschaft sind hinsichtlich Liefergarantien im Vergleich zu einer Gebietskörperschaft gleichwertig.

Die weiteren heizwertreichen Abfälle, also

- Gewerbeabfall
- Sortierreste
- Baustellenabfall
- produktionsspezifische Abfälle
- weitere Abfälle

zusammen 9,2 Mio. t im Jahr 2010 sind frei handelbar und damit nicht langfristig verfügbar.

Die Verfügbarkeit für die einzelnen Entsorgungsunternehmen muss sich permanent am Markt beweisen. Daher haben die Entsorgungsunternehmen verlässlich nur kurzfristig Zugriff (1 bis 3 Jahre) auf die Mengen. Größere private und kommunale Entsorgungsunternehmen können bei einer kostengünstigen Entsorgung dieser Abfälle ein unternehmerisches Risiko in Grenzen tragen.

3 Absicherung der EBS-Lieferung

Vor der Investitionsentscheidung zum Bau und Betrieb eines EBS-Kraftwerkes sollten für etwa 65% - 80% der benötigten EBS-Menge Lieferverträge abgeschlossen werden. Die verbleibenden etwa 35% - 20% bleiben bis zur Inbetriebnahme offen und werden bei Bedarf kurzfristig frei vermarktet, um keine unerfüllbaren Abnahmeverpflichtungen einzugehen. Schließlich können Erfahrungswerte über den tatsächlichen Durchsatz des EBS-Kraftwerkes erst nach dem Einfahren der Anlage bestätigt werden.

Die 65% - 80% festen Lieferverträge werden in der Regel zu 100% mit langfristig besicherbaren Mengen meist kommunaler Herkunft gefüllt. Die Aussage über eine Verknappung an langfristig verfügbaren Ersatzbrennstoffen und gleichzeitig der Bedarf an zusätzlichen energetischen Verwertungskapazitäten erscheinen auf den ersten Blick widersprüchlich. Unter Betrachtung der unterschiedlichen Besicherung von Ersatzbrennstoffen, hergestellt aus frei handelbaren und kommunalen Abfällen wird die Problematik deutlich. Die heute zur Realisierung freigegebenen EBS-Kraftwerksprojekte können noch auf dem üblichen finanzierbaren Brennstoffabsicherungskonzept basieren. Neue EBS-Kraftwerksprojekte müssen mit geringeren EBS-Mengen kommunaler Herkunft oder ähnlichen Sicherheiten rechnen.

Geänderte Marktbedingungen bedürfen einer detaillierteren Betrachtung der Finanzierbarkeit neuer EBS-Kraftwerksprojekte.

Die Beseitigungsanlagen MVA und MBA können auch noch im Jahr 2010 zu über 80% mit Kommunalabfällen ausgelastet werden, die zudem einer kommunalen Preisgarantie unterliegen. Im Jahr 2010 wird ein Abfallaufkommen von 20,2 Mio. t einer Behandlungskapazität von 24,6 Mio. t gegenüber stehen. Ein Betrieb dieser Anlagen mit kommunalen Entsorgungsverträgen ist daher bzgl. der Finanzierung risikoarm.

Betrachtet man die derzeit geplanten bzw. bereits realisierten EBS Kraftwerke mit einer für 2010 prognostizierten Kapazität von 4,0 Mio. t/a¹, ergibt sich ein ähnliches Bild. Die prognostizierte Anlagenkapazität kann zu über 60% mit kommunalen MBA-Abfällen ausgelastet werden. Dies bedeutet, dass heute nur in einem geringen Umfang langfristige Kommunalmengen am Markt verfügbar sein können. Auf Grund größerer regionaler Unterschiede kann davon ausgegangen werden, dass regional und projektabhängig unter 50% EBS mit langfristiger Liefersicherheit zur Verfügung stehen.

Die Mitverbrennungskapazitäten in Zement- und Kraftwerken nehmen eine Sonderstellung ein, da sie nur einen relativ geringen Investitionsumfang zur Mitverbrennung wie Dosiereinrichtungen erfordern, auf der anderen Seite qualitativ sehr hochwertige, d. h. schadstoff- und chlorarme, hoch aufbereitete Brennstoffe benötigen. Die „Auslastung“ bei einer Mitverbrennungsanlage ist weniger relevant als die Qualität der eingesetzten Ersatzbrennstoffe. Eine Unterauslastung der Mitverbrennung ist für den Anlagenbetreiber mit einem nur geringen finanziellen Risiko verbunden ist, da sich die Investitionen in der Regel bereits kurzfristig amortisiert haben. Dies bedeutet andererseits, dass mit der Mitverbrennung keine Entsorgungssicherheit geschaffen werden kann. In der Mitverbrennung werden fast ausschließlich „freie“ Gewerbeabfälle eingesetzt.

Ähnliches gilt für die freien MVA-Kapazitäten in einer Größenordnung im Jahr 2010 von 4,4 Mio. t bei einem Auslegungsheizwert von im Mittel 10 MJ/kg. Hier könnten etwa 3,1 Mio. t/a heizwertreiche, meist „freie“ Gewerbeabfälle bei einem Heizwert von 14 MJ/kg mitverbrannt werden.

Selbst falls die Überkapazitäten bei den Beseitigungsanlagen auch für heizwertreiche Abfälle bzw. EBS genutzt werden und sogar falls 1,6 Mio. t/a EBS in Zement- und Kraftwerken mitverbrannt werden, wird 2010 ein Mangel an Ersatzbrennstoffverwertungsanlagen, vor allem für die freien, nicht langfristig verfügbaren Abfälle bestehen, wie folgende Abschätzung für das Jahr 2010 zeigt:

2,5 Mio. t	Aufkommen kommunale heizwertreiche Abfälle
<u>9,2 Mio. t</u>	<u>Aufkommen an freien heizwertreichen Abfällen</u>
- 4,0 Mio. t	EBS-Kraftwerke (> 60% für kommunale Abfälle)
- 3,1 Mio. t	freie Kapazität MVA (für freie Abfälle mit 14 MJ/kg)
<u>- 1,6 Mio. t</u>	<u>Mitverbrennung in Kraft- und Zementwerken (für freie Abfälle mit 14 MJ/kg)</u>
<u>- 3,0 Mio. t/a</u>	<u>Fehlbedarf, meist freie Gewerbeabfälle (Heizwert: 14 MJ/kg)</u>

Mittelständische, private Entsorger besitzen nicht die Finanzkraft, EBS-Kraftwerke selber zu errichten und zu betreiben. Ebenso fällt es – wie oben bereits dargelegt – schwer, besonders für die freien Gewerbeabfälle die geforderten Bürgschaften beizubringen.

Einziger Ausweg für die mittelständischen Entsorger ist der Aufbau von Sortieranlagen mit dem Ziel der Abtrennung stofflich verwertbarer Fraktionen. Durch technische Fortschritte in der Rechner- und Sortiertechnik kann es gelingen, mechanisch stofflich verwertbare Wertstoffe aus heizwertreichen Gewerbeabfällen abzutrennen (Nah-Infrarot, Röntgentechnik). Sortieranlagen erfordern nur 1/7 bis 1/10 des Investitionsbedarfs von EBS-Kraftwerken. Es verbleiben – je nach Abfallinput und Aufbereitungstechnik – 60% - 80% als Reste zur energetischen Verwertung.

