



Fachtagung am 01. April 2004

Mitverbrennung von Abfällen in genehmigungsbedürftigen Anlagen – Anforderungen der Novelle der 17. BImSchV

Augsburg, 2004 – ISBN 3-936385-61-0

Herausgeber: Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Bürgermeister-Ulrich-Straße 160, 86179 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 - 0

Fax: (0821) 90 71 - 55 56

eMail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.bayern.de/lfu>

Zitiervorschlag:

Bayer. Landesamt für Umweltschutz (Veranst.):

Mitverbrennung von Abfällen in genehmigungsbedürftigen Anlagen – Anforderungen der Novelle der 17. BImSchV (Augsburg 01.04.2004), Augsburg, 2004

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz (LfU) gehört zum Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (StMUGV).

© Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg, 2004

Gedruckt auf Recyclingpapier

Inhaltsverzeichnis

Begrüßung	2
Christoph Himmighoffen, Präsident	
Umsetzung der EU-Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen in nationales Recht	4
Dipl.-Ing. Michael Theben, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	
Anwendung der 17. BImSchV bei der Mitverbrennung von Abfällen	14
Gerald Ebertsch, LfU	
Kurzbeiträge zu aktuellen Fragestellungen der 17. BImSchV bei der Mitverbrennung von Abfällen	
Einsatz von Heizöl EL-ähnlichen Ersatzbrennstoffen,	23
Einsatz von Tierfetten	
Dr. Michael Rössert, LfU	
Brennstoffqualität	25
Gerald Ebertsch, LfU	
Schwermetalle in Beschichtungen von Holzwerkstoffen - Auswirkungen auf den Einsatz in Feuerungsanlagen	27
Schwermetalle in Beschichtungen von Holzwerkstoffen - Auswirkungen auf den Einsatz in Feuerungsanlagen	
Gerhard Schmoeckel, LfU	
Umsetzung der 17. BImSchV am Beispiel eines Altholzkraftwerkes	29
Dipl.-Ing. Konrad Mair, Dipl.-Ing. Angelika Schluckebier, Regierung von Oberbayern	
Betrieb eines Zementwerkes nach den Anforderungen der 17. BImSchV beim Einsatz von 100 % Abfällen	38
Prof. Jochen Blumbach, Dipl.-Ing. Rainer Zwick (Vortragender)	
Kontinuierliche Emissionsüberwachung in einem Zementwerk bei der Mitverbrennung von Abfällen	51
Dr. Franz Koubowetz, Südbayerisches Portland-Zementwerk, Gebr. Wiesböck & Co. GmbH	
Qualitätssicherung und zukünftige Entwicklungen bei der Erzeugung von festen Sekundärbrennstoffen, Sekundärbrennstoffnormungsaktivitäten	61
Dr.-Ing. Thomas Glorius, RWE Umwelt AG	
Qualitätssicherung und zukünftige Entwicklungen bei der Erzeugung von flüssigen Sekundärbrennstoffen	81
Dipl.-Chem. Alfred Mroska, Baufeld-Chemie GmbH	
Tagungsleitung / Referenten	96

Begrüßung

Christoph Himmighoffen, Präsident

Sehr geehrte Damen und Herren
aus Industrie und Wirtschaft,
sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen von den Behörden,

ich begrüße Sie alle recht herzlich zu unserer Fachtagung **„Mitverbrennung von Abfällen in genehmigungsbedürftigen Anlagen – Anforderungen der Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen (17. BImSchV)“**.

Das Thema „Mitverbrennung von Abfällen“, früher sagten wir hierzu „Energetische Verwertung von Abfällen“, hat seit der Umsetzung des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes ständig an Bedeutung gewonnen. Zusätzlich haben die in den letzten Jahren deutlich angestiegenen Preise für Brennstoffe die Suche nach „billigen“ Sonderbrennstoffen verstärkt. Insofern hat unsere Veranstaltung, die wir in ähnlicher Form schon im Dezember 2000 abgehalten hatten, noch weiter an Aktualität gewonnen.

Diese Entwicklung hat nicht nur Auswirkungen auf die Stoffströme im Bereich der Abfallwirtschaft, sondern auch Auswirkungen auf die Luftreinhaltung.

Immer mehr Abfälle gehen von Abfallverbrennungsanlagen zu Mitverbrennungsanlagen sowie energieintensiven Produktionsanlagen, Andien- oder Überlassungspflichten werden aufgehoben. Denken wir nur an die Entwicklung bei Zementwerken. Waren es zunächst nur Altreifen, die eingesetzt wurden, kamen Altöl und anschließend Altholz und Produktionsabfälle hinzu. Inzwischen sind die gesamte Lösemittelpalette und aufbereitete feste Gewerbeabfälle der unterschiedlichsten Art im Einsatz. Ziel ist es inzwischen 100 % des Energiebedarfs durch Abfälle abzudecken. Bei den „traditionellen“ Abfallentsorgern kam es zum Teil zu heftigen Reaktionen. Sogar auf höchster politischer Ebene machte das Wort „Ökodumping“ die Runde. Behauptungen, die auf falschen Vergleichen beruhten, machten die Runde und hielten sich hartnäckig. Ich glaube aber, dass sich diese Aufregung inzwischen gelegt hat. Dies vielleicht auch vor dem Hintergrund, dass mit den ab 01.07.2005 geltenden Anforderungen an Deponien den Abfallverbrennungsanlagen der Abfall wohl kaum ausgehen dürfte. Allerdings ist davon auszugehen, dass die Qualität der Abfälle, die über Abfallbeseitigungsanlagen entsorgt werden, immer schlechter wird, da alles halbwegs gut verbrennbare und beherrschbare Material Mitverbrennungsanlagen zugeführt werden dürfte.

Zu den Belangen der Luftreinhaltung sind insbesondere die Anforderungen an die Begrenzung der Emissionen zu betrachten. Von besonderer Bedeutung ist hierbei, dass bei der Mitverbrennung von Abfällen außerhalb von thermischen Abfallbehandlungsanlagen die gleichen Anforderungen zu stellen sind, die für die Abfallbehandlungsanlagen gelten. In diesem Zusammenhang sind die Vorgaben zur Abfallverbrennung und Mitverbrennung auf EU-Ebene zu erwähnen. Diese mündeten in einer Richtlinie zur Verbrennung von Abfällen, die inzwischen auch in der 17. BImSchV umgesetzt wurde. Auf deren aktuelle Fassung soll heute vor allem eingegangen werden.

Ich freue mich, dass es uns wieder gelungen ist, mit Fachleuten aus der Industrie den Praxisbezug unserer Veranstaltung in den Vordergrund zu stellen. Hierzu darf ich Herrn Prof. Dr. Jochen Blumbach, Geschäftsführer der Fa. Märker Zement GmbH und Herrn Dipl.-Ing. Zwick von der gleichen Firma, Herrn Dr. Franz Koubowetz von der Südbayer. Portland-Zementwerk Gebr. Wiesböck & Co. GmbH, Herrn Dr.-Ing. Thomas Glorius, RWE Umwelt AG und Herrn Dipl.-Chem. Alfred Mroska von der Fa. Baufeld-Chemie GmbH, recht herzlich begrüßen.

Natürlich darf auch der Behördenpart nicht zu kurz kommen. Hier konnten wir erreichen, dass Herr Dipl.-Ing. Michael Theben vom Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen bei uns vorträgt. Herr Theben war maßgeblich an der Novellierung der 17. BImSchV beteiligt. Wie Sie sehen, funktioniert auf der fachlichen Ebene die Zusammenarbeit auch mit einem „grünen“ Umweltministerium bestens. Über die Umsetzung der 17. BImSchV in der Praxis wird Herr Dipl.-Ing. Mair von der Regierung von Oberbayern berichten. Herr Mair war vor seiner Berufung als Sachgebietsleiter an die Regierung von Oberbayern über 20 Jahre im LfU tätig und hat sich weit über unsere Landesgrenzen hinaus einen ausgezeichneten Ruf als Fachmann bei der Aufstellung zahlreicher VDI-Richtlinien erworben. Den fachlichen Hintergrund aus gutachtlicher Sicht werden die Mitarbeiter meines Hauses, Herr Dipl.-Ing. Ebertsch und Herr Dipl.-Ing. FH Schmoeckel sowie Herr Dr. Rössert, vertreten.

Wir bedanken uns sehr bei allen Referenten für ihre Bereitschaft, die heutige Fachveranstaltung mitzugestalten. Der Zeitrahmen für die einzelnen Vorträge ist insgesamt großzügig bemessen. Hierzu bitten wir die Vortragenden, die Ihnen zur Verfügung stehende Zeit nicht auszuschöpfen, sondern auch Zeit für Diskussionen mit einzuplanen.

Das Thema unserer heutigen Veranstaltung lässt lebhaft und vielleicht auch kontroverse Diskussionen erwarten. Ich wünsche Ihnen daher einen interessanten Verlauf der Veranstaltung.

Umsetzung der EU-Richtlinie 2000/76/EG über die Verbrennung von Abfällen in nationales Recht

Dipl.-Ing. Michael Theben, Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen

EG-Abfallverbrennungs-RL

- Versuch der **Gleichbehandlung** von Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen
- Erstmals eine **Definition** für „Mitverbrennungsanlagen“ und Festlegung von spezifischen Anforderungen
- **Feste** Emissionsgrenzwerte für (einige) Mitverbrennungsanlagen bzw. Schadstoffe

Theben, MUNLV NRW

Ziele der Novellierung der 17. BImSchV und der EG-Abfallverbrennungs-RL

- **Angeglichenes Anforderungsniveau an Anlagen für die Mono- und Mitverbrennung von Abfällen und ähnlichen Stoffen (keine Bevorzugung eines Entsorgungsweges)**
- **Weitgehender Verzicht auf die Anteilsregelung ("Mischungsrechnung") zugunsten von festen Emissionsgrenzwerten bei der Mitverbrennung**

Theben, MUNLV NRW

Anwendungsbereich

- **Verbrennung und Mitverbrennung fester, flüssiger und in Behältern gefasster gasförmiger Abfälle**
- **ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe** ... ausgenommen ähnliche flüssige brennbare Stoffe, soweit bei ihrer Verbrennung keine anderen oder höheren Emissionen als bei der Verbrennung von Heizöl EL auftreten können
- **Feste, flüssige und gasförmige Stoffe, die bei der Pyrolyse oder Vergasung von Abfällen entstehen***

*** Nicht im EG-Recht**

Theben, MUNLV NRW

Ausnahmen vom Anwendungsbereich (1) - § 1 Abs. 3 -

- **pflanzliche Abfälle aus der Land- und Forstwirtschaft**
- **pflanzliche Abfälle aus der Nahrungsmittelindustrie, falls die erzeugte Wärme genutzt wird**
- **faserhaltige pflanzliche Abfälle aus der Papier- und Zellstoffherstellung**
- **Holzabfällen nach Nr. 8.2 Buchstabe a und b ... die halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung enthalten können und zu denen insbesondere Holzabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen gehören**

Theben, MUNLV NRW

Ausnahmen vom Anwendungsbereich (2) - § 1 Abs. 3 und 4 -

- **Korkabfälle**
- **Tierkörper**
- **Abfällen, die beim Aufsuchen von Erdöl- und Erdgasvorkommen und deren Förderung auf Bohrseln entstehen und dort verbrannt werden**
- **Weitere Ausnahmen gemäß § 1 Abs. 4:**
 - **Versuchsanlagen**
 - **bei Mitverbrennung eingesetzte Gase aus Pyrolyse und Vergasung, wenn Emissionen wie bei Gasen aus der öffentlichen Gasversorgung**

Theben, MUNLV NRW

§ 2

Begriffsbestimmungen

➤ Verbrennungsanlage

Anlagen, die dazu bestimmt sind, thermische Verfahren zur Behandlung von Abfällen oder Stoffen gemäß § 1 Abs. 1 zu verwenden. Diese Verfahren umfassen die **Verbrennung durch Oxidation** der oben genannten Stoffe und andere **vergleichbare thermische Verfahren** wie Pyrolyse, Vergasung oder Plasmaverfahren soweit die bei den vorgenannten thermischen Verfahren aus Abfällen entstehenden festen, flüssigen oder gasförmigen Stoffe verbrannt werden.