Durch den Wegfall der Deponierungsoption ab Mitte 2005 entsteht für die Besitzer dieser Abfälle bzw. private Entsorgungsunternehmen neben der fehlenden energetischen Verwertungs-kapazität auch das Problem, neue Verwertungs-kapazitäten durch Mengenabsicherung anzustoßen.

Das Potenzial für die zusätzliche stoffliche Verwertung wird mit max. 1 Mio. t/a abgeschätzt, so dass sich der Bedarf an weiteren EBS-Kraftwerken, über die schon mit 4 Mio. t/a im Jahr 2010 berücksichtigten EBS-Mengen hinaus, von 3 Mio. t/a auf 2 Mio. t/a reduziert.

Für diese freien Abfälle sollten im Rahmen eines Vermittlungs- bzw. Mediationsverfahrens alternative Bürgschaftsformen gefunden werden, die eine Entsorgungs- und Versorgungssicherheit bei gleichzeitiger Finanzierbarkeit der Projekte ermöglichen sollen.

ABFÄLLE ZUR VERWERTUNG VERSUS ABFÄLLE ZUR BESEITIGUNG

Abfälle zur Beseitigung bestehen meist aus Hausmüll mit Anteilen an Geschäftsmüll. Dieser Abfall zeichnet sich durch einen relativ hohen Wassergehalt bei niedrigem Heizwert < 8 MJ/kg aus. Daneben enthalten die Abfälle zur Beseitigung nicht verwertbare, d. h. heizwertarme gewerbliche Abfälle, die trockener und grundsätzlich heizwertreicher als Hausmüll sind. Der Chlorgehalt im Hausmüll beträgt nur etwa 0,4% - 0,8%.

Abfälle zur energetischen Verwertung sind dagegen deutlich trockener als Hausmüll. Der Heizwert liegt zwischen 11 MJ/kg - 18 MJ/kg. Der Chlorgehalt ist in der Regel > 1%, teilweise bei Sortierresten und bestimmten Gewerbeabfallchargen >> 2%. Eine mechanische Abreicherung der Chlorgehalte ist grundsätzlich möglich, dabei sollte allerdings von Abreicherungsgraden von maximal 50% ausgegangen werden.

Zusammengefasst können die beiden Brennstoffe wie folgt charakterisiert werden:

Tabelle 1: Charakterisierung der Brennstoffe

Hausmüll	Ersatzbrennstoff / Gewerbeabfall
hoher feuchter Organikanteil, hoher Wasseranteil, niedriger Heizwert < 10 MJ/kg	geringer feuchter Organikanteil, niedriger Wasseranteil, hoher Heizwert > 11 MJ/kg
niedriger Schwermetallgehalt niedriger Chlorgehalt 0,4% - 0,9%	mäßiger Schwermetallgehalt hoher Chlorgehalt > 1%, in Teilchargen > 3%

Die skizzierte Unsicherheit der Entsorgungswirtschaft wird dazu führen, dass wesentlich weniger Ersatzbrennstoffverwertungskapazität langfristig zur Verfügung gestellt werden wird, als Ersatzbrennstoffe bzw. heizwertreiche Gewerbeabfälle vorhanden sind. Dies wird ab 2008/09 zu einem deutlichen zusätzlichen Preisanstieg für die Ersatzbrennstoffverwertung führen.

VERHANDLUNGSPPOSITIONEN

Für die Versorgung einer Ersatzbrennstoffverwertungsanlage müssen die Interessen der Lieferanten und Verwerter berücksichtigt werden.

Nachfolgende Tabelle zeigt die wesentlichen Interessen der beiden Vertragsparteien im Überblick:

Tabelle 2: Interessen von Brennstofflieferanten und Brennstoffverwertern

Art	Interesse
Interessen des Lieferanten	
Entsorgungssicherheit	innerhalb eines Mengenkorridders mit der Möglichkeit eines flexiblen Abstuerns von Mehr- oder Mindermengen
Vertragslaufzeit	<u>für Abfälle kommunaler Herkunft:</u> Vertragslaufzeit entsprechend der Laufzeit des Kommunalvertrages <u>für frei handelbare gewerbliche Abfälle:</u> möglichst kurzfristig mit unkomplizierter Regelung zu einer kurzfristigen Vertragsverlängerung
Verwertungspreis	<u>für Abfälle kommunaler Herkunft:</u> fest entsprechend Kommunalvertrag mit Möglichkeit zur Kostensenkung bei steigenden Energiepreisen <u>für frei handelbare gewerbliche Abfälle:</u> möglichst flexibel und kurzfristig aushandelbar entsprechend den Marktgegebenheiten für Gewerbeabfälle => in jedem Fall deutliche Teilhabe an steigenden Energieerlösen der Verwertungsanlage
Brennstoffqualitäten	möglichst ohne weitere Vorbehandlung seitens des Lieferanten, um das Investitionsrisiko zu minimieren
Interessen des Verwerterns	
Versorgungssicherheit	innerhalb eines Mengenkorridders der unterschiedliche Verfügbarkeiten sowie ggf. Energielieferverpflichtungen berücksichtigt; Liefersicherheit für 65 bis 80% des geplanten Durchsatzes; Absicherung der Versorgungssicherheit über Bürgschaften
Vertragslaufzeit	entsprechend der Abschreibungsdauer für die Anlage, meist 15 Jahre
Verwertungspreis	die Summe aus Verwertungserlösen und Energieerlösen muss auskömmlich sein
Brennstoffqualitäten	entsprechend Auslegung der Anlage mit Angabe von Maximalkonzentrationen in jeder Einzellieferung (80 Perzentil hat keine Aussagekraft)

Zur Absicherung der Lieferverpflichtung müssen die EBS-Lieferanten zwischen Ersatzbrennstoffen aus kommunal abgesicherten Mengen wie z.B. Ersatzbrennstoff aus MBA oder MPS und auf dem Markt nach Marktgesetzen akquirierbaren Gewerbeabfall unterscheiden. Der EBS-Verwerter bestimmt Sicherheiten und Qualitätsanforderungen unabhängig von der Herkunft der Ersatzbrennstoffe.

Bei Abfällen kommunaler Herkunft sind die Interessen von Lieferanten und Verwertern hinsichtlich Vertragslaufzeiten und Verwertungspreisen ähnlich. Zu regeln bleibt die Qualität und die Frage der Mengenkorriddore, d.h. welche Partei trägt das Auslastungsrisiko.

Besonders das Qualitätsproblem wird zurzeit noch stark unterschätzt. Für einen sicheren Anlagenbetrieb ist es erforderlich, dass bestimmte Qualitätskriterien – besonders für Chlor und maximaler Heizwert – eingehalten werden. Dies gilt bereits für die Einzelcharge und nicht nur für das 80 Perzentil einer kontinuierlichen Probennahme über 500 oder 1.000 t. In Verträgen zur EBS-Lieferung für Monoverbrennungsanlagen sollten Qualitätskriterien pro Charge festgelegt werden. In Mitverbrennungsanlagen hat sich der Median und 80 Perzentil-Wert durchgesetzt, der für Monoverbrennungsanlagen nicht für alle Grenzwerte geeignet ist. Für den Brennstofflieferanten bedeutet dies, dass er ein Qualitätssicherungssystem aufbauen muss, welches es erlaubt, die maximalen Vorgaben der Vertragswerte pro Einzelcharge gesichert einzuhalten.

4 Anpassungen und Preisgleitungen Ersatzbrennstoffpreis

Man unterscheidet zwischen Preisanpassungen aufgrund geänderter EBS-Eigenschaften und Preisgleitungen aufgrund der Änderung vereinbarter Kostenindizes.

PREISANPASSUNGEN AUFGRUND GEÄNDERTER EBS-EIGENSCHAFTEN

Massen-Durchsatzleistung und die Behandlungskosten pro Tonne werden durch die Abfallzusammensetzung wesentlich beeinflusst. Preisanpassungen aufgrund von geändertem Heizwert, Aschegehalt und Chlorgehalt sind üblich. Der Asche- und Chlorgehalt pro Tonne wird auch über den Heizwert beeinflusst, da sich die Durchsatzmengen ändern. Beträgt die Durchsatzleistung bei 10 MJ/kg noch 150.000 t/a, können bei 15 MJ/kg nur noch 100.000 t/a verarbeitet werden. Maßgeblich für die Kosten oder Einsparungen durch Chlor oder Asche sind die absoluten Frachten. Erhöht sich der Heizwert, die Asche- und Chlorgehalte pro Tonne bleiben gleich, entstehen insgesamt durch die geringere Durchsatzleistung weniger Kosten für Ascheentsorgung, Korrosion und Betriebskosten Rauchgasreinigung.

In Abbildung 1 ist ein Beispiel beigefügt aus dem ersichtlich wird, daß Mehr- und Minderkosten, verursacht durch Chlor, nicht nur bei geänderten Chlorgehalten pro Tonne sondern sich auch bei Änderungen im Heizwert auswirken. Die Preisanpassung für den Aschegehalt erfolgt ähnlich entsprechend den regionalen Ascheentsorgungskosten.

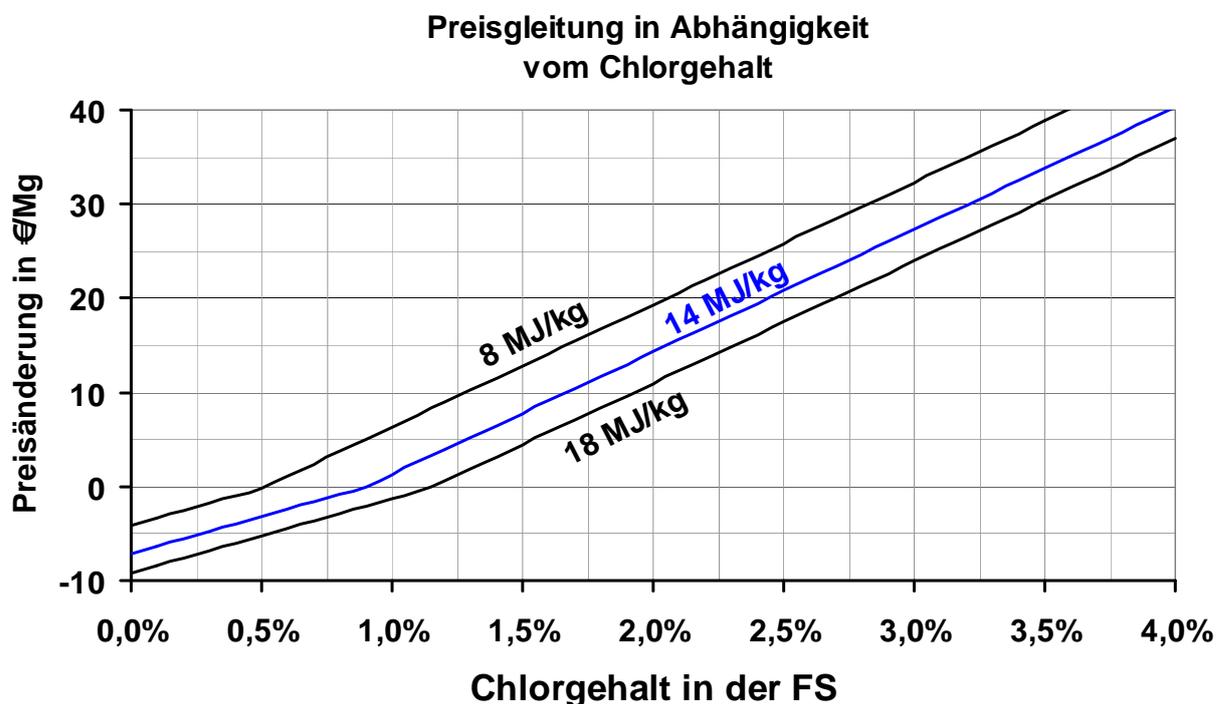


Abbildung 1: Preisgleitung in Abhängigkeit vom Chlorgehalt

EBS-Kraftwerke mit Rostfeuerung werden heute ausschließlich mit einer quasitrockenen Rauchgasreinigung betrieben. Die Grenzen der Rauchgasreinigung geben den maximalen Chlorgehalt

vor. Die durchschnittlichen und maximalen Gehalte an Chlor haben unmittelbaren Einfluss auf den Verbrauch an Rauchgasreinigungschemikalien.

Chlor ist in Abfallverbrennungsanlagen maßgeblich für die Hochtemperaturkorrosion im Kessel verantwortlich. Zur Korrosionsminimierung wird von moderaten Dampfparametern (40 bar, 400°C), geringen Rauchgasgeschwindigkeiten sowie von Sekundärmaßnahmen wie Cladding und entsprechendem Ausmauerungskonzept ausgegangen. Dennoch sind Korrosionsschädigungen in Abhängigkeit vom Chlorgehalt nicht zu vermeiden. Die Konsequenzen sind neben den erhöhten Wartungskosten auch die dadurch entstehenden Stillstandszeiten, die zu einer geringeren Anlagenverfügbarkeit führen.

Die seit ca. 1960 produzierten und in den Verbrauch gelangten PVC-Produkte tauchen je nach Lebensdauer der Produkte um 2 – 35 Jahre verzögert wieder im Abfall auf. Die folgende Grafik zeigt eine Abschätzung des PVC-Anfalls zur Verwertung bzw. Beseitigung, der sich nach Rückrechnung der aus dem PVC-Absatz ergibt. Durch die Verdrängung von PVC-haltigen kurzlebigen Verpackungen, konnte der PVC-Anteil im Hausmüll wieder reduziert werden, während nach 2005 verstärkt PVC-haltige Abfälle wieder in den Verbrennungsanlagen gefunden wurden.

Nach Kalkulation der Kosten, die durch Rauchgasreinigungschemikalien, erhöhte Reststoffkosten durch Rückstände aus der Rauchgasreinigung, reduzierte Verfügbarkeit und erhöhte Wartungskosten entstehen, ergeben sich PVC-Verwertungskosten von 400 – 700 €/t PVC. Es ist absehbar nicht zu erwarten, dass der PVC-Gehalt gerade in Gewerbeabfällen sinken wird. Wie die folgende Abbildung veranschaulicht, ist selbst bei der Selbstverpflichtung der PVC-Industrie „Vinyl 2010“ mit der Schaffung von Verwertungskapazitäten für PVC in den nächsten 10 – 15 Jahren nicht mit einer wesentlichen PVC-Entfrachtung in MVA und EBS-Kraftwerken zu rechnen.