NB: Auch die Verbrennung der Gase aus Pyrolyse und Vergasung unterliegt dem EG-Recht

Theben, MUNLV NRW

§ 2

Begriffsbestimmungen

Mitverbrennungsanlage

Anlagen, deren Hauptzweck in der Energiebereitstellung oder der Produktion stofflicher Erzeugnisse besteht und

- in denen Abfälle und Stoffe gemäß § 1 Abs. 1 als regelmäßiger oder zusätzlicher Brennstoff verwendet werden oder
- in denen Abfälle und Stoffe gemäß § 1 Abs. 1 mit dem Ziel der Beseitigung thermisch behandelt werden

Theben, MUNLV NRW

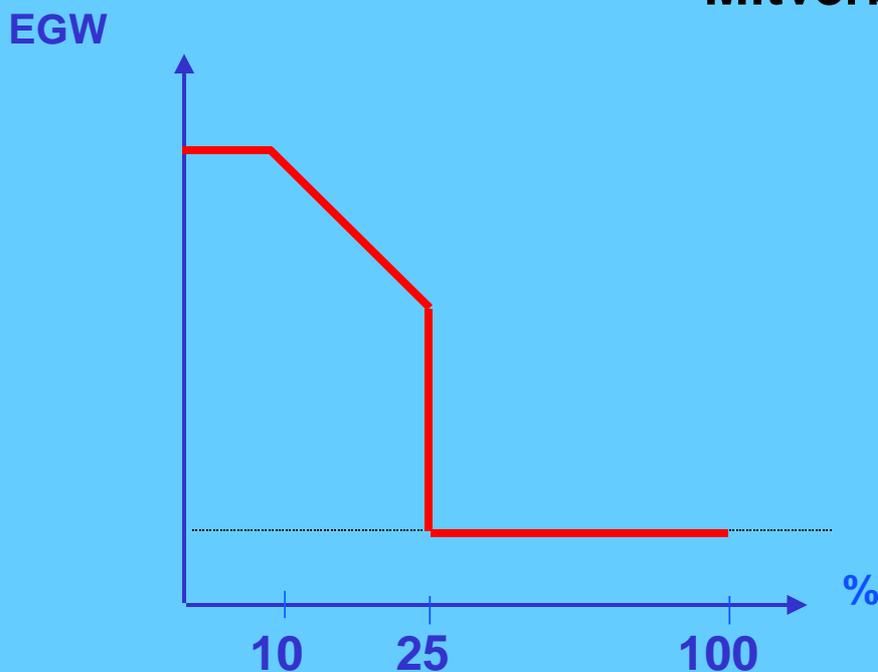
§ 5a Anforderungen an Mitverbrennungsanlagen

- Anforderungen sind in einem neuen § 5a festgelegt
- Allgemeine Begrenzung der Mitverbrennung von Abfällen – **25%** . Bei einem höheren Anteil sind die Regelungen für Monoverbrennungsanlagen einzuhalten (§ 5a Abs. 1)
- Sonderregelung für Zement- und Kalkindustrie – **60%** (Ausnahme: für besonders überw. Abfälle iSd Abfallverbrennungs-RL – Obergrenze **40%**) bei Anwendung der Mischungsregel für NO_x und Staub – **100%** (§ 5a Abs. 2 – 5)

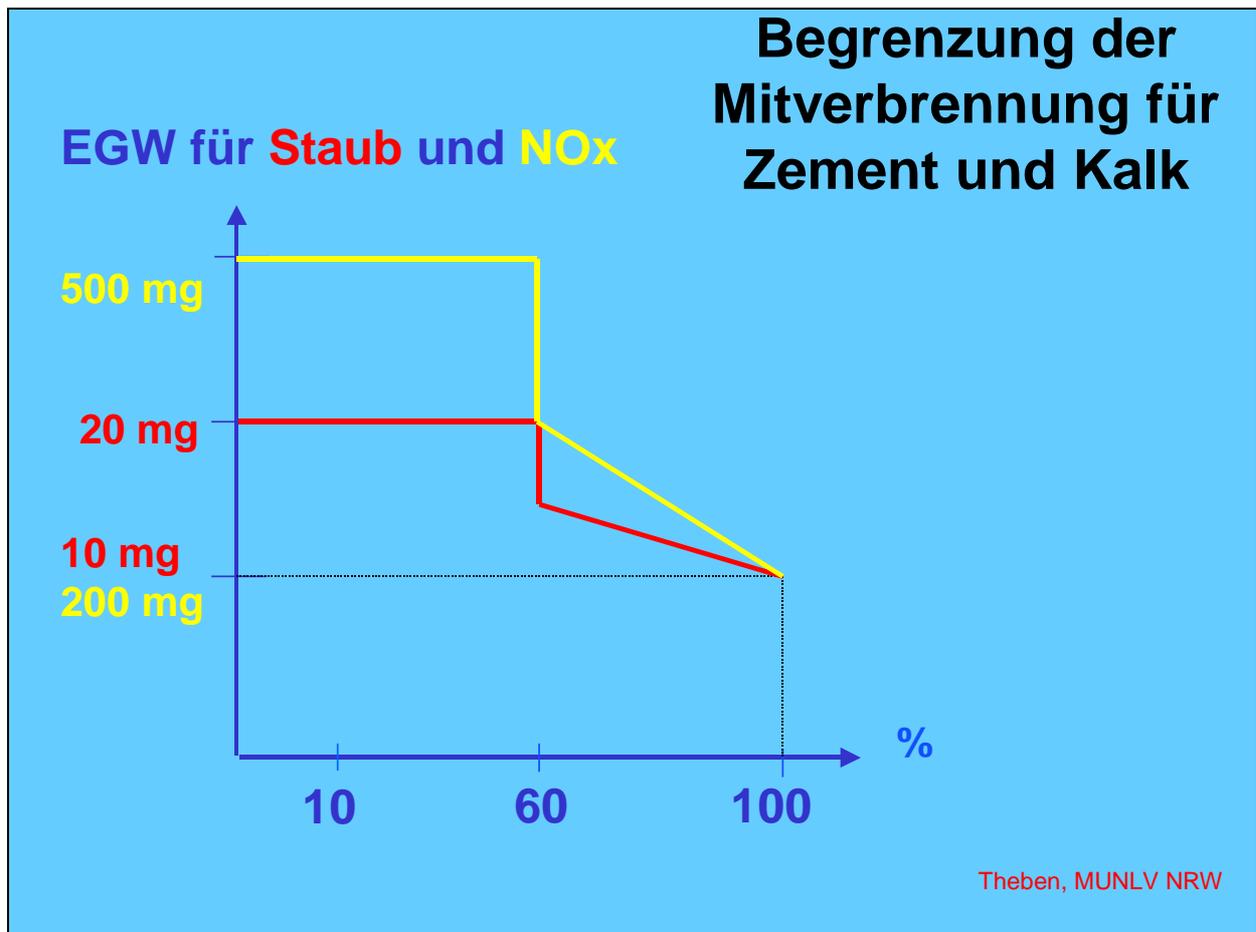
NB: Prozentuale Begrenzungen stammen nicht aus dem EG-Recht

Theben, MUNLV NRW

Allg. Begrenzung der Mitverbrennung



Theben, MUNLV NRW



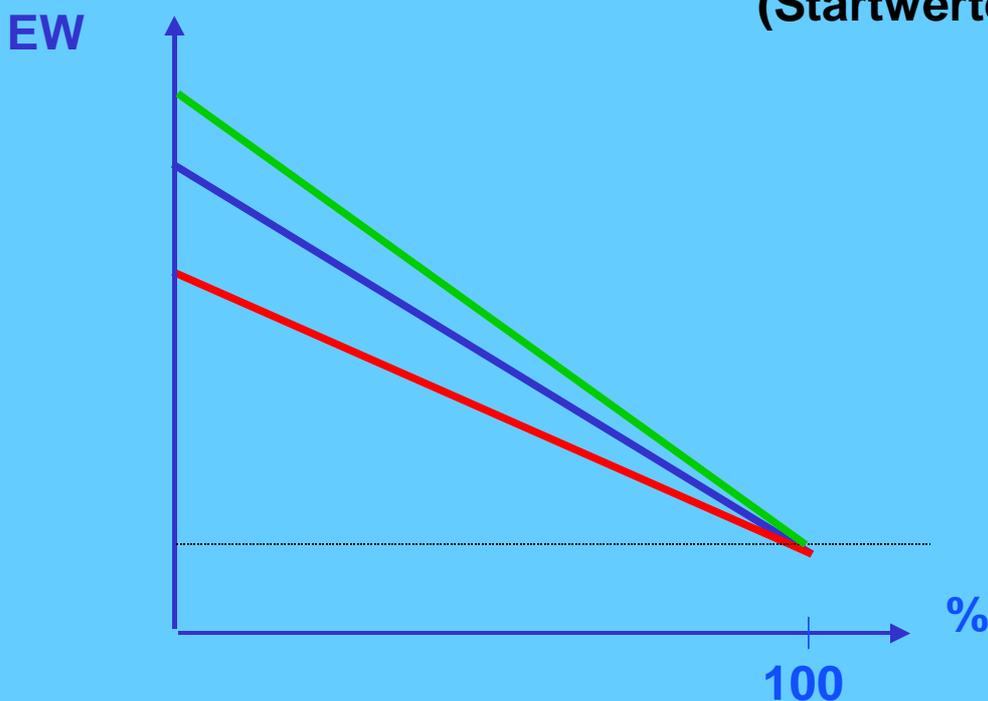
- ## Allgemeiner Teil des Anhangs II
- 10 % - Regel
 - Mischungsregel ist nicht anzuwenden, wenn **feste** EGW oder **feste** BSG vorgegeben sind (Zement und Kalk, Ausnahme bei > 60 %)
 - Soweit EW oder BSG festgelegt sind, sind diese in die Formel einzusetzen (bei Feuerungsanlagen: SOx, NOx, CO)
 - Wenn feste EGW, EW und BSG nicht im Anhang vorgegeben sind, sind nationale Werte, Genehmigungswerte oder Betriebswerte in die Formel einzusetzen (nur bei sonstigen Anlagen)
- Theben, MUNLV NRW

Aufbau des Anhangs II

- Allgemeiner Teil mit Mischungsregel und dazugehörigen Erläuterungen
- Spezieller Teil für Zement und Kalk
- Spezieller Teil für Feuerungsanlagen
- Spezieller Teil für „Sonstige Anlagen“

Theben, MUNLV NRW

Warum Emissionswerte (Startwerte) ?



Theben, MUNLV NRW

Allgemeines: Zement und Kalk

- Fester BSG von 10%
- Weitergehende Regelungen aus anderen Rechtsvorschriften bleiben unberührt
- Feste TMW **und** HMW
- CO wird von Genehmigungsbehörde festgelegt
- Dynamisierungsklausel für NOx

Theben, MUNLV NRW

Allgemeines: Feuerungsanlagen

- BSG ist brennstoffabhängig – 6% für feste und Biomasse, 3% flüssige und gasförmige.
- Emissionswerte für SOx, NOx und CO (brennstoff- und leistungsabhängig), die sich an der neuen 13. BImSchV orientieren
- Feste EGW für alle anderen Emissionsparameter
- Klarstellung, dass auch gasförmige Brennstoffe aus der Vergasung oder Pyrolyse in den Anwendungsbereich fallen

NB: Im EG-Recht gibt es für NOx, SOx und Staub „Startwerte“

Theben, MUNLV NRW

Allgemeines: Sonstige Anlagen

- **Feste EGW für Gesamtstaub, HCl, Gesamt-C, Hg, Cd + Tl, Metalle, Benzo(a)pyren-Gruppe, Dioxine und Furane**
- **Keine Festlegung eines BSG (aber max. 11%)**
- **Übrige Emissionsparameter (NO_x, SO_x, HF, CO) müssen mit der Mischungsregel ermittelt werden**

Theben, MUNLV NRW

§ 17 Übergangsregelungen

- **Für Altanlagen gelten die Vorschriften der Verordnung ab dem 28.12.2005**
- **Altanlagendefinition ist in § 2 Nr. 2**
- **In Betrieb befindliche Produktionsanlagen, die erstmals Abfälle einsetzen sind Altanlagen (§ 17 Abs. 4)**

Theben, MUNLV NRW

§ 19 Zulassung von Ausnahmen

- **Ausnahmen von der Verordnung können zugelassen werden, wenn kein EG-Recht verletzt wird**

Theben, MUNLV NRW



Informationsquellen

- **Die künftige EU-Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen; Michael Theben und Arndt Begemann; UPR 1999/11-12, S. 430 - 436.**
- **Landmann/Rohmer/Theben, Umweltrecht IV, Nr. 2.5, Vorbemerkungen zur EG-Abfallverbrennungs-RL**
- **Landmann/Rohmer/Theben, Umweltrecht II, Nr. 2.17, Vorbemerkungen zur 17. BImSchV**

Theben, MUNLV NRW

Anwendung der 17. BImSchV bei der Mitverbrennung von Abfällen

Gerald Ebertsch, LfU

Inhalt:

- Mitverbrennung von Abfällen in Bayern, Situation
- Anwendungsbereich der VO
- Anforderungen an die Feuerung, die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung
- Sonstige Anforderungen und Regelungen
- Altanlagenregelung

Mitverbrennung von Abfällen in Bayern, Situation

Mitverbrennungsanlagen	Mitverbrannte Abfälle
Zementwerke	Altreifen, produktionsspezifische Gewerbeabfälle (BPG), Altholz, Altöle und Altlösemittel, Papierfaserreststoffe, Tiermehl (Anteil an FWL: 50 – 100 %), Klärschlamm derzeit im Versuchsbetrieb
Kalkwerke	Tierfette, Altöle, Altlösemittel (Anteil an FWL: 100 %)
Kraftwerke (Stromerzeugung)	Klärschlamm (Anteil an FWL: < 25 %), Tierfett
Biomasse- /Altholzkraftwerke	Altholz (Anteil Altholz an FWL: bis 100 %)
Kraftwerke der Papierindustrie	Altholz, Faserreststoffe (Anteil an FWL: bis 100 %)
sonst. Feuerungsanlagen	Tierfett, Altfette (Anteil FWL: bis 100 %)

FWL: Feuerungswärmeleistung

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Anwendungsbereich der VO

➤ Anwendungsbereich gem. § 1 Abs. 1

Genehmigungsbedürftige Verbrennungs- oder **Mitverbrennungsanlagen**, in denen

1. feste, flüssige **oder in Behältern gefasste gasförmige Abfälle** oder
2. ähnliche feste oder flüssige brennbare Stoffe, die nicht in Nr. 1.2 der 4. BImSchV aufgeführt sind, **ausgenommen ähnliche flüssige brennbare Stoffe, soweit bei ihrer Verbrennung keine anderen oder höheren Emissionen als bei der Verbrennung von Heizöl EL auftreten können, oder**
3. **feste, flüssige oder gasförmige Stoffe, die bei der Pyrolyse oder Vergasung von Abfällen entstehen,**

eingesetzt werden.



Anwendungsbereich der VO

➤ Definition Mitverbrennungsanlagen (siehe Begriffsbestimmungen § 2 Nr. 7)

Anlagen, deren Hauptzweck in der Energiebereitstellung oder der Produktion stofflicher Erzeugnisse besteht und

- in denen Abfälle oder Stoffe nach § 1 Abs. 1 als regelmäßiger oder zusätzlicher Brennstoff verwendet werden oder
- in denen Abfälle oder Stoffe nach § 1 Abs. 1 mit dem Ziel der Beseitigung thermisch behandelt werden.

(Bisherige Regelung zum Vergleich: Die VO ist auch anwendbar, wenn die Anlage überwiegend einem anderen Zweck als der Verbrennung ...dient.)



Anwendungsbereich der VO

➤ Ausnahmen vom Anwendungsbereich regelt insbesondere der § 1 Abs. 3

Nach § 1 Abs. 3 gilt die Verordnung nicht bei ausschließlichem Einsatz von:

1. pflanzlichen Abfällen aus der Land- und Forstwirtschaft,
2. pflanzlichen Abfällen aus der Nahrungsmittelindustrie, falls die erzeugte Wärme genutzt wird,
3. faserhaltigen pflanzlichen Abfällen, einschließlich der Ablaugen aus der Herstellung von natürlichem Zellstoff und aus der Herstellung von Papier aus Zellstoff, falls sie am Herstellungsort der Mitverbrennung zugeführt werden und die erzeugte Wärme genutzt wird,
4. Holzabfällen nach Nummer 8.2 a und b des Anhangs zur 4. BImSchV mit Ausnahme von Holzabfällen, die halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung enthalten können, insb. Holzabfälle aus Bau- und Abbruchabfällen,
- 5.-7. Korkabfällen, Tierkörpern oder von Abfällen, die beim Aufsuchen von Erdöl /Erdgasvorkommen (..) auf Bohrinselfen entstehen und dort verbrannt werden.



Anforderungen an die Feuerung

➤ Mindestverbrennungsbedingungen (siehe § 4 Abs. 6)

- Mindesttemperatur 850° C bzw.
 - 1100° C bei der Verbrennung von besonders überwachungsbedürftigen Abfällen mit einem Halogengehalt aus halogenorganischen Stoffen von > 1 Gew. %, berechnet als Chlor.
 - Mindestverweilzeit 2 s
- Die Messung der Mindesttemperatur muss an einer nach näherer Bestimmung durch die zuständige Behörde in der Genehmigung festgelegten repräsentativen Stelle des Brennraums oder des Nachverbrennungsraums erfolgen.
 - Die Einhaltung der Mindesttemperatur und der Verweilzeit ist zumindest einmal bei Inbetriebnahme der Anlage durch Messungen oder durch ein von der zuständigen Behörde anerkanntes Gutachten nachzuweisen.



Anforderungen an die Feuerung

➤ andere Mindestverbrennungsbedingungen bei Mitverbrennungsanlagen (siehe § 4 Abs. 7)

Die zuständigen Behörden können andere Mindesttemperaturen oder Mindestverweilzeiten zulassen, sofern **die sonstigen Anforderungen** der Verordnung und die Emissionsgrenzwerte nach § 5 Abs. 1

- für organische Stoffe, angegeben als Gesamt-C und
- für Kohlenmonoxid

eingehalten werden.

Die zuständigen Behörden haben Ausnahmen den zuständigen obersten Immissionsschutzbehörden der Länder, also hier dem StMUGV, zur Weiterleitung an die EU-Kommission vorzulegen.



Anforderungen an die Feuerung

➤ Automatische Unterbrechung der Abfallzufuhr (siehe § 4 Abs. 5)

Auch für Mitverbrennungsanlagen werden **automatische Vorrichtungen** gefordert, die sicherstellen, dass eine Beschickung der Anlagen mit Abfällen oder ähnlichen festen oder flüssigen Stoffen

- erst möglich ist, wenn die Mindesttemperatur erreicht ist,
- nur solange erfolgen kann, wie die Mindesttemperatur aufrechterhalten wird,
- eine Beschickung mit Abfällen oder ähnlichen festen oder flüssigen Stoffen unterbrochen wird, wenn infolge eines Ausfalls oder einer Störung von Abgasreinigungseinrichtungen eine Überschreitung eines kontinuierlich überwachten Emissionsgrenzwertes eintreten kann.



Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

Aus dem § 5a „Anforderungen an Mitverbrennungsanlagen“ ist die folgende Regelungssystematik abzuleiten:

Es gelten die festen bzw. zu berechnenden Emissionsgrenzwerte des **Anhangs II** der VO bis zu folgenden Abfallanteilen*:

- < 25 % bei Feuerungsanlagen und sonstigen Anlagen
- < 60 % bei Anlagen zur Herstellung von Zement und Kalk
- < 40 % bei Einsatz besonders überwachungsbedürftiger Abfälle, mit Ausnahme
 - flüssiger brennbare Abfällen mit PCB- oder PCP-Gehalt ≤ 10 mg/kg und einem $H_u \geq 30$ MJ/kg oder wenn
 - die Emissionen aufgrund der Zusammensetzung Heizöl EL ähnlich sind.

Bei **höherem Abfalleinsatz** oder beim Einsatz von **unaufbereiteten gemischten Siedlungsabfällen** gelten die Emissionsgrenzwerte des § 5 Abs. 1 für Verbrennungsanlagen.

* Anteil an der gefahrenen FWL **sowie** Anteil der für die Mitverbrennung zusätzlich benötigten Brennstoffe



Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

➤ Regelungen im Anhang II für die Mitverbrennung von Abfällen

II.1 Besondere Vorschriften für Anlagen zur Herstellung von Zement und Kalk

II.2 Besondere Vorschriften für Feuerungsanlagen

II.3 Besondere Vorschriften für sonstige Anlagen, d.h. Anlagen die nicht in Anhang II. 1 oder II.2 aufgeführt sind



Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

➤ Besondere Vorschriften bei einem Abfalleinsatz $\leq 60\%$ für Anlagen zur Herstellung von Zement und Kalk (siehe Anhang II.1)

- **Feste Emissionsgrenzwerte** im mg/m^3 , Sauerstoffbezug 10 %

	Tages-MW	Halbstunden-MW	zusätzliche Regelungen
Gesamtstaub	20	40	-
HCl	10	60	-
HF	1	4	-
NO_x als NO_2	500	1000	Dynamisierungsklausel
SO_x	50	200	Auf Antrag Ausnahme, sofern auf Grund der Zusammensetzung der Rohstoffe erforderlich und keine zusätzlichen Emissionen durch die Abfallverbrennung entstehen.
Gesamt-C	10	20	
Quecksilber	0,03 / bis 0,05*	0,05 / bis 0,1*	* auf Antrag, falls Emissionen durch Hg-Gehalt im Rohstoff bedingt sind.

- **Schwermetalle /PCDD/F / kanzerogene Stoffe:** GW für Verbrennungsanlagen gelten.

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

- **Kohlenmonoxid:** Grenzwertfestlegung wie bei Verbrennungsanlagen. Auf Antrag höhere Werte, sofern dies aufgrund der Zusammensetzung der Rohstoffe erforderlich ist und ausgeschlossen werden kann, dass durch die Abfallverbrennung zusätzliche CO-Emissionen entstehen (gilt auch für den Abfalleinsatz $\leq 60\%$).

⇒ In der Praxis sind für die Ausnahmeanträge Rohmaterialanalysen mit einer Abschätzung der Emissionen oder Emissionsmessungen ohne Abfalleinsatz vorzulegen.

➤ Regelungen bei einem Abfalleinsatz > 60 bis 100% (siehe § 5 a, Abs. 3 und 4)

- **Staub und Stickstoffoxide:** es gelten die Emissionsgrenzwerte für Verbrennungsanlagen. Auf Antrag soll die zuständige Behörde einen anteilig berechneten Mischgrenzwert auf Basis der Werte des Anhangs II und des § 5 Abs. 1 zulassen.

Beispiel Staub: $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ werden mit $20 \text{ mg}/\text{m}^3$ gemischt.

- **NO_x :** Für Altanlagen kann bis 30.10.07 ein TMW von $500 \text{ mg}/\text{m}^3$ zugelassen werden.

- Die Ausnahmeregelungen des Anhang II.1 gelten auch bei Abfalleinsatz $> 60\%$!!

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

➤ Besondere Vorschriften für Feuerungsanlagen (siehe Anhang II.2)

- **Bezugssauerstoffgehalte:** feste Brennstoffe: 6 %
gasförmige und flüssige Brennstoffe: 3 %
- Für SO₂, NO_x und CO sind **Mischgrenzwerte** zu berechnen. Dazu sind Verfahrenswerte in Abhängigkeit von Brennstoffart und Feuerungswärmeleistung vorgegeben.
- **Feste Emissionsgrenzwerte** für alle Brennstoffe in mg/m³

	Tages-MW	Halbstunden-MW	zusätzliche Regelungen
Gesamtstaub	10	30	siehe Anhang II, Nr. II.2.5 und II.2.6
HCl	20	60	
HF	1	4	
Gesamt-C	10	-	-
Quecksilber	0,03	0,05	-

- **Schwermetalle /PCDD/F / kanzerogene Stoffe:** GW für Verbrennungsanlagen gelten.

Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

➤ Besondere Vorschriften für sonstige Anlagen (siehe Anhang II.3)

- **Bezugssauerstoffgehalte:**
Festlegung eines für das Verfahren relevanten Bezugssauerstoffgehaltes, höchstens jedoch 11 %. Bei Anlagen mit betriebsbedingter Nebenluft(..) soll auf Antrag ein an die Verfahrensbedingungen angepasster O₂- Gehalt festgelegt werden oder auf die Festlegung eines Bezugssauerstoffgehaltes verzichtet werden.
- **Feste Emissionsgrenzwerte** in mg/m³

	Tages-MW	Halbstunden-MW
Gesamtstaub	20	-
HCl	10	60
Gesamt-C	10	-
Quecksilber	0,03	0,05

- **Schwermetalle /PCDD/F / kanzerogene Stoffe:** GW für Verbrennungsanlagen gelten.

Anforderungen an die Emissionsbegrenzung und die Emissionsüberwachung

➤ Emissionsüberwachung bei der Mitverbrennung

Für die Emissionsüberwachung gelten für alle Mitverbrennungsanlagen die gleichen Anforderungen wie für Verbrennungsanlagen (siehe §§ 9 bis 15).

Folgende Parameter sind deshalb vom Grundsatz **kontinuierlich** zu ermitteln, zu registrieren und auszuwerten:

- Gesamtstaub, Gesamt-C, HCl, HF, HF, SO₂, NO_x, CO, Hg (mit den Ausnahmemöglichkeiten je nach Emissionshöhe oder Abgasreinigung)
- O₂-Gehalt im Abgas
- Mindestverbrennungstemperatur
- Betriebsgrößen wie Abgastemperatur, -volumen, Feuchtegehalt und Druck

Die **diskontinuierliche Überwachung** hat im jährlichen Turnus zu erfolgen (Schwermetalle, PCDD/F, kanzerogene Stoffe).



Sonstige Anforderungen und Regelungen

➤ Emissionsbezogene Anforderungen an die Anlieferung und Zwischenlagerung der Einsatzstoffe (siehe § 3)

- Maßnahmen und Einrichtungen zur Erkennung von Bränden sind vorzusehen.
- Flüssige Abfälle sind in geschlossenen gegen Überdruck gesicherten Behältern zu lagern; bei der Befüllung ist das Gaspendelverfahren anzuwenden oder die Verdrängungsluft ist zu erfassen. Offen Übergabestellen sind mit einer Luftabsaugung auszurüsten. Die Verdrängungsluft sowie die abgesaugte Luft ist der Feuerung zuzuführen. (..)
- Mitverbrennungsanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass unerlaubtes und unbeabsichtigtes Freisetzen von Schadstoffen in den Boden, in das Oberflächenwasser oder das Grundwasser vermieden werden. Für verunreinigtes Regenwasser oder Wasser aus der Brandbekämpfung ist eine ausreichende Speicherkapazität oder eine Behandlung vorzusehen.

➤ Regelungen beim Umgang mit Störungen des Betrieb sieht der § 16 vor.



Übergangsregelungen

Altanlagenregelung

▪ **§ 17 „Übergangsregelungen“**

Für **Altanlagen** gelten die Anforderungen der „alten“ 17. BImSchV bis **27.12.2005** (siehe hierzu § 17 Abs. 1).

▪ **Was sind Altanlagen** in Bezug auf die Mitverbrennung

In Betrieb befindliche Mitverbrennungsanlagen, für die eine Genehmigung nach § 6 oder § 16 des BImSchG erteilt worden ist und die die Mitverbrennung von Abfällen oder Stoffen nach § 1 Abs. 1 spätestens am **28.12. 2004** aufnehmen gelten als Altanlagen.



Letzter Hinweis

Nach § 19 der Verordnung können auf Antrag des Betreibers Ausnahmen von den Vorschriften der Verordnung zugelassen werden.

Voraussetzung ist, dass die Maßnahmen

- einen unverhältnismäßigen Aufwand bedeutet,
- ansonsten die dem Stand der Technik entsprechenden Maßnahmen zur Emissionsbegrenzung angewandt werden,
- die Ableithöhe auch für den ggf. als Ausnahme zugelassenen Emissionsgrenzwert ausgelegt ist,
- die Anforderungen bestimmter EU-Richtlinien (z.B. **Richtlinie 2000/76/EC über die Verbrennung von Abfällen**) eingehalten werden.

- Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit -



Kurzbeiträge zu aktuellen Fragestellungen der 17. BImSchV bei der Mitverbrennung von Abfällen

Einsatz von Heizöl EL-ähnlichen Ersatzbrennstoffen, Einsatz von Tierfetten

Dr. Michael Rössert, LfU

Viele Ersatzbrennstoffe weisen vergleichsweise günstige Zusammensetzungen auf, so dass diese problemlos als Ersatz für Heizöl S eingesetzt werden können. Allerdings ist dann zu klären, ob die 17. BImSchV anzuwenden ist.

Der Einsatz fester oder flüssiger Abfälle oder ähnlicher fester oder flüssiger brennbarer Stoffe fällt gem. § 1 Abs. 1 Nr. 2 der 17. BImSchV erst dann aus dem Anwendungsbereich der 17. BImSchV, wenn keine anderen oder höheren Emissionen als bei der Verbrennung von Heizöl EL auftreten können. Der Vergleich mit Heizöl S ist für die Frage der Anwendung der 17. BImSchV somit nicht maßgebend, sondern der Vergleich mit Heizöl EL. Dabei ist bei der Beurteilung, ob keine anderen oder höheren Emissionen entstehen weiterhin auf die **Zusammensetzung** der Ersatzbrennstoffe abzustellen.

Im Folgenden soll dies am Beispiel von Tierfett erläutert werden, dem Ersatzbrennstoff bei dem immer wieder die Heizöl EL-Ähnlichkeit diskutiert wird. Emissionsrelevante Abweichungen ergeben sich beim Tierfett gegenüber Heizöl EL vor allem beim Koksrückstand (ggf. verstärkte Rußbildung), Aschegehalt (erhöhte Staubemission), Stickstoffgehalt (erhöhte NO_x-Emissionen) und beim Chlorgehalt (leicht erhöht). Nicht auszuschließen ist jedoch, dass bei entsprechender Aufbereitung, insbesondere Filtration, die Stickstoff- und Aschegehalte wesentlich reduziert werden können. Hohe Stickstoffgehalte resultieren vor allem aus Eiweißbestandteilen in den sedimentierbaren Verunreinigungen (Eiweiß ist im Fett schwer löslich). Hohe Aschegehalte resultieren u.a. aus fein verteilten Knochenbestandteilen in den Schwebstoffen.