PVC-Verbrauch und Abfallaufkommen in Deutschland

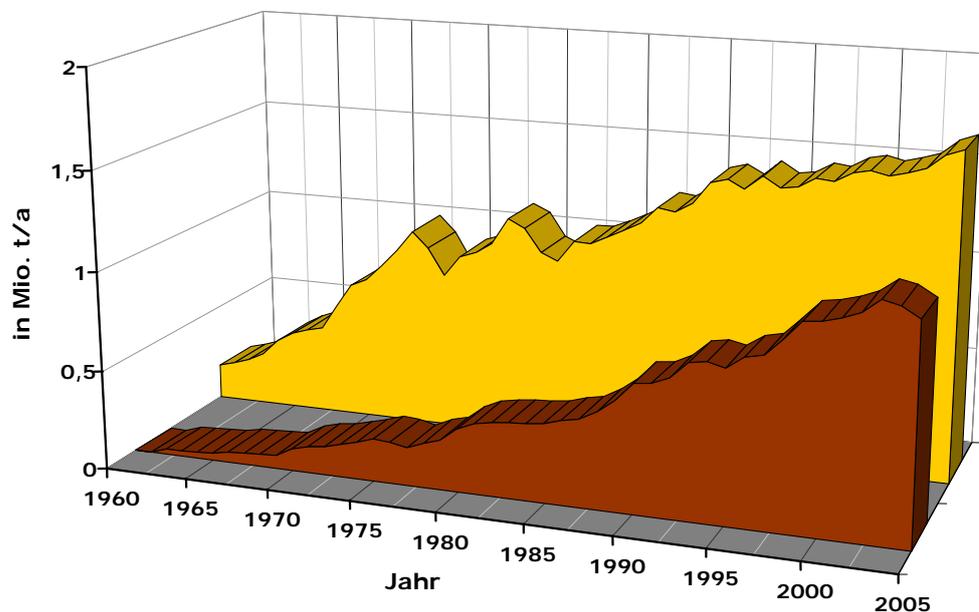


Abbildung 2: PVC-Verbrauch und Abfallaufkommen in Deutschland

(Verändert nach Arbeitsgemeinschaft PVC und Umwelt e.V.)

Der EBS-Verwerter kann daher nur mit einer empfindlichen Preispolitik durch Weitergabe der realen Kosten aufgrund des Chloreintrags sowie mit einem Qualitätssicherungssystem den EBS-Lieferanten zu einer gezielten PVC-Entfrachtung schon am Abfallentstehungsort bei den Gewerbetreibenden durch separate Einsammlung von stark PVC-haltigen Abfällen, beeinflussen.

Selbst wenn 50% des PVC-haltigen Abfalls, mit 20% - 30% PVC-Anteilen einer separaten Verwertung zugeführt würden, verbleiben immer noch im Mittel >2% Chlor in den heizwertreichen Abfällen zu energetischen Verwertung.

Kann der weitere Anstieg des Chlorgehaltes im Abfall nicht durch organisatorische oder technische Maßnahmen aufgehalten werden, ist neben den exponentiell steigenden Kosten durch Hochtemperatur-Chlorkorrosion in MVA und EBS-Kraftwerken auch mit einer Nachrüstung eines Wäschers in der Rauchgasreinigung von zur Zeit quasitrocken ausgeführten Rauchgasreinigungsanlagen zu rechnen.

Neben einer klaren Preispolitik bei steigenden Chlorgehalten im EBS ist genügend Platz für eine spätere Erweiterung der Rauchgasreinigung vorzusehen. Moderate Dampfparameter von nicht über 400°C sind vor diesem Szenario zur Reduzierung der erwarteten Korrosionsprobleme empfehlenswert.