Bei Einsatz von Tierfett ist allerdings eine Besonderheit zu berücksichtigen. Unterliegt die Verbrennungs- oder Mitverbrennungsanlage aber nicht der Anwendung der Richtlinie 2000/76/EG – die im deutschen Recht der 17. BImSchV entspricht – so sind die Anlagen beim Einsatz von Tierfett gemäß den Anforderungen aus Kap. III Art. 12 Abs. 2 bzw. Abs. 3 der EU-Hygieneverordnung 1774/2002 zuzulassen. Die Zulassungsvoraussetzungen werden u.a. im Anhang IV der EU-Hygieneverordnung konkretisiert. Danach sind die Anforderungen der EU-Hygieneverordnung an die Betriebsbedingungen von Verbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen grundsätzlich vergleichbar mit den entsprechenden Anforderungen aus der 17. BImSchV. In **beiden** Regelwerken werden eine Mindestverbrennungstemperatur von 850° C und eine Mindestverweilzeit von zwei Sekunden gefordert. Dies soll den vollständigen Ausbrand des eingesetzten Materials sicherstellen.

Interesse besteht derzeit vor allem an einem Einsatz von Tierfett, das der EU-Hygieneverordnung unterliegt, in Verbrennungsmotoranlagen. Aber wegen der zu fordernden Ausbrandbedingungen (850° C bei zwei Sekunden Verweilzeit) ist ein Einsatz in Verbrennungsmotoranlagen grundsätzlich **nicht** möglich.

Tab.: Schwellenwerte zur Abklärung der Heizöl EL - Ähnlichkeit

Parameter	Einheit	Schwellenwert	Beispiel für eine typische Tierfett-Probe
Koksrückstand ¹⁾	Gew.-%	0,1	0,8
Sediment	Gew.-%	0,05	0,13
Asche	Gew.-%	0,01	0,24
Schwefel ¹⁾	Gew.-%	0,2	0,01
Gesamt-Chlor	ppm	20	31
Gesamt-Stickstoff	ppm	500	5.900
Schwermetalle: Cd, Tl, Hg	ppm	je 0,01	je < 0,05
Schwermetalle: ²⁾ Summe As, Cd, Co, Cr	ppm	0,4	--
Schwermetalle: Summe Ni und V ²⁾	ppm	je 0,4	< 0,2
Schwermetalle: Sb, Pb, Cu, Mn, Sn	ppm	je 1	je <0,1 - 0,5
Benzol ³⁾	ppm	100	

¹⁾ bei Tierfett ist nur eine Erstuntersuchung erforderlich

²⁾ Angepasst an die Emissionsbegrenzungen der TA Luft für kanzerogene Stoffe der Nr. 5.2.7.1.1, Kl. I bzw. Kl. II

³⁾ bei Tierfett kann auf die Untersuchung von Benzol verzichtet werden

Der Parameter Koksrückstand ist nicht von ausschlaggebender Bedeutung. Bei der Erstuntersuchung sollte er jedoch bestimmt werden.

Der Sedimentgehalt ist ein Maß für die Verunreinigung des Fettes durch Eiweiß, da dieses in Fett schlecht löslich ist. Eiweißverunreinigungen im Fett sind aus seuchenhygienischer Sicht zu vermeiden.

Der Aschegehalt der untersuchten Probe lässt sich sehr wahrscheinlich durch Filtration deutlich herabsetzen. Aus der Sicht des Immissionsschutzes ist der Aschegehalt von besonderer Bedeutung, da dieser Hinweise auf die zu erwartenden Staubkonzentrationen im Abgas gibt. Durch die Filtration lässt sich auch der Sedimentgehalt deutlich reduzieren

Der Chlorgehalt in reinem Tierfett sollte sehr gering sein. Bei Mitverarbeitung von Speiseresten in Tierkörperbehandlungsanlagen sind jedoch durch den Eintrag von Kochsalz höhere Chlorgehalte zu erwarten. Die o.a. Probe stammt von einem Betrieb, der Speisereste mitverarbeitet.

Stickstoff dürfte durch Eiweiß eingetragen werden. Durch Filtration werden die eiweißhaltigen Sedimente und damit die Stickstoffgehalte möglicherweise deutlich reduziert. Bei niedrigen Stickstoff- und damit Eiweißgehalten ist auch die Gefahr des Vorhandenseins von pathogenen infektiösen Prionen der Form PrP^{Sc} minimiert.

Brennstoffqualität

Gerald Ebertsch, LfU

Brennstoffqualität

Bei der Mitverbrennung von Abfällen ist zu beachten, dass in den Anlagen nur solche Abfälle eingesetzt werden, die auch dauerhaft für die Mitverbrennung geeignet sind. Das erfordert die regelmäßige Überwachung der Brennstoffqualität durch ein

⇒ **Brennstoffqualitätssicherungssystem (QS).**

Basis zum QS: 9. BImSchV, § 4a Abs. 3 und § 21 Abs. 3

Bei Anlagen, auf die die 17. BImSchV anzuwenden ist, müssen die Antragsunterlagen bzw. der Genehmigungsbescheid die folgenden Angaben enthalten:

1. Art und Menge der zur Verbrennung zugelassenen Abfälle (Abfallschlüssel u. -bezeichnung),
2. die gesamte (..) Abfallmitverbrennungskapazität der Anlage,
3. die kleinsten und größten Massenströme der zur Verbrennung zugelassenen Abfälle, angegeben als stündliche Einsatzmenge,
4. die kleinsten und größten Heizwerte der zur Verbrennung zugelassenen Abfälle,
5. den größten Gehalt an Schadstoffen in den zur Verbrennung zugelassenen Abfällen, insbesondere **PCB, PCP, Chlor, Fluor, Schwefel und Schwermetallen.**

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Brennstoffqualität

Deshalb ist in Abhängigkeit der

- jeweiligen Anlagenart und
- der Leistungsfähigkeit der vorhandenen Abgasreinigungssysteme,

die Schadstoffbelastung und die maximal zulässige Einsatzmenge der Abfälle zu begrenzen und im Genehmigungsbescheid festzulegen, so dass eine umweltverträgliche Verwertung/Beseitigung gegeben ist.

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt
für Umweltschutz



Brennstoffqualität

Zur Überwachung der im Mitverbrennungsanlagen eingesetzten Abfälle wird folgendes Qualitätssicherungssystem vorgeschlagen:

QS beim Abfallerzeuger	<ul style="list-style-type: none"> - Sortenreine Erfassung der Abfälle - Erstanalyse, ggf. regelmäßige Analysen - Dokumentation des Verwertungsweges
QS beim Aufbereiter (z.B. Herstellung einer Brennstoffmischung aus verschiedenen Abfällen)	<ul style="list-style-type: none"> - Erstanalyse des Einzelabfalls, falls nicht durch Erzeuger - Dokumentation der eingesetzten Abfälle (Abfallschlüssel und – bezeichnung, angenommene Mengen, Herkunft) - Regelmäßige Analyse der erzeugten Abfallmischung aus dem laufendem Prozess (z.B. alle 500 t bzw. alle 2500t) - Entnahme von Rückstellproben
QS beim Betreiber der Mitverbrennungsanlage	<ul style="list-style-type: none"> - Regelmäßige Abfallanalysen (z.B. Wochenmischproben) - Rückstellproben - Vertragliche Vereinbarungen mit dem Aufbereiter - Unangekündigte Kontrollen durch die Behörde

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Brennstoffqualität

Bei Brennstoffmischungen aus Abfällen ist dafür Sorge zu tragen, dass die enthaltenen Einzelabfälle aufgrund der Schadstoffbelastung für den Einsatz in der entsprechenden Mitverbrennungsanlage geeignet sind.

Für den Einsatz von festen Sekundärbrennstoffen in Zementwerken wurden daher die folgenden Inputbeschränkungen für die eingesetzten Einzelabfälle festgelegt:

Parameter	Einheit	max. Schadstoffgehalte
Quecksilber	mg/kg	≤ 0,5
Thallium	mg/kg	≤ 1
Cadmium, Arsen	mg/kg	in der Summe ≤ 20
Chrom, Kobalt, Kupfer, Mangan, Nickel, Vanadium	mg/kg	in der Summe ≤ 1200
Antimon, Blei, Zinn	mg/kg	in der Summe ≤ 300

© LfU / Abt. 1/ Gerald Ebertsch/ 2004

Bayerisches Landesamt für Umweltschutz

Schwermetalle in Beschichtungen von Holzwerkstoffen - Auswirkungen auf den Einsatz in Feuerungsanlagen

Gerhard Schmoeckel, LfU

Rechtliche Anforderungen

Mit der Bekanntmachung vom 14. August 2003 (BGBl. I S. 1633) wurden die 17., 9., 4. und 1. BImSchV u.a. an die Anforderungen der Richtlinie über die Verbrennung von Abfällen (RL 2000/76/EG) angepasst. Die Änderungen betreffen dabei u.a. den Anwendungsbereich der 1. (§ 3 Abs. 1 Nr. 6) und der 17. BImSchV (§ 1 Abs. 3 Nr. 4) sowie den Anhang der 4. BImSchV (Anh. Nr. 8.2) und damit die Genehmigungen für den Einsatz von Holzabfällen/Althölzern in Verbrennungsanlagen. Berücksichtigt werden müssen neben den halogenorganischen Verbindungen nun auch Schwermetalle, die infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung enthalten sein können.

Der Ursprung für die Aufweitung der Brennstoffabgrenzung liegt im Anwendungsbereich der RL 2000/76/EG. In Art. 2 Abs. 2 a) iv) werden Anlagen aus der Anwendung der RL nicht ausgenommen, deren Holzabfälle infolge einer Behandlung mit Holzschutzmitteln oder infolge einer Beschichtung halogenorganische Verbindungen oder Schwermetalle enthalten können. Eine explizite Definition, welche Schwermetallelemente mit welchen Schwellenkonzentrationen bei den Holzabfällen zu berücksichtigen sind, wird in der RL nicht gegeben. Als Ausgangspunkt können nach hiesiger Einschätzung daher die in Anhang V (Grenzwerte für Emissionen in der Luft) Buchstabe c) der RL aufgeführten Schwermetallelemente herangezogen: Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V.

Diese Aufzählung deckt die in den Erwägungsgründen der RL 2000/76/EG aufgeführte Elemente ab. In der 17. BImSchV ist zusätzlich noch Sn aufgeführt. Die thematisch betroffene Altholzverordnung vom 15. August 2002 nimmt in den Kriterien zur Kategorisierung von Altholz keinen Bezug auf Schwermetalle. Sie kann daher u.E. derzeit nicht zur Problemlösung herangezogen werden.

Behandlung/Beschichtung

Als Behandlung bzw. Beschichtung im Sinne der o.g. Richtlinie wird nach hiesiger Einschätzung eine Oberflächenbehandlung aufgefasst, bei der die Holzoberfläche einen Materialauftrag erhält, z.B. durch Lackieren.

Eine Eingrenzung des Begriffs „Beschichtung“ auf adhäsiv verbundene Kunststoffoberflächen erscheint nicht im Sinne der RL 2000/76/EG.

Konsequenzen

Bei zahlreichen Anlagen werden Überprüfungen und ggf. immissionsschutzrechtliche Genehmigungen bzw. nachträgliche Anordnungen erforderlich. Eine grundsätzliche Möglichkeit zur Erfüllung der rechtlichen Vorgaben wäre eine exakte Bestimmung der Schwermetallgehalte in den Beschichtungen der Holzabfälle/Althölzer. Derartige chemische Analysen sind aufwändig und kostenintensiv. Unter Berücksichtigung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen ist dieses Vorgehen, z.B. für Betreiber von Feuerungsanlagen, die der 1. BImSchV unterliegen, i.d.R. weder angemessen noch durchsetzbar. Angestrebt wird daher ein im Aufwand abgestuftes Vorgehen, z.B. mit Ein-

schränkung des Einsatzes von Holzabfälle/Althölzer aufgrund von Qualitätskriterien, vergleichbar der DIN 51731 für Holzbriketts (1. BImSchV § 3 Nr. 5a).

Vorgehen

Eine erste Recherche bei Lack- und Spanplattenherstellern ergab, dass in aktuellen Lacken und Anstrichen für Holzprodukte i.d.R. nur noch in Spezialfällen schwermetallhaltige Pigmente eingesetzt werden. Die Anforderungen der DIN EN 71/3 und 71/7 – Anforderung an Schwermetallgehalte in Spielzeugen bzw. Knetmasse und Fingerfarben – werden meistens eingehalten. Entsprechende Bestätigungen stellen die Herstellerfirmen ihren Kunden z.T. bereits aus. Die Anforderungen decken bislang einen Teil der Schwermetalle der 17. BImSchV ab. Die DIN EN erscheint bereits weit verbreitet und von Herstellern und Anwendern akzeptiert.

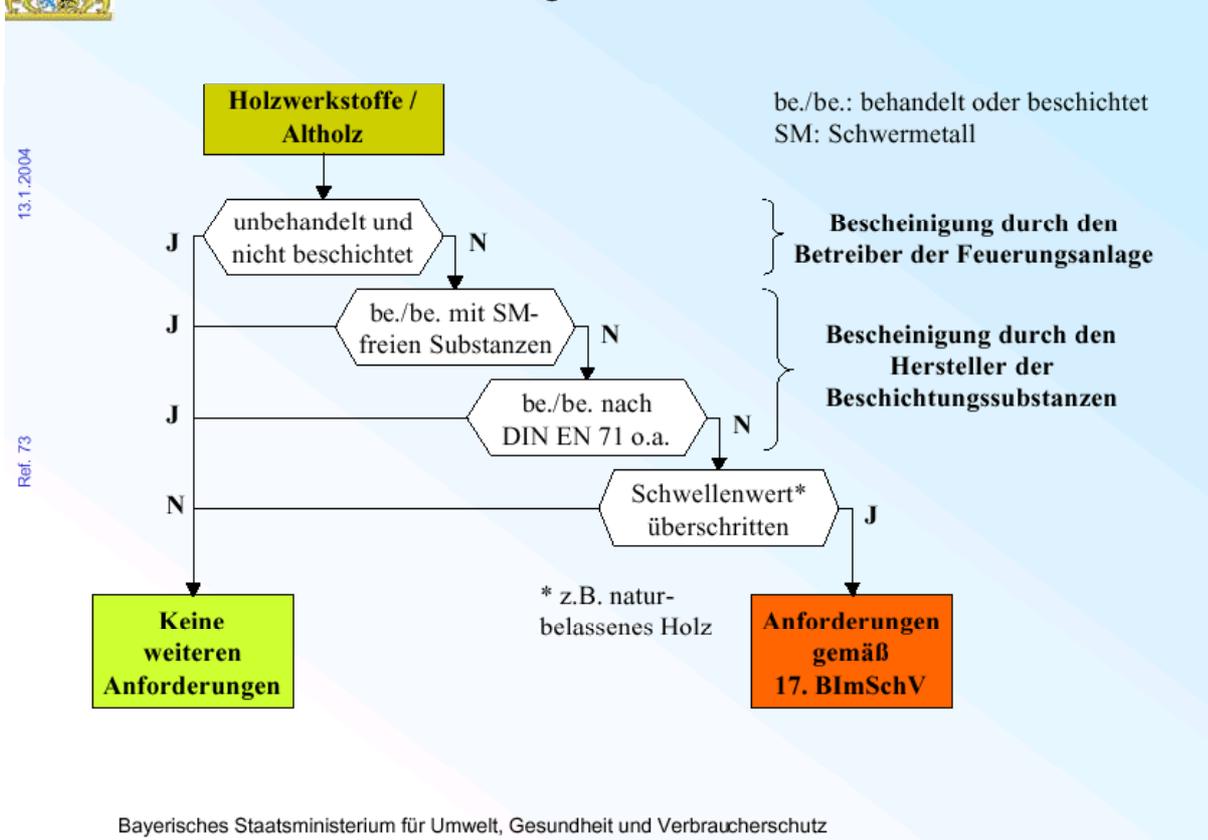
Bei der erforderlichen Klassifizierung der Holzabfälle/Althölzer werden nur die Schwermetalle berücksichtigt, die durch Behandlung bzw. Beschichtung aufgetragen werden. Schwermetallgehalte des natürlichen, unbehandelten Holzes werden nicht berücksichtigt. Diese Schwermetallgehalte liegen im Wesentlichen bereits vor und können als untere Referenzschwelle für mögliche Grenzkonzentrationen für die Beschichtung herangezogen werden.

Auf Basis der aufgeführten Informationen wurde ein Schema für Prüfschritte für Schwermetallgehalte in Beschichtungen von Hölzern entwickelt (Abbildung). Holzverarbeitende Betriebe, deren Holzwerkstoffreste in einer Feuerungsanlage eingesetzt werden, haben, nach obigem Schema, über den Ausschluss bzw. den Gehalt an Schwermetallen in den Beschichtungen Nachweis zu führen. Entsprechende Nachweise können z.B. über Bestätigungen der Hersteller von Beschichtungssubstanzen erfolgen.

Nicht anwendbar ist das Prüfschema bei wenig oder nicht definiertem Altholz, das über Sammelstellen kommt und in Anlagen nach Nr. 8.2 des Anhangs der 4. BImSchV eingesetzt werden soll. Dieses Altholz ist zukünftig primär in Anlagen, die die Anforderungen der 17. BImSchV erfüllen, einzusetzen.



Prüfschritte für Schwermetallgehalte in behandelten/beschichteten Hölzern



Umsetzung der 17. BImSchV am Beispiel eines Altholzkraftwerkes

Dipl.-Ing. Konrad Mair, Dipl.-Ing. Angelika Schluckebier, Regierung von Oberbayern

REGIERUNG VON OBERBAYERN
SG 840

München
LfU-Fachseminar 01.04.2004

Ausgangssituation



Bestehende Anlage

- Kohlekraftwerk 1.145 MW FWL
- Steinkohle, (Heizöl S), Klärschlamm
- SCR, EGR, REA
- 13. und 17. BImSchV

Geplante Anlage

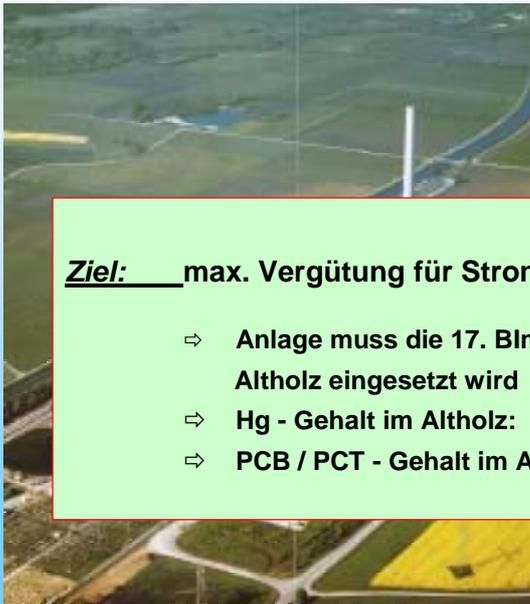
- Biomasse-HKW, FWL ca. 66 MW
- 20 MW_{el.}, 30 MW_{Fernwärme}
- Klassen A I mit A IV (AltholzV)
- div. Brennstoffe gem. BiomasseV
- bestehende Infrastruktur, Netzeinspeisung, Fernwärmeschiene, Hilfsmedien werden genutzt

2

REGIERUNG VON OBERBAYERN
SG 840

München
LfU-Fachseminar 01.04.2004

Ausgangssituation



Bestehende Anlage

- Kohlekraftwerk 1.145 MW FWL
- Steinkohle, (Heizöl S), Klärschlamm
- SCR, EGR, REA

Ziel: max. Vergütung für Stromerzeugung aus Biomasse

- ⇒ Anlage muss die 17. BImSchV vollständig erfüllen, da Altholz eingesetzt wird
- ⇒ Hg - Gehalt im Altholz: $\leq 1 \text{ mg/kg}$
- ⇒ PCB / PCT - Gehalt im Altholz: $\leq 50 \text{ mg/kg}$

• bestehende Infrastruktur, Netzeinspeisung, Fernwärmeschiene, Hilfsmedien werden genutzt

3



Relevante Regelungsbereiche der 17. BImSchV

- **Verbrennungsanlage oder Mitverbrennungsanlage?**
- **Anlieferung und Zwischenlagerung der Biomasse**
- **Verbrennungsbedingungen (Feuerung)**
- **Emissionsbegrenzung >>> Abgasreinigung**
- **Messungen und Überwachung**
- **Ausnahmeanträge**

4



Verbrennungsanlage oder Mitverbrennungsanlage?

- **Hauptzweck der Anlage besteht in der Energiebereitstellung (§ 2 Nr. 7)**
 - ⇒ **Anlage wird als Mitverbrennungsanlage eingestuft**
 - ⇒ **es gelten nur die Anforderungen für Mitverbrennungsanlagen**

- **Genehmigungsverfahren**
 - ⇒ **Gemeinsame Anlage >>> Kriterien der 4. BImSchV, § 1 Abs. 3 sind erfüllt**
 - ⇒ **Biomasse - HKW fällt unter Nr. 8.1**
 - ⇒ **Errichtung und Betrieb des Biomasse-HKW werden als wesentliche Änderung des Kraftwerkes gem. Nr. 1.1 in Verb. mit 8.1 eingestuft**

5



Anlieferung und Zwischenlagerung der Biomasse (§ 3)

➤ Anforderung

- ⇒ Geschlossenes Lager mit Abluftfassung
- ⇒ Sind Explosionen nicht auszuschließen >>> geeignete Maßnahmen
- ⇒ Brandschutzeinrichtungen im Lager zum Erkennen und Bekämpfen von entstehenden oder eingetragenen Bränden
- ⇒ Vermeiden von Boden und Oberflächen- und Grundwasserverschmutzung
- ⇒ Rückhaltebecken für Schmutzwasser
- ⇒ Bestimmung der angelieferten Abfallmenge

➤ Lösung

- ✓ Biomasse - Entladehalle, 2 Lagersilos à 5000 m³
Anschluss an Filteranlage
- ✓ DMT-Gutachten zum Staubexplosionsschutz und TÜV-Gutachten zum sonstigen Gefahrenschutz bei Altholzeinsatz
>>> Aufschiebende Bedingung für sonstige Biomasse im Bescheid
- ✓ Brandschutzkonzept als Bestandteil der Antragsunterlagen
- ✓ Betriebstagebuch nach § 12 AltholzV

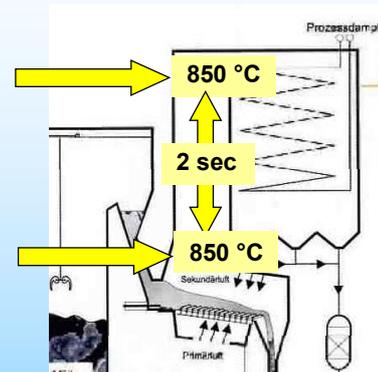
6



Feuerung (§ 7 Abs. 6)

➤ Anforderung

- ⇒ möglichst vollständige Verbrennung der Abfälle
- ⇒ Temperatur der Verbrennungsgase : $T \geq 850 \text{ °C}$
- ⇒ Mindestverweilzeit der Abgase: $t \geq 2 \text{ sec}$
- ⇒ Automatische Verriegelung der Altholzaufgabe beim
 - Anfahren; bei Unterschreitung von 850 °C oder
 - drohender Überschreitung eines Emissionsgrenzwertes infolge Störung ARA



➤ Lösung

- ✓ Installation eines Anfahr- und Stützbrenners (analog Verbrennungsanlagen)
- ✓ Konzeptprüfung der Verweilzeit für Genehmigung;
>>> vor Errichtung: Vorlage konkreter Zeichnungen und Berechnungen
- ✓ Vorlage des Messstellenkonzeptes für die Überwachung der Mindesttemperatur
- ✓ Nachweis der Funktionsfähigkeit der Verriegelung durch SV nach Inbetriebnahme

7

**Emissionsbegrenzung - Abgasreinigung (§ 5a Abs. 1)**

Schadstoff	TMW	HSMW	sonstige Bezugszeit
Kohlenmonoxid	50 mg/m ³	100 mg/m ³	-
org. Stoffe (Gesamt-C)	10 mg/m ³	20 mg/m ³	-
Gesamtstaub	10 mg/m ³	30 mg/m ³	-
HCl	10 mg/m ³	60 mg/m ³	-
HF	1 mg/m ³	4 mg/m ³	-
SOx, als SO ₂	50 mg/m ³	200 mg/m ³	-
NOx, als NO ₂	200 mg/m ³	400 mg/m ³	-
Hg	0,03 mg/m ³	0,05 mg/m ³	-
Tl und Cd	-	-	insgesamt 0,05 mg/m ³
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	-	-	insgesamt 0,5 mg/m ³
PCDD/PCDF	-	-	0,1 ng/m ³
Krebserzeugende Stoffe (4)	-	-	insgesamt 0,05 mg/m ³
Sauerstoffbezugswert	11 %		8

**Emissionsbegrenzung - Abgasreinigung (§ 5a Abs. 1)**

Schadstoff	TMW	HSMW	Maßnahme
Kohlenmonoxid	50 mg/m ³	100 mg/m ³	Feuerung
org. Stoffe (Gesamt-C)	10 mg/m ³	20 mg/m ³	Feuerung
Gesamtstaub	10 mg/m ³	30 mg/m ³	Gewebefilter
HCl	10 mg/m ³	60 mg/m ³	Sorptionsstufe
HF	1 mg/m ³	4 mg/m ³	-
SOx, als SO ₂	50 mg/m ³	200 mg/m ³	-
NOx, als NO ₂	200 mg/m ³	400 mg/m ³	SNCR
Hg	0,03 mg/m ³	0,05 mg/m ³	-
Tl und Cd	insgesamt 0,05 mg/m ³		-
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	insgesamt 0,5 mg/m ³		-
PCDD/PCDF	0,1 ng/m ³		Herdofenkoks
Krebserzeugende Stoffe (4)	insgesamt 0,05 mg/m ³		-
Sauerstoffbezugswert	11 %		9



Emissionsbegrenzung - Abgasreinigung (§ 5a Abs. 1)

- **Geplante Abgasreinigung**
 - ⇒ SNCR mit Harnstoffeindüsung im 1. Kesselzug
 - ⇒ Verdampfungskühlung
 - ⇒ konditionierte Trockensorption
 - ⇒ Branntkalk + Herdofenkoks als Sorptionsmittel
 - ⇒ Gewebefilter
- **Beurteilung der Abgasreinigung**
 - ✓ SNCR
 - ✓ Flugstromverfahren mit Abgaskonditionierung

Es werden keine Probleme mit der Einhaltung der Anforderungen der 17. BImSchV erwartet.