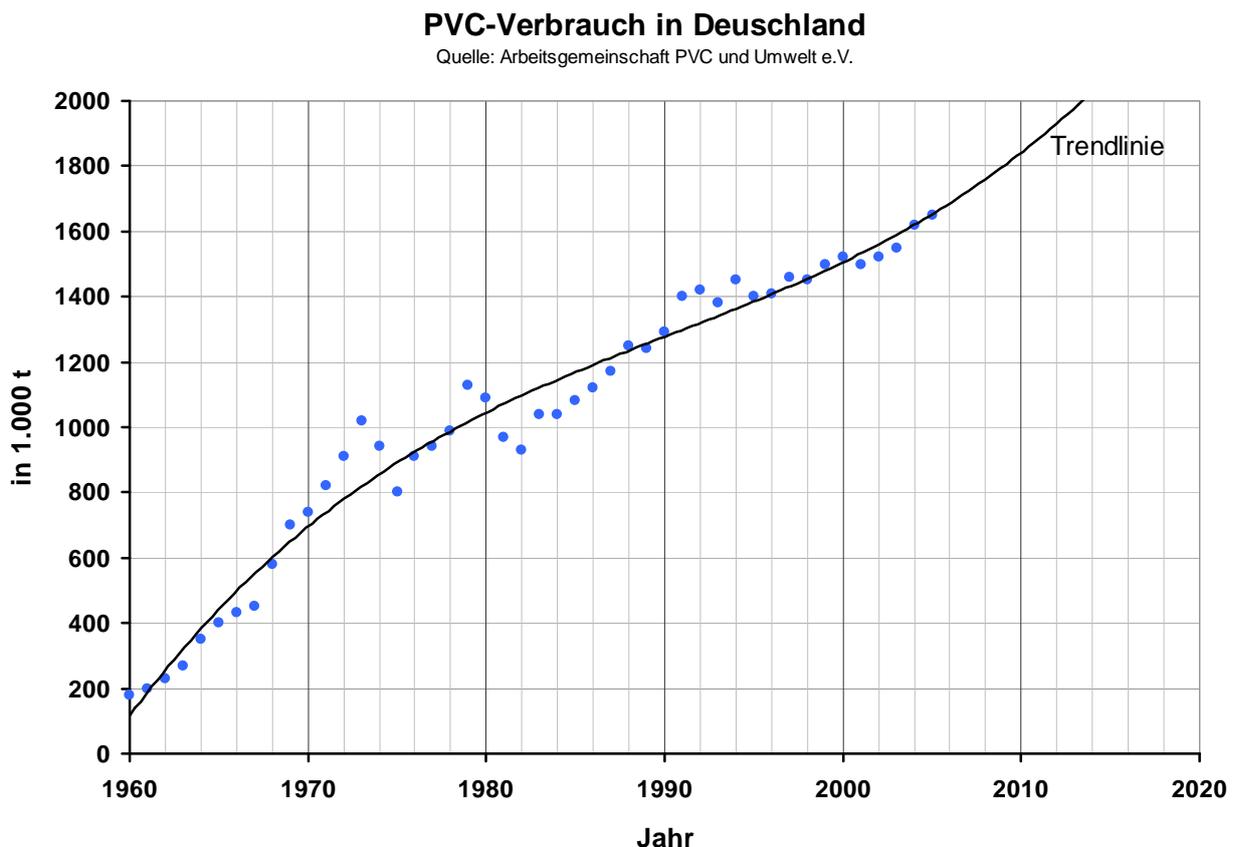


Abbildung 3: PVC-Verbrauch in Deutschland

ASCHEGEHALT

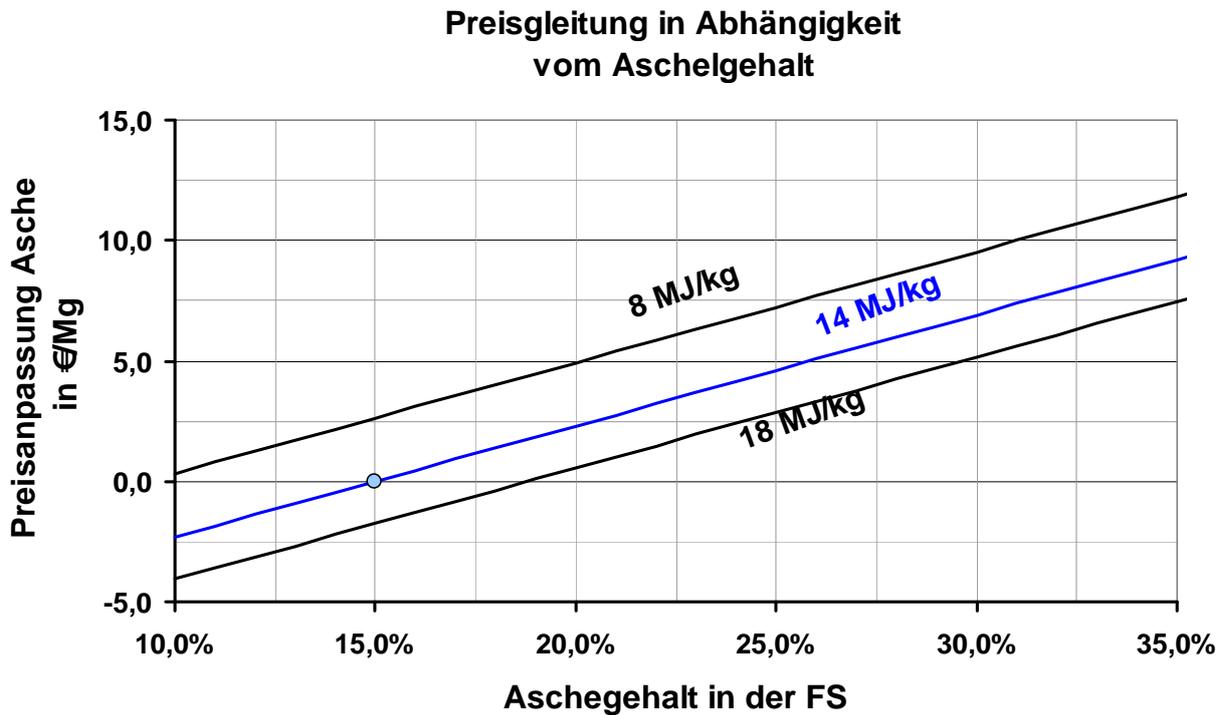


Abbildung 4: Preisgleitung in Abhängigkeit vom Aschegehalt und Heizwertänderung

HEIZWERT

Der Heizwert der Brennstoffe bestimmt bei konstant in den Feuerraum einzubringender Energie die Masse an EBS und damit direkt die Erlöse für die Ersatzbrennstoffe.

Der Energieeintrag in eine Verbrennungsanlage wird durch die Feuerungswärmeleistung begrenzt. Haben die Brennstoffe einen höheren Heizwert, werden geringere Brennstoffmengen zur selben Wärmefreisetzung benötigt. Bei Brennstoffen mit einem negativen Marktpreis – wie Abfall und EBS – werden durch deren Annahme nennenswerte Erlöse erzielt. Höhere Heizwerte sind hier kontraproduktiv, da sie ohne Preisanpassungen zu einer Reduzierung der Annahmeerlöse führen.

Um die Mindererlöse bei einer heizwertbedingten Reduzierung des Durchsatzes auszugleichen, müssen bei Veränderungen des Heizwertes Preisanpassungen vorgenommen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt die notwendigen Preisanpassungen für ein EBS-Kraftwerk mit einem Auslegungsheizwert von 14 MJ/kg. Die benötigten Mehr- oder Mindererlöse sind relativ zu einem fiktiven Basisentsorgungspreis aufgeführt. Diese Preisanpassung berücksichtigt bereits die relativen Veränderungen der Chlor- und Aschemengen bei gleichem Chlor- und Aschegehalt im Ersatzbrennstoff.

Einfluss Heizwert EBS auf Durchsatz und EBS-Preis

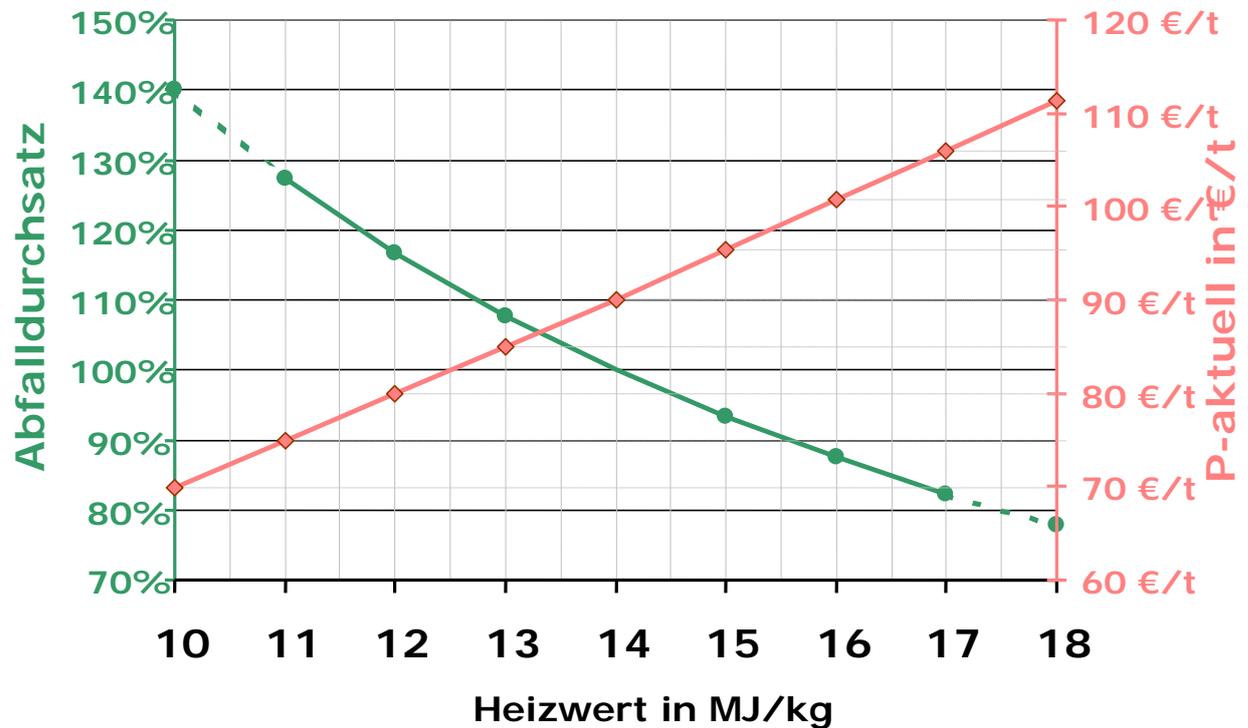


Abbildung 5: Einfluss Heizwert EBS auf Durchsatz und Preis

PREISGLEITUNG EBS-PREIS

Eine Preisgleitklausel muss berücksichtigen, dass Energieerlöse genauso steigen wie Betriebs-, Personal- und Entsorgungskosten. Dies bedeutet, es muss Elemente geben, die diese Kostensteigerung realistisch in der Preisgleitklausel abbilden. Daneben ist zu berücksichtigen, dass ein fixer Kapitaldienst für die Anlageninvestition zu tätigen ist, der keiner Preisgleitung unterliegt. Steigende Erlöse aus der verkauften Energie (Strom und / oder Wärme) sollten angemessen berücksichtigt werden.