10



Kontinuierliche Messungen (§§ 11 und 12)

- **Anforderung**

„Emissionen, Mindesttemperatur, Hilfsgrößen und Verriegelungen sind grundsätzlich kontinuierlich zu überwachen“

 - ⇒ Keine kont. Messung, wenn einzelne Schadstoffe nachweislich auszuschließen oder allenfalls in geringen Konzentrationen zu erwarten sind
 - ⇒ NO₂ nur wenn der Anteil an NO_x > 10 %
 - ⇒ Verzicht auf kontinuierliche Hg Messung, wenn sowohl der TMW als auch HSMW zuverlässig < 20 % der Emissionsgrenzwerte (Nachweis durch E-Messung)
 - ⇒ Verzicht auf HF-Messung, wenn Reinigungsstufe für HCl
 - ⇒ Ausnahmen sind auf Antrag zulässig für HCl, HF, SO₃ und SO₂ wenn die Konzentration < E-Grenzwert

11



Kontinuierliche Messungen (§§ 11 und 12)

➤ **Installierte (geforderte) Messgeräte**

- ✓ Kohlenmonoxid und Gesamt-C
- ✓ Mindesttemperatur am Ende der Verbrennungszone (nach 2 sec)
- ✓ Gesamtstaub
- ✓ gasförmige anorganische Chlorverbindungen, ang. als HCl
- ✓ Schwefeloxide, ang. als SO₂
- ✓ Stickstoffoxide, ang. als NO₂
- ✓ Quecksilber und seine Verbindungen, ang. als Hg
- ✓ Sauerstoffgehalt im Abgas (O₂)
- ✓ Abgastemperatur an der Schornsteinmündung
- ✓ Abgasvolumenstrom
- ✓ Feuchtegehalt der Abgase und Druck (evtl. konstante Werte)
- ✓ Messwertrechner

12



Kontinuierliche Messung (§§ 11 und 12)

➤ **Auswertung und Beurteilung**

- ⇒ Vorlage des Auswertekonzeptes (Parametrierung des Rechners) zur Zustimmung vor Inbetriebnahme
 - Festlegung und Dokumentation der Betriebszustände
 - Anfahren, Regelbetrieb, Störung, Bypass
- ⇒ Aus Einzelmessergebnissen (Schadstoffe) sind HSMW und TMW zu bilden
- ⇒ Umrechnung der HSMW und TMW auf Bezugssauerstoffgehalt
Für Stoffe, deren Emissionen durch Abgasreinigungseinrichtungen gemindert oder begrenzt werden darf die Umrechnung nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessenen O₂-Gehalt über dem Bezugs-O₂-Gehalt liegt
- ⇒ *Die Emissionsgrenzwerte sind eingehalten, wenn kein Tagesmittelwert und kein Halbstundenmittelwert die festgelegten Grenzwerte überschreitet*
- ⇒ Jahresbericht ist innerhalb von 3 Monaten nach Ablauf des Kalenderjahres vorzulegen (Auswertung der Messergebnisse einschließlich Häufigkeit und Dauer der Nichteinhaltung der Mindesttemperatur)

13



Diskontinuierliche Messungen (§§ 13 und 14)

➤ Anforderung = Festlegung im Bescheid

- ⇒ Überprüfung der Verbrennungsbedingungen nach Inbetriebnahme durch § 26 Messstelle 6 Monate nach Inbetriebnahme
- ⇒ Schwermetalle, krebserzeugende Stoffe, Dioxine/Furane, HF
- ⇒ Emissionsmessungen durch § 26 Messstelle für alle Schadstoffe die nicht kontinuierlich überwacht werden
 - in den ersten 12 Monaten nach der Inbetriebnahme eine Messung alle 2 Monate an mindestens einem Tag
 - anschließend in jährlichem Turnus an mindestens 3 Tagen
- ⇒ Die Emissionsgrenzwerte gelten als eingehalten, wenn kein Ergebnis einer Einzelmessung die festgelegten Grenzwerte überschreitet
- ⇒ Für Stoffe, deren Emissionen durch Abgasreinigungseinrichtungen gemindert oder begrenzt werden darf die Umrechnung nur für die Zeiten erfolgen, in denen der gemessenen O₂-Gehalt über dem Bezugs-O₂-Gehalt liegt
(Auslegung wie bisher >> in § 14 jedoch so nicht enthalten)

14



Behandlung der entstehenden Abfälle (§ 7)

➤ Anforderung = Festlegung im Bescheid

- ⇒ Filter- und Kesselstäube sind getrennt von anderen Abfällen zu erfassen ✓
- ⇒ Förder- und Lagersysteme für schadstoffhaltige staubförmige Abfälle sind so auszulegen, dass keine relevanten diffusen Emissionen ausgehen können
 - ✓ geschlossene Fördersysteme, Lagerung in Silos mit Bunkeraufsatzfilter
- ⇒ Vor der Verwertung oder Beseitigung der Abfälle sind Analysen durchzuführen; betrifft insbesondere Schlacken, Rostaschen sowie Filter- und Kesselstäube ✓

15



Störungen des Betriebes (§ 16)

➤ Anforderung

- ⇒ Ergibt sich aus Messungen, dass einzelne Anforderungen nicht erfüllt werden, ist dies unverzüglich der zuständigen Behörde mitzuteilen
- ⇒ Zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Betriebes sind durch den Betreiber unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen
- ⇒ Die zuständige Behörde hat dies durch Überwachungsmaßnahmen sicherzustellen
- ⇒ Für technisch unvermeidbare Ausfälle der Abgasreinigungseinrichtung soll die zuständige Behörde den Zeitraum festlegen, währenddessen von den E-Grenzwerten abgewichen werden darf
 - gilt nicht für Gesamt-C und CO
 - max. 4 aufeinanderfolgende Stunden und max. 60 Stunden innerhalb eines Kalenderjahres
 - HSMW für Staub $\leq 150 \text{ mg/m}^3$

16



Störungen des Betriebes (§ 16)

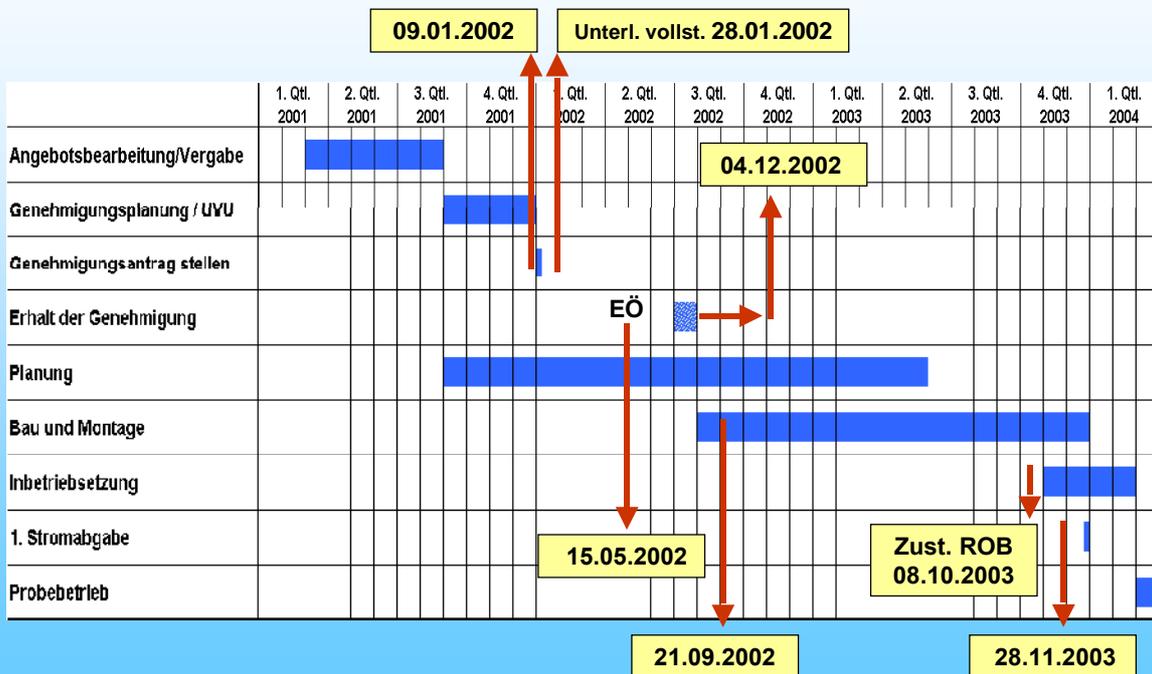
➤ Lösung (Auflagen)

- ✓ Ergibt sich aus Messungen, dass einzelne Anforderungen nicht erfüllt werden, ist dies unverzüglich der zuständigen Behörde mitzuteilen
- ✓ Zur Wiederherstellung des ordnungsgemäßen Betriebes sind durch den Betreiber unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen
- ✓ Störmeldungen durch optisches und akustisches Signal im Leitstand der Anlage
- ✓ Für technisch unvermeidbare Ausfälle der Abgasreinigungseinrichtung soll die zuständige Behörde den Zeitraum festlegen, währenddessen von den E-Grenzwerten abgewichen werden darf
 - gilt nicht für Gesamt-C und CO
 - Aufstellung der Behörde zur Zustimmung vorlegen (vor Inbetriebnahme)
 - max. 4 aufeinanderfolgende Stunden und max. 60 Stunden innerhalb eines Kalenderjahres
 - HSMW für Staub $\leq 150 \text{ mg/m}^3$

17



Ablauf des Genehmigungsverfahrens



Zusammenfassung

- 17. BImSchV kann bei Altholzwerkwerken ohne besondere technische Schwierigkeiten erfüllt werden - bescheidmäßige Umsetzung der „neuen“ 17. BImSchV muss noch erfolgen
- I.d.R. keine Akzeptanz für Altholzwerkwerke in der Öffentlichkeit
- Vorbereitung des Genehmigungsverfahrens ist besonders wichtig
 - Information der Öffentlichkeit
 - Rechtzeitige Einbindung der Genehmigungsbehörde bereits bei der Planungsphase
- Konzeptprüfung im Genehmigungsverfahren hat sich bewährt
- Einhaltung der Fristen aus § 10 BImSchG fordert aktives Projektmanagement (sowohl beim Betreiber als auch bei der Behörde)

Betrieb eines Zementwerkes nach den Anforderungen der 17. BImSchV beim Einsatz von 100 % Abfällen

Prof. Jochen Blumbach, Dipl.-Ing. Rainer Zwick (Vortragender)

Beschreibung Zementwerk

Ein Zementwerk ist eine chemische Fabrik (Folie 2 und 3), in der aus den Ausgangsstoffen Kalk, Sand, Ton und Eisenoxid durch eine chemische Umsetzung der Zementklinker (Calciumsilicate, Calciumaluminat u. a.) im Zementklinkerdrehrohrofen erzeugt wird. Kennzeichnend für den Klinkerbrennprozess sind das Gegenstromprinzip und die sehr hohen Brennguttemperaturen von über 1.450°C bei Gastemperaturen von ca. 2.000°C. Das für Hochtemperaturprozesse typische; weil energiesparende; Gegenstromverfahren bedeutet, dass das Ofenmehl im Wärmetauscher oben aufgegeben wird und als Klinker den Ofen am Ofenauslauf verlässt, während die heißen Verbrennungsgase gegen den Brenngutstrom von Ofenauslauf zum Wärmetauscherkopf strömt (Folie 4). Der Zementofen hat beachtliche Dimensionen (Folie 5) und damit auch sehr gute Verbrennungsbedingungen. Der grobkörnige Klinker, als Zwischenprodukt der Zementherstellung, wird mit Gips und ggfs. mit anderen Zusätzen in Zementmühlen zum staubfeinen Zement vermahlen.

Energie

Der Energieverbrauch beim Klinkerbrennen ist durch die endotherme Reaktion sehr groß und liegt bei ca. 3.600 kJ/kg_{Klinker} (und damit sehr nahe am praktisch erreichbaren Wert) oder bei einer Tagesleistung an 3.000 t/d von 17 t/h Steinkohle (Folie 6). Einzige Einsparmöglichkeit bei den Energiekosten stellt die Substitution der teuren Regelbrennstoffe durch preiswertere Sekundärbrennstoffe dar. Die Fa. Märker Zement hat neben den bekannten Regelbrennstoffen auch noch die Sekundärbrennstoffe Altreifen, Altöl, Lösemittel, Fesbo, Altholz, ÖVB genehmigt (Folie 7).

Emissionen

Die Emissionen der Klinkerproduktion werden von vielen Faktoren beeinflusst.

- Die Verbrennungsbedingungen stellen, wie oben kurz beschrieben, ideale Voraussetzungen für die Einhaltungen der Feuerungsanforderungen der 17. BImSchV dar: die Verweilzeit bei einer Temperatur von über 850 C liegt bei ca. 8 sec (Folie 8). Damit wird sichergestellt, dass die organischen Inhaltsstoffe der eingesetzten Brennstoffe zerstört werden.
- Bei den Schwermetallen stammt der Haupteintrag aus dem Rohmaterial (Folie 9), die Schwermetallgehalte der genehmigten Sekundärbrennstoffe liegen im Bereich der Regelbrennstoffe. Schwermetalle werden, unabhängig von ihrer Herkunft, sicher in die Gittermatrix der Calciumsilicate und Calciumaluminat eingebunden. Durch diese Substitution verändern sich die Zementeigenschaften praktisch nicht.
- Durch das alkalische Rohmaterial werden die sauren Verbrennungsgase, die vor allem durch die Elemente Chlor, Fluor und Schwefel entstehen, sicher neutralisiert. Die entstehenden Salze, vor allem das CaCl₂, stellen weniger ein umwelt- als ein verfahrenstechnisches Problem dar, da das CaCl₂ bei 650°C kondensiert und zu Anbackungen und Verstopfung im Wärmetauscher führt. Beim Schwefel macht sich der hohen Anteil an (schwefelarmen) Sekundärbrennstoff so-

gar negativ bemerkbar, da ein bestimmter Schwefelgehalt im Klinker notwendig ist (Sulfatisierungsgrad).

- Im Klinkerbrennprozess gibt es eine Reihe brennstoffunabhängiger Emissionen: Staub, NO_x und bedingt durch das Gegenstromverfahren - Emissionen von CO_2 , CO und C_{ges} beim Erhitzen des Rohmaterials.

Neues SNCR-System

Stand der Technik war lange Zeit der Grenzwert von 800 mg/m^3 für Altanlagen.

Bei der Auswahl des neuen Systems (Folie 11) sollten einige klinkerbrennprozessstypische Einflussfaktoren berücksichtigt werden (Folie 12). Ohne weitere Probleme konnte der neue anspruchsvolle Grenzwert von 500 mg/m^3 eingehalten werden. Die Installation (Folie 13) ist allerdings sehr aufwändig. Es werden bisher 6 Zerstäuberdüsen (Folie 14) eingesetzt und es sollen jetzt im Rahmen des Forschungsvorhabens noch weitere 4 zusätzliche folgen.

Ziel ist es zukünftig den Grenzwert von 200 mg/m^3 zu unterschreiten (Folie 15).

Anforderungen an Brennstoffe

Die Anforderungen an die Brennstoffe werden in weiteren Vorträgen (auch eines unserer Lieferanten) im Detail vorgetragen.

Deshalb hier nur Grundsätzliches:

Chemische Parameter wie Heizwert, Schwermetallgehalt, Chlor, usw. werden festgelegt,

Physikalische Parameter wie spez. Oberfläche, Kantenlänge, Viskosität usw. sind definiert.

Die Qualitätssicherung wird ausschließlich bei den Lieferanten durchgeführt, Märkte kontrolliert durch gezielte Probenahme und interne sowie externe (behördliche) Gegenanalyse (Qualitätskontrolle).

Weitere wichtige Forderungen stellen die Verfügbarkeit und die Menge der eingesetzten Brennstoffe dar (Folie 16).

Sekundärbrennstoffeinsatz

Der Sekundärbrennstoffeinsatz bedarf einer zusätzlichen angepassten Technologie, um den Klinkerbrennprozess zu beherrschen (Folie 17 und 18).

Emissionen des Zementofens der Märker Zement

Die Senkung einiger Emissionsgrenzwerte zeigt beispielhaft Folie 19. Die aktuellen Emissionsgrenzwerte zeigt die Tabelle der Folie 20.

Durch die Kombination des Zementklinkerbrennprozess mit fortschrittlicher Emissionsminderungstechnik, angepasster Prozesstechnik und ausgewählten Einsatzstoffen sind auch bei Einsatz von 100 % Sekundärbrennstoffen die Anforderungen der 17. BImSchV erfüllbar.

Die Fa. Märker Zement ist der Überzeugung, dass die Bemühungen im Bereich des Umweltschutzes am Beispiel der Emissionswerte erfolgreich und vorzeigbar sind. Deshalb werden diese Daten auch im Internet veröffentlicht (Folie 20).

Betrieb eines Zementwerkes nach den Anforderungen der 17. BImSchV beim Einsatz von 100 % Abfällen



Prof. Jochen Blumbach
Rainer Zwick (Vortragender)

Bay. Landesamt für Umweltschutz
Mitverbrennung von Abfällen
01. April 2004

Ein Zementwerk ist eine chemische Fabrik

- Ausgangsstoffe: Kalk [CaO] => C
 Sand [SiO₂] => S
 Ton [Al₂O₃] => A
 Eisenträger [Fe₂O₃] => F

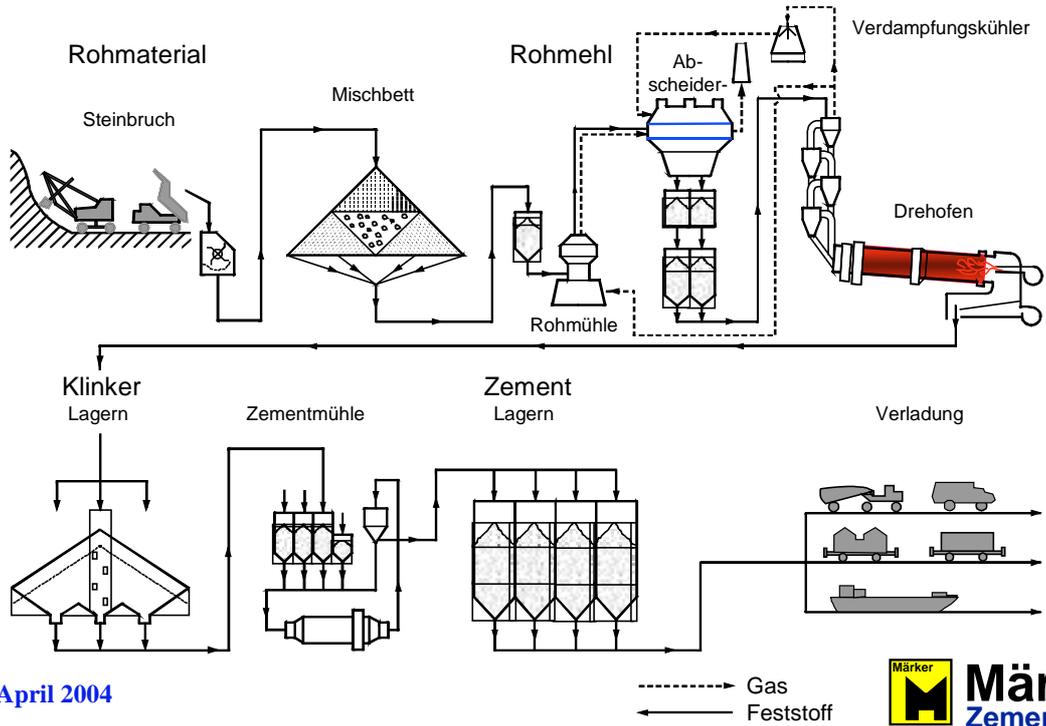
- Reaktionen: 2C + S <=> C₂S (Belit)
 3C + S <=> C₃S (Alit)
 3C + A <=> C₃A (Celit)
 2C + A+ F <=> C₂(A,F)

Die Reaktionsprodukte sind keine stöchiometrischen chemischen Verbindungen, ihre Zusammensetzung ist unscharf

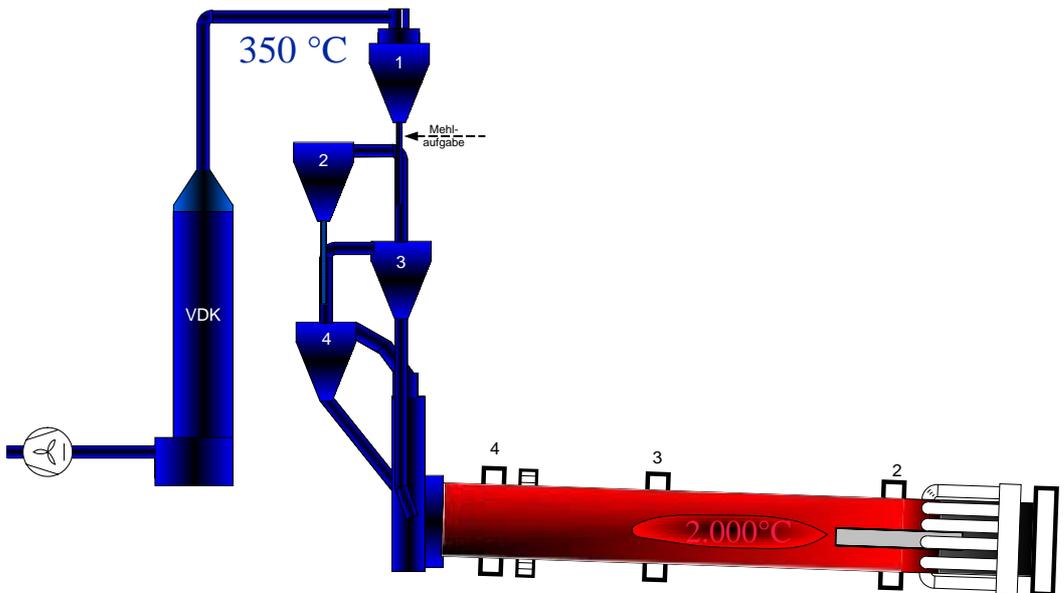
April 2004



Zementproduktion



Drehofenanlage mit Zyklonvorwärmer



Zementdrehofen

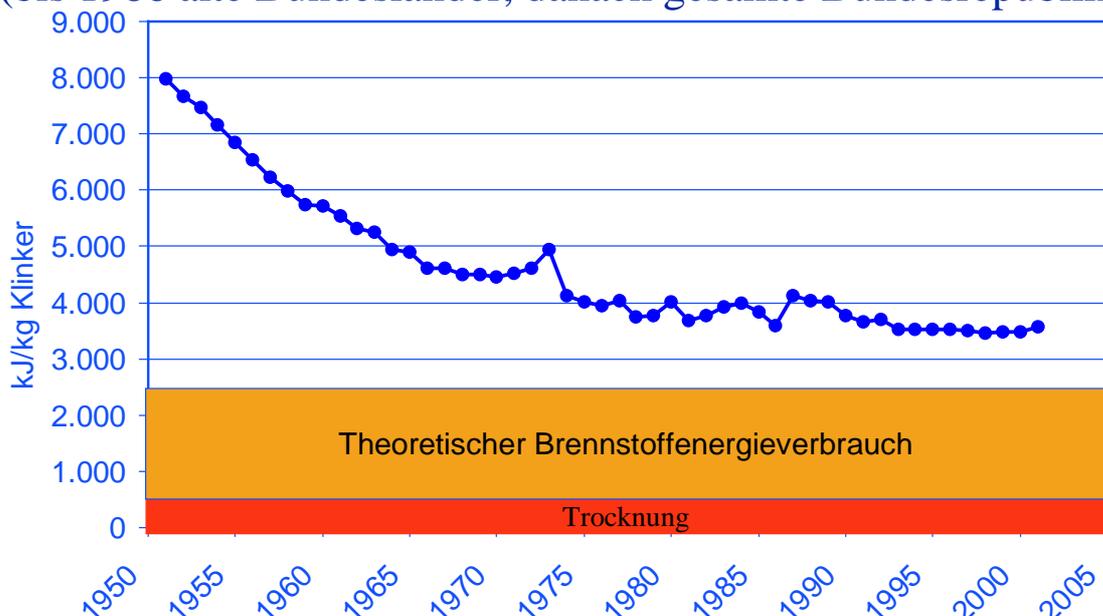
Hersteller F.L.Smidth

- mit 4-stufigen Wärmetauscher (mit 2 Strängen)
- mit 10 Satellitenkühlern
- Außendurchmesser: 5,5 m
- Länge: ca. 89 m
- Aufgabemenge Ofenmehl: 205 t/h
- Klinkerleistung: 3.000 t/d
- Feuerungswärmeleistung FWL 117 MW

April 2004



Spezifischer thermischer Energieeinsatz (bis 1986 alte Bundesländer, danach gesamte Bundesrepublik)



April 2004



Brennstoffmenü des Zementofens

- Regelbrennstoffe
 - Steinkohle
 - Braunkohle
 - Heizöl-S
 - Petrolkoks
 - Erdgas
- Sekundärbrennstoffe
(max. 100 % FWL)
 - Altreifen
 - Altöl-Lösemittel (RC-Öl)
 - feste Produktionsabfälle
(Fesbo)
 - Altholz
 - ÖVB

April 2004



Emission I Organische Inhaltsstoffe der Brennstoffe

- Problemlösung

	Ofen 7	17. BImSchV
VWZ	ca. 8 sec	2 sec
Temperatur	> 1.200 °C	> 850°C

⇒ **Organik kein Problem**

April 2004



Emission I I

Anorganische Inhaltsstoffe

- **Schwermetalle**

Verhältnis:
$$\frac{\text{Brenngut}}{\text{Brennstoff}} = \frac{10}{1}$$

chemische Fixierung in Klinkerphasen

- **Chlor, Fluor, Schwefel...**

Chlor: kondensiert als CaCl_2 bei ca. 650°C

Fluor: Mineralisierungsmittel, Abscheidung als CaF

Schwefel: notwendig zur Klinkerbildung (Sulfatisierungsgrad)

Abscheidung als CaSO_3

April 2004



Emission III

brennstoffunabhängige Emissionen

- **Staub**

Entstaubung dient sowohl der Produktgewinnung als auch dem Umweltschutz

- **Stickoxide NO_x**

Klinkerbrennprozess mit ca. 2.000°C
überwiegend „thermisches“ NO_x

- **Rohmaterial-bedingte Emissionen**

Nachteil Gegenstromprinzip:
organische Anteile des Rohmaterials gelangen in das Abgas (CO_2 , Gesamt-C, CO)

April 2004



Neues SNCR-System

- große Düsenanzahl
- Aktive Temperaturmessung
- Einzelregelung jeder Düse
- ⇒ gute Zerstäubung über gesamten Regelbereich
- ⇒ gleichmäßige Verteilung
- ⇒ niedriger Verbrauch
- ⇒ keine negative Beeinflussung des Produktes

April 2004



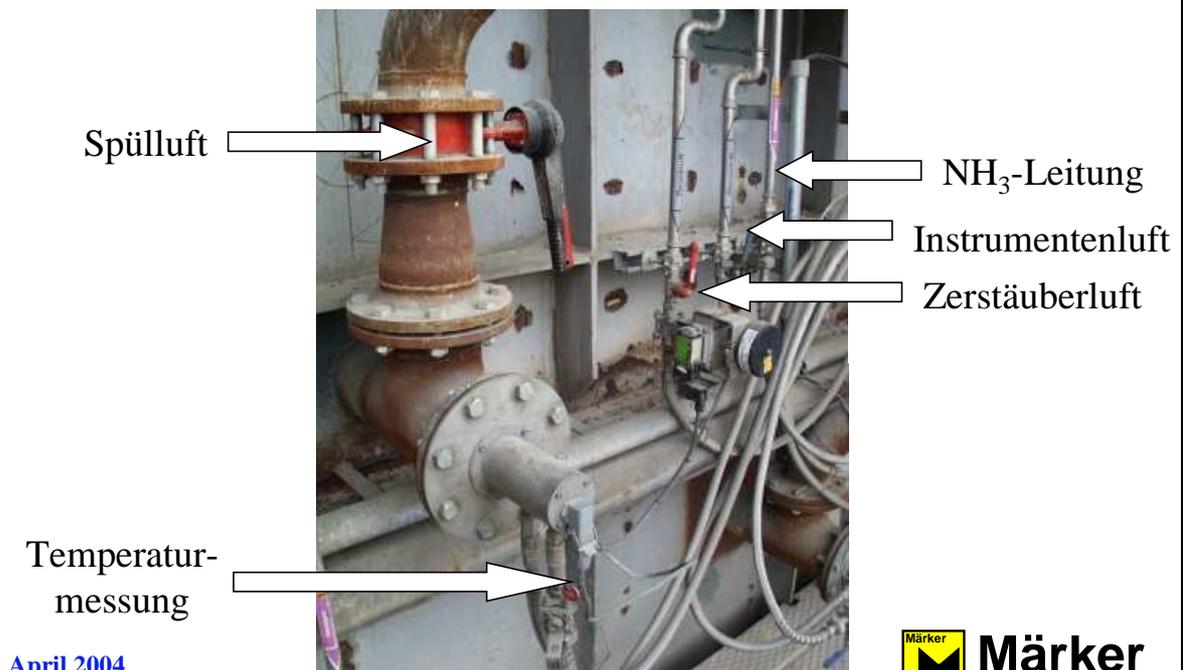
Forschungsprojekt

- Online-Messung im Rohgas
(Abschätzung der Übertragbarkeit)
- Messung NH_3 -Verbrauch
- Online-Messung NO_x -Kamin
- Online-Messung der Temperaturen am Eindüsor
- Online-Messung Schlupf