Die Preisgleitklausel könnte allgemein wie folgt aussehen:

$$\text{Preis}_{\text{neu}} = \text{Preis}_{\text{alt}} \times (\text{Fixanteil} + \text{Anteil Steigerung Kosten} - \text{Anteil Steigerung Erlöse})$$

Der Kostensteigerungsanteil an der Steigerung sollte am allgemeinen Lebenshaltungskostenindex VPI oder an ähnliche Preisindizes angelehnt werden. Die Steigerung der Erlöse

sollte an den an der Leipziger Börse gehandelten Index für Grundlaststrom (EEX) gekoppelt werden.

Preisgleitklauseln in der Vergangenheit bestanden jedoch – auf Grund der untergeordneten Energieerlöse – nur aus den Elementen Fixanteil (ohne Preisgleitung) und Kostensteigerungsanteil (entsprechend VPI oder anderen Indices).

In EBS-Lieferverträgen werden sowohl Preisgleitformeln mit statischem Preis, einem Preis der zu 100% nach Verbrauchspreisindizes gleitet und die oben dargestellte Preisgleitung mit einem preisdämpfenden Index über den Strompreis verwendet.

Nimmt man alle Preisänderungen, Preisanpassung und Preisgleitung zusammen, kann eine Preisdifferenz im Basispreis, ohne die weiteren Details wie Basisheizwert, Basischorgehalt, Basisaschegehalt, Preisanpassungen und Preisgleitung genauer zu betrachten, von bis zu 40% dem gleichen Vertragswert als Nettobarwert über die Vertragslaufzeit entsprechen.

5 Qualitätssicherung EBS

MOTIVATION ZUR QUALITÄTSSICHERUNG

Die Motivation zur Qualitätssicherung für einen EBS-Kraftwerksbetreiber ist:

- Schutz der Anlage vor zu hohen Heizwerten, Schadstoffen und Störstoffen
- Erfüllung der Überwachungspflichten gegenüber den Behörden
- Ermittlung der Abrechnungsrelevanten Parameter

Schutz der Anlage vor zu hohen Heizwerten, Schadstoffen und Störstoffen

Wesentlich für den Schutz der Anlage ist die sichere Unterschreitung des maximal zulässigen Heizwertes von anlagenbedingt allgemein 18 MJ/kg zur Vermeidung von Überhitzungen und damit Verschleiß des Rostes und des Feuerraumes, eine Vermischung des EBS im Bunker bereits vorausgesetzt.

Erfüllung der Überwachungspflichten gegenüber den Behörden

Zur Einhaltung der Tages und Halbstundenmittelwerte entsprechend 17. BImSchV gibt die Auslegung der Rauchgasreinigung bereits gewisse Grenzen der Inputstoffe bzw. sich daraus ergebende Rohgaskonzentrationen vor.

Tabelle 3: Maximaler Chlorgehalt in Abhängigkeit vom Heizwert

Quasitrockenverfahren	Heizwert EBS	Heizwert EBS
	10 MJ/kg	14 MJ/kg
Tagesmittelwerte Rohgas	5.000 mg/Nm ³	5.000 mg/Nm ³
Halbstundenmittelwerte Rogas	10.000 mg/Nm ³	10.000 mg/Nm ³
Max. Cl-Gehalt OS	2,3%	3,1%

Bei den heute für EBS-Kraftwerke üblichen quasitrockenen Rauchgasreinigungsverfahren sollte in der Einzelcharge (ca. 20 t) ein Chlorwert von 0,2% Chlorgehalt pro MJ/kg Heizwert nicht überschritten werden.

Ermittlung der Abrechnungsrelevanten Parameter

Als abrechnungsrelevant werden die Parameter Chlor (Chemikalienverbrauch, Reststoffentsorgung, Standzeit, Korrosion), Heizwert (Durchsatz) und Aschegehalt (Entsorgungskosten) untersucht.

HEUTIGE SYSTEME DER QUALITÄTSSICHERUNG

Hausmüll und Geschäftsmüll entstehen im Haushalt oder haushaltsähnlichen Kleingewerbe, es liegt immer ein sehr ähnliches Erzeugerverhalten vor. Der produzierte Abfall hat ähnliche Abfallzusammensetzungen. Gewerbeabfall dagegen entsteht aus sehr unterschiedlichem Erzeugerverhalten, wie z. B. Abfälle einer Teppichfirma und einer Schlachtereier. Die Abfallzusammensetzung ist sehr unterschiedlich.

Müllverbrennungsanlagen verbrennen sozusagen Ersatzbrennstoffe mit, eine Monoverbrennung von Ersatzbrennstoffen in MVA wird nicht durchgeführt. Der Hausmüll mit den niedrigen Heizwerten und relativ geringen Chlorgehalten, in Berlin < 0,4% (über eine einjährige Messkampagne ermittelt; Quelle Nogueira, Niestroj, Büll, Müll und Abfall 2005) reduziert somit die Heizwerte und Schadstofffracht der in der MVA mitverbrannten Ersatzbrennstoffe.

Für die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen in Kohlekraftwerken und in der Zementindustrie werden sehr hohe Anforderungen an die Ersatzbrennstoffqualität gestellt. Neben den hohen Anforderungen werden zusätzlich nur geringe Anteile an Ersatzbrennstoffen in Kohlekraftwerken von nur 1% bis maximal 5% mitverbrannt.

Starke Abweichungen von Einzelchargen im Heizwert verursachen kaum technische Probleme. Schadstoffspitzen werden durch die Vermischung der abfallbürtigen mit den regelbrennstoffbürtigen Rauchgasen reduziert. In Zementwerken werden zwar bis zu 70% Abfälle mitverbrannt, davon werden aber aus technischen Gründen mindestens die Hälfte hochka-

lorische und homogene Abfälle wie Altöl, Altreifen, Tiermehl etc. eingesetzt. Zusätzlich werden Schadstoffspitzen durch den Zement geglättet. Gerade Chlor wird aufgrund des hohen Freikalkgehaltes teilweise eingebunden und über den Chlor-Alkalibypass ausgetragen.

Tabelle 4: Maximale Schadstoffgehalte nach Bundesgütegemeinschaft gegenübergestellt den Empfehlungen für EBS-Kraftwerke:

		EBS-Kraftwerk		BGS Gütezeichen RAL-		BGS Gütezeichen RAL-	
		zul. max. Mittelwert der angelieferten Einzelcharge		aus Siedlungsabfällen		aus produktionsspez. Abfällen	
		projektabhängig von - bis		Median	80-Perzentil	Median	80-Perzentil
Heizwert	kJ/kg	16.000	18.000				
Chlor + Fluor	M-% FS	1,0%	2,0%	< 1		< 1	
Fluor	M-% FS	0,02-	0,03%	-		-	
Schwefel	M-% FS	0,4	0,5%	-		-	
Aschegehalt	M-% FS	25%	30%	-		-	
Quecksilber	mg/kg TS	1,5	2	0,6	1,2	0,6	1,2
Cadmium	mg/kg TS	10	20	4	9	4	9
Thallium	mg/kg TS	5	20	1	2	1	2
Antimon	mg/kg TS	200	500	25	60	25	60
Arsen	mg/kg TS	10	20	5	13	5	13
Nickel	mg/kg TS	100	200	25	50	80	160
Blei	mg/kg TS	300	400	70	200	190	-
Chrom	mg/kg TS	200	400	40	120	125	200
Mangan	mg/kg TS	200	400	50	100	250	500
Kupfer	mg/kg TS	500	1000	120	-	350	-
Zinn	mg/kg TS	120	150	30	70	30	70
Vanadium	mg/kg TS	20	80	10	25	10	25
Kobalt	mg/kg TS	15	30	6	12	6	12

Bezogen auf die Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen wurde von der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe e. V. ein mittlerweile verbreitetes Qualitätssicherungssystem entwickelt. Die Qualitätsanforderungen der Bundesgütegemeinschaft sind in Tabelle 4 im Vergleich zu Empfehlungen für EBS-Kraftwerke dargestellt.

Der 80-Perzentil-Wert stellt einen statistischen Wert dar, bezogen auf den 80% aller Messwerte kleiner/gleich diesem Wert sind. Ein spezielles Perzentil ist z. B. der Median (50%-Perzentil).

Sortiert man die Messwerte der Größe nach, so ist der Median bei einer ungeraden Anzahl von Beobachtungen der in der Mitte dieser Folge liegende Beobachtungswert. Durch seine Resistenz gegen Ausreißer eignet sich der Median besonders gut als Lageparameter für nicht normalverteilte Grundgesamtheiten.

Beispiel:

Bei 10 Messungen ergeben 9 Analysen 1% Chlor und eine Analyse 10% Chlor. Der durchschnittliche Chlorwert beträgt 1,9%, der Median jedoch nur 1%.

Ein EBS-Lieferant, der nach den Kriterien der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe zertifiziert ist, kann nicht ausschließen, dass eine Einzellieferung, auch bei einem Durchschnittschlorgehalt von 1,2% und einem Median von 1,9% bei einer Anlieferung einer 25 t Charge, in dieser Charge einen Wert von 5% Chlor nicht überschreitet. Dies ist bei einer Mitverbrennung im Zementwerk oder Kraftwerk nicht so entscheidend wie bei einer

Monoverbrennungsanlage. Bei einer angenommenen Durchsatzleistung von 15 t/h in einer Monoverbrennungsanlage und einer angenommenen Verbrennung von teilvermischten 7,5 t/h EBS, die einen zu hohen Chlorwert aufweisen, kann der Halbstundenmittelwert im Reingas überschritten werden. Die Auslegungswerte der Rauchgasreinigung sind über die Festlegung eines 80-Perzentil-Wertes nicht hinreichend bestimmt.

Eine Diskrepanz zwischen Anlagenliefervertrag und EBS-Liefervertrag ist vorbestimmt, falls nicht die EBS-Eigenschaften der Einzelanlieferung definiert sind. Zurzeit existieren noch keine geeigneten Qualitätsmanagement-Systeme, die die tatsächliche Qualität von Ersatzbrennstoffen bzw. heizwertreichen Gewerbeabfällen in Bezug auf Monoverbrennungsanlagen ermitteln können.

Die bisher eingesetzten Probenahmesysteme entsprechend Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe erfolgen direkt in den Sortier- und Aufbereitungsanlagen proportional vom Bandabwurf. Damit können lediglich die durchschnittlichen Gehalte ermittelt werden, nicht jedoch Spitzen in einzelnen Anlieferungen, obwohl in Monoverbrennungsanlagen bereits einzelne Fehlchargen von Lkw-Ladungen gravierende Auswirkungen auf die gesamte Anlage haben können. In den Verbrennungsanlagen selbst sind noch keine anerkannten Qualitätssicherungssysteme eingeführt.

PROBENAHE-SYSTEM FÜR DIE QUALITÄTSSICHERUNG IN EVA / MVA

Die relevanten Parameter werden durch eine mindestens zweiwöchentliche Beprobung einer kompletten Liefercharge bestimmt. Für die Probenahme wird eine Probenahmeeinrichtung und ein Probenahmeprozedere mit dem EBS-Lieferant abgestimmt.

Der für die Abrechnung relevanten Parameter ergeben sich aus dem arithmetischen Jahresmittelwert der mindestens 24 Einzelmessungen.

Technische Ausführung des Probenahmesystems

Aus einer Anlieferung (maximal 25 t) wird eine repräsentative Probe gezogen, indem die gesamte Anlieferung über den vorhandenen Zerkleinerer der Verbrennungsanlage geführt wird und indem die angelieferte Charge auf ca. < 200 mm zerkleinert wird.

Über ein Reversierband wird die zu untersuchende Charge über einen Fallschacht geführt. Dieser ist z. B. mit einer Klappe ausgestattet, die periodisch und kontinuierlich (z. B. 1,5 sec. pro Minute) eine Teilcharge einem Probenahmazerkleinerer zuführt, der einen Durchsatz von ca. 0,5 t/h aufweist. In dem Probenahmazerkleinerer wird der Ersatzbrennstoff auf 30 mm – 40 mm zerkleinert. Die auf 30 mm - 40 mm zerkleinerten Ersatzbrennstoffe werden dann in einer Mischtrommel homogenisiert.

Aus der homogenisierten Charge wird eine repräsentative Probe von 20 kg gezogen, die in einem Zementmischer 1 h gemischt wird. Darauf wird eine Teilcharge von 1 kg - 2 kg abgetrennt, aus der zunächst der Wassergehalt der Originalprobe nach DIN 38414 bestimmt wird. Darauf werden jeweils eine Probe und eine Rückstellprobe in einer Größenordnung von 2 kg gezogen. Die eigentliche Probe wird auf 6 mm zerkleinert. Durch die umfangreiche Homogenisierung in den Mixern und durch die zufällige Probennahme kann davon ausgegangen werden, dass diese Probe repräsentativ ist. Mindestens eine Probe wird als Rückstellprobe verwendet.

Die auf 6 mm zerkleinerte Probe wird wieder so lange geteilt, bis ca. 2 x 200 g gewonnen werden, die analysefein auf 1 mm aufgemahlen werden. Von der analysefeinen Probe werden dann durch Teilen repräsentative Teilproben gezogen, die analysiert werden.

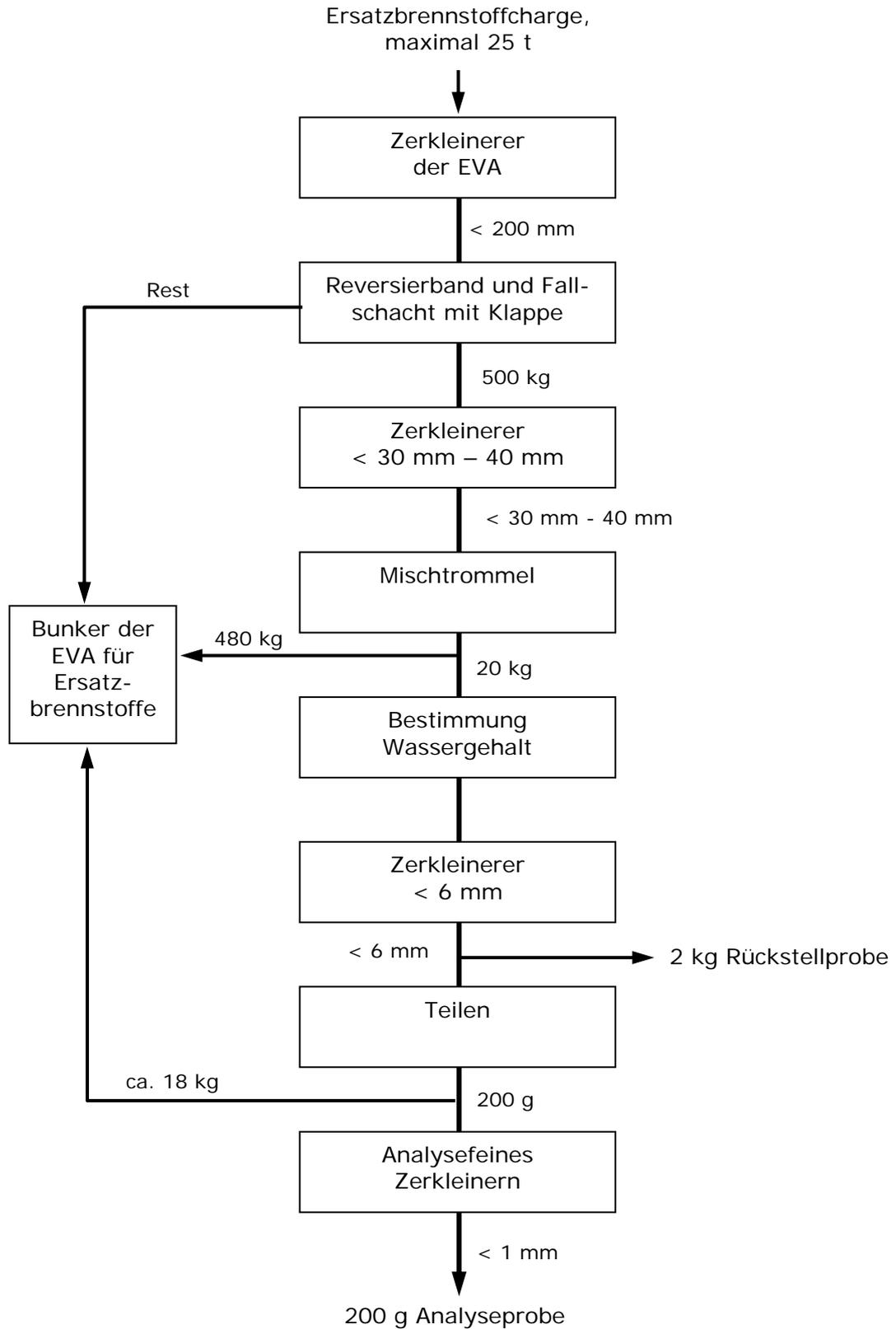


Abbildung 6: Probenahmesystem

Bunker

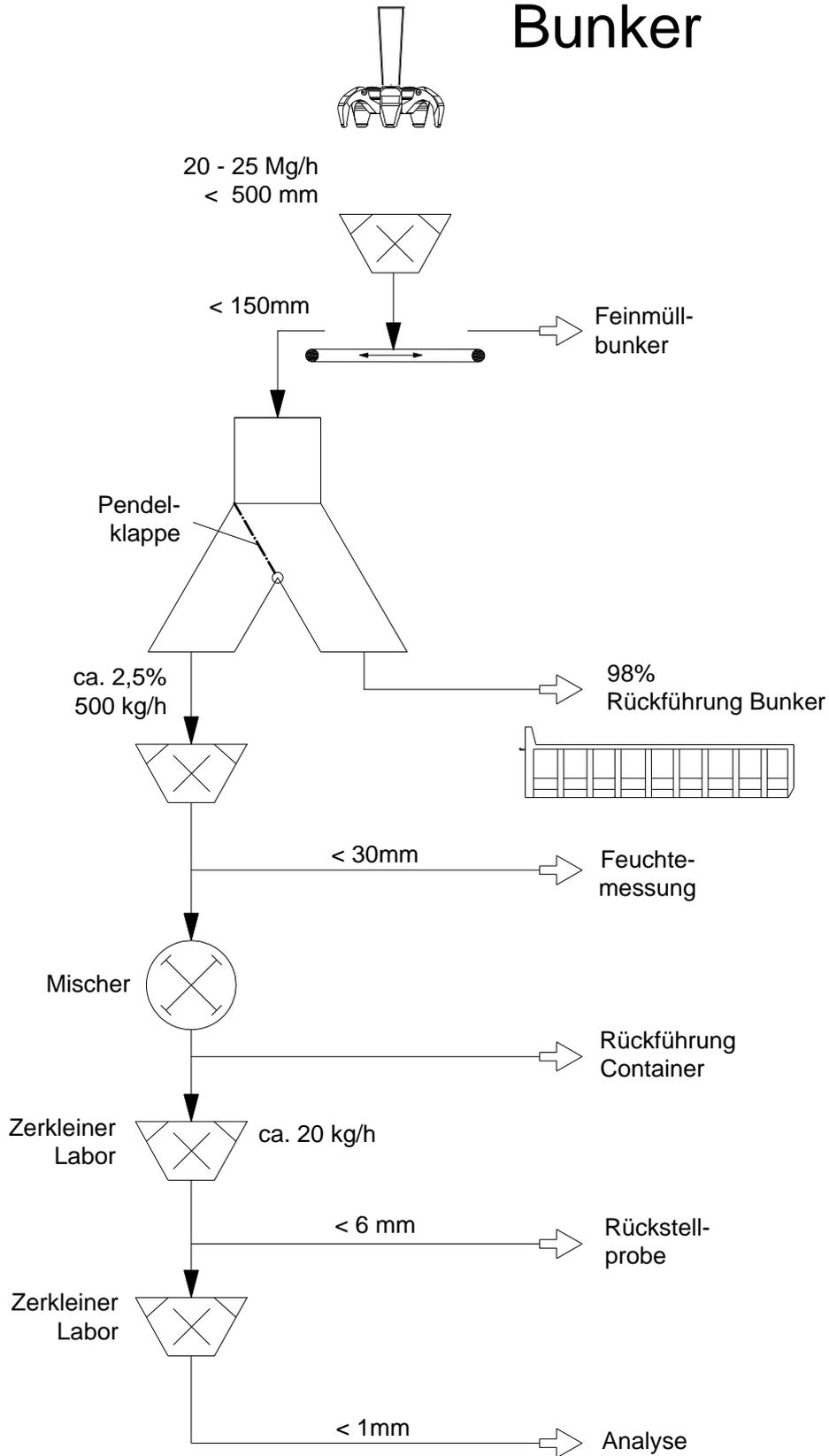


Abbildung 7: Fließbild Probenahmesystem

6 Ausblick

Der Begriff Ersatzbrennstoff impliziert lediglich, dass derjenige, der einen Ersatzbrennstoff verbrennt, dies mit dem Ziel der energetischen Verwertung durchführt. Qualitätsanforderungen oder Herkunft der Ersatzbrennstoffe sind nicht definiert, auch wenn dies von Genehmigungsbehörden teilweise angenommen wird. Auch ist die Anwendung der Qualitätskriterien für Sekundärbrennstoffe entsprechend der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe e.V. nicht per se auf den Begriff Ersatzbrennstoff anwendbar.

Ersatzbrennstoff ist aber keineswegs ein besserer Abfall als Restabfall, nur weil er einen schöneren Namen hat. Aufgrund der unterschiedlichen Herkunft von Ersatzbrennstoff und der geringen Langzeiterfahrung mit Monoverbrennungsanlagen für Ersatzbrennstoff und der schwierigen Abschätzung der zukünftigen Zusammensetzung von Ersatzbrennstoff ist die Einführung eines Qualitätssicherungssystems zusätzlich an den Verwertungsanlagen als Eingangskontrolle erforderlich.