April 2004



Einzelansicht NH₃-Düse



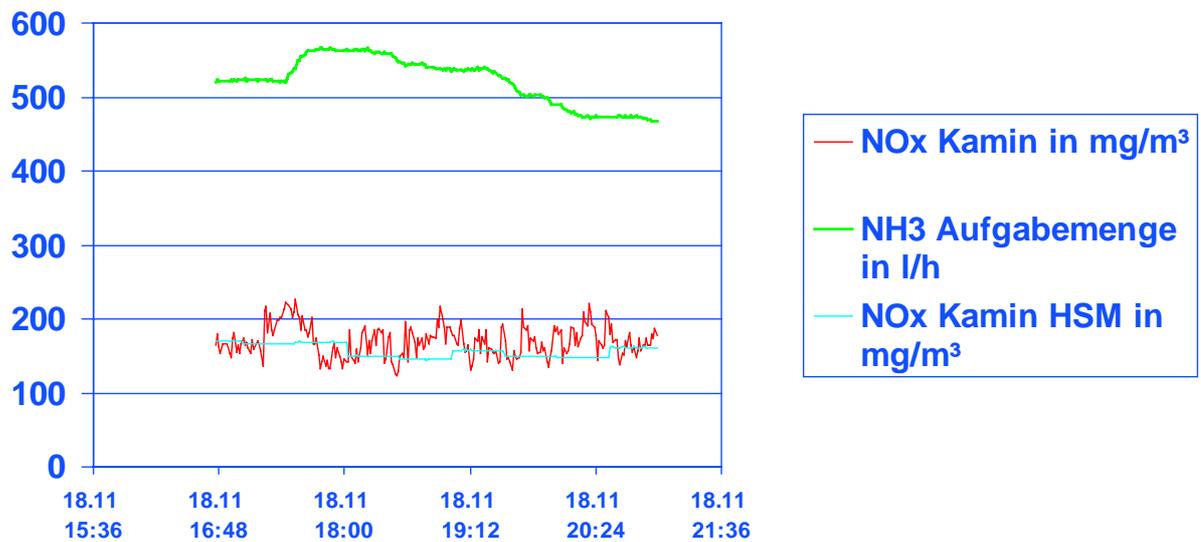
Anordnung der NH₃-Düsen im Steigkanal



April 2004

Märker Zement GmbH

Tastversuche SNCR-Ergebnisse



April 2004



Anforderungen an Brennstoffe

- Festgelegte Qualität
 - chemische Parameter
 - physikalische Parameter
- Qualitätssicherung
- Verfügbarkeit (Zeit und Menge)

April 2004

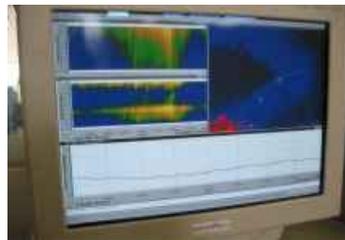


Sekundärbrennstoffeinsatz

erfordert

- Neuen Brenner
- Spezielle 3-Stoff-Zerstäuberdüse
- Tank-Mischlager
- Dosieranlagen für feste, stückige Brennstoffe
- Eigene Aufbereitungsanlagen
- Neuronale Netze zur Konstanthaltung der Flamme

April 2004



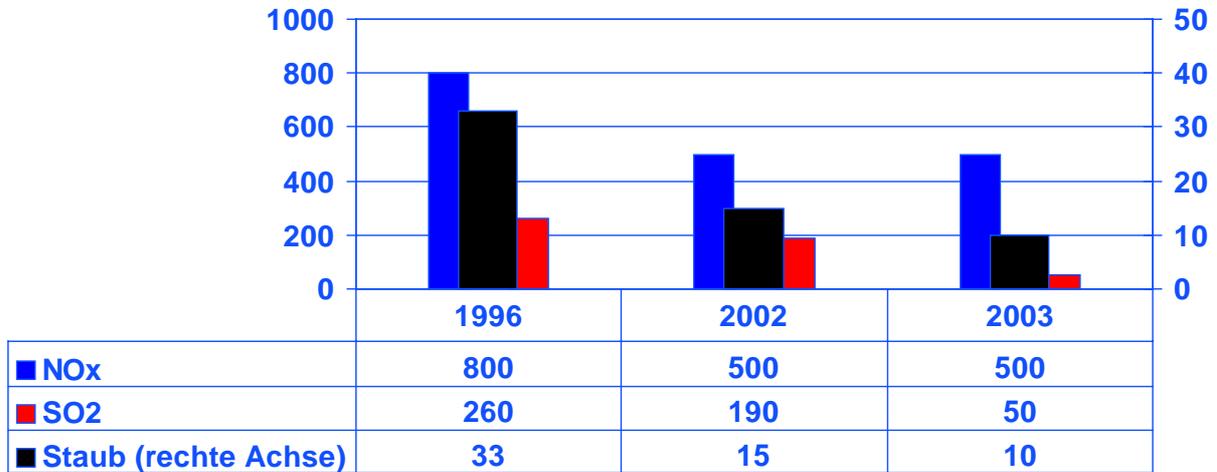
Leitstand mit Powitec



April 2004



Entwicklung der Emissionsgrenzwerte



April 2004



Aktuelle Emissionsgrenzwerte (beispielhaft)

Staub	kontinuierlich	10 mg/m ³ (norm) _{tr}
Schwefeloxide	kontinuierlich	50 mg/m ³ (norm) _{tr}
Stickstoffoxide	kontinuierlich	500 mg/m ³ (norm) _{tr}
Chlorwasserstoff	diskontinuierlich	10 mg/m ³ (norm) _{tr}
Hg	kontinuierlich	0,03 mg/m ³ (norm) _{tr}
PCDD/F	diskontinuierlich	0,04 ngTE/m ³ (norm) _{tr}

April 2004



Wichtigste Punkte zur Emissionsminderung

- Brennpunkt: hohe Temperatur, lange VWZ, alkalische Umgebung, Gegenstromverfahren
- Wärmetauscher: Trockensorptionsverfahren
- VDK: Einstellung geringer Abgastemperaturen
- Rohmühle: Schaffung reaktiver Oberflächen
- Entstaubung: Abscheidungsraten > 99,999999998 %

April 2004



Veröffentlichung der Emissionen

siehe
www.maerker-gruppe.de

April 2004



Kontinuierliche Emissionsüberwachung in einem Zementwerk bei der Mitverbrennung von Abfällen

Dr. Franz Koubowetz, Südbayerisches Portland-Zementwerk, Gebr. Wiesböck & Co. GmbH

Das Zementwerk Rohrdorf hat schon auf Grund seiner geographischen Lage immer den Schutz der Umwelt, Nachhaltigkeit und ein gutes Verhältnis zu seinen Nachbarn auf seine Fahnen geschrieben; gilt doch dieser Bereich als Tor zu den Alpen, einer der sensibelsten Regionen Mitteleuropas.

So wurde in Rohrdorf stets auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen den Erfordernissen der Ökonomie und Ökologie geachtet, was im Klartext heißt, dass ökonomische Erfordernisse immer den ökologischen Gegebenheiten angepasst wurden (und werden). Nur so konnte die hohe Akzeptanz des Standortes durch die Umgebung erreicht und gefestigt werden.

Im Zuge des zunehmenden Einsatzes von Sekundärroh- und brennstoffen wurde die Öffentlichkeit durch verschiedene Einrichtungen, wie Tage der offenen Tür, Umwelttage usw. über die Vorhaben von technischen Experten umfassend informiert, sodass immer Klarheit darüber herrschte, was im Zementwerk an Innovationen auf diesem Gebiet zur Anwendung kam.

Die heute im Einsatz stehenden Sekundärstoffe sind:

- a) Sekundärrohstoffe, wie Gießereialsand, Spezialkalk und Papierfangstoffe. Gießereialsand ist im Grunde Quarzsand, der in Gießereien zur Herstellung von Formen für den Metallguss eingesetzt wird. Spezialkalk besteht im Wesentlichen aus Kalk, Graphit (etwa 10 %), und geringe Anteile Ammonium, letzterer bewirkt eine Reduktion der Stickoxidemissionen. Papierfangstoffe sind die für die Kartonagenproduktion zu kurzen Fasern, sie werden in vielen Zementwerken als Sekundärrohstoffe eingesetzt; allfälligen Geruchsbelästigungen wird durch ein geschlossenes System entgegengewirkt.
- b) Sekundärbrennstoffe, das sind BPG (**B**rennstoffe aus **p**roduktionsspezifischen **G**ewerbeabfällen) und Altreifen. Die thermische Entsorgung von Altreifen unter den kontrollierten Bedingungen eines Zementofens war und ist die einzige volkswirtschaftlich sinnvolle Umsetzung des Energieinhaltes des Reifens in thermische Energie.

Die Qualitätssicherung aller Sekundärbrennstoffe ist die *conditio sine qua non* der Anwendung. Neben den Kontrollen im Werkslaboratorium werden entsprechende Rückstellproben abgestellt, wodurch die Rückverfolgbarkeit gewährleistet ist.

Besonderes Augenmerk ist natürlich der Emissionssituation unter diesen Bedingungen zu widmen. An der Drehofenanlage werden die Staubemissionen, sowie die Emissionen von NO_x, SO₂, CO, Hg, CO₂, NH₃ und O₂ ständig kontinuierlich gemessen; Massenströme, Feuchte des Abgases und Abgasmenge werden laufend registriert. Hiefür stehen behördlich zugelassene Messapparaturen in dauerndem Einsatz, deren Ergebnisse im Emissionsrechner als Halbstundenmittelwerte u/o Tagesmittelwerte aufgezeichnet, klassifiziert und den Behörden gemeldet werden.

Es ist uns auf diese Weise gelungen, ein Vertrauensverhältnis sowohl mit der Bevölkerung der Umgebung und deren politisch Verantwortlichen, wie auch mit den Behörden aufzubauen, das uns beflügelt, in diesem Sinne in vollem Konsens weiter zu arbeiten, um die wirtschaftlichen Erfordernisse in ökologisch verträgliche Lösungen zu bringen.

Fachtagung LfU 01. April 2004

Mitverbrennung von Abfällen in genehmigungsbedürftigen Anlagen

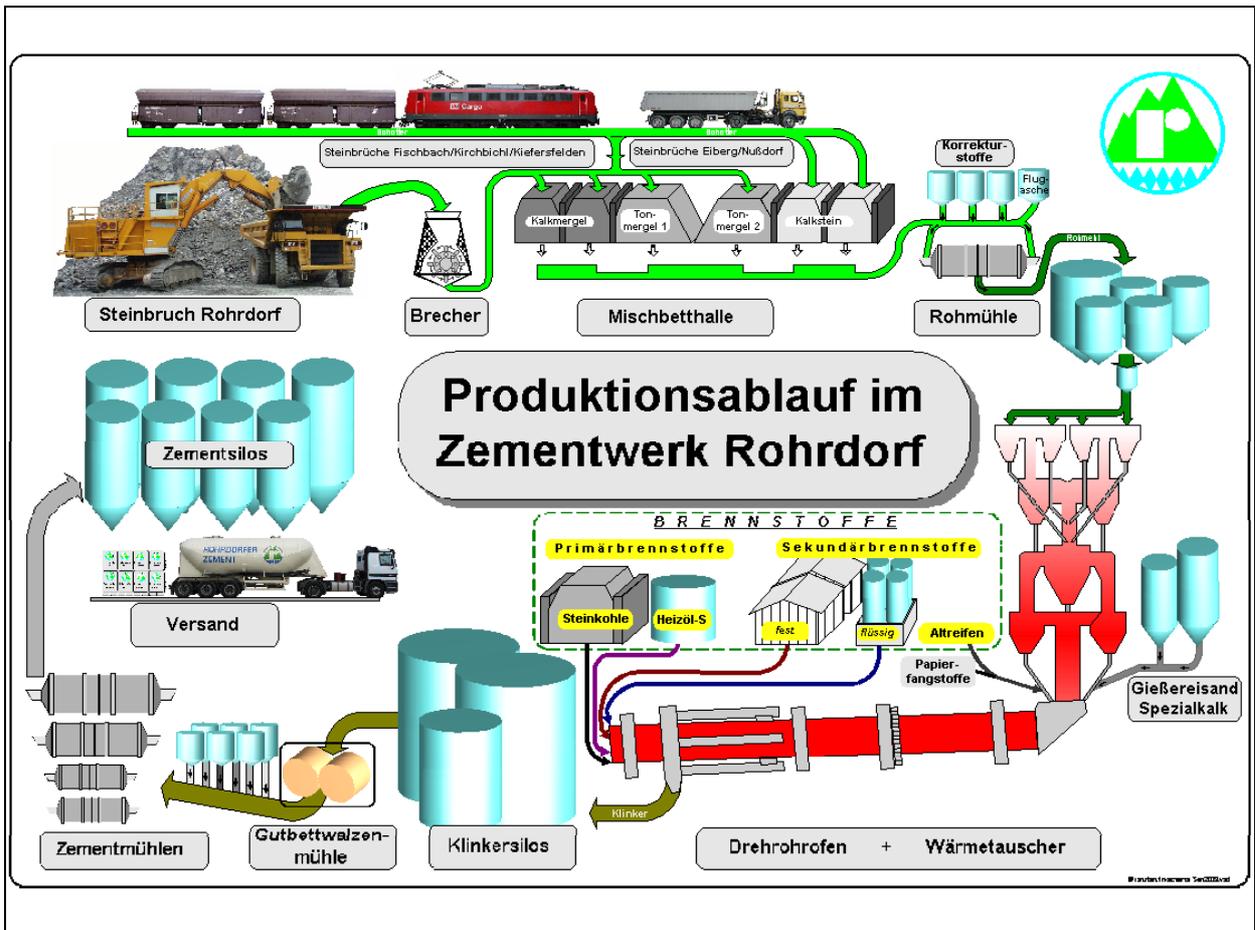


Kontinuierliche Emissionsüberwachung in einem Zementwerk bei der Mitverbrennung von Abfällen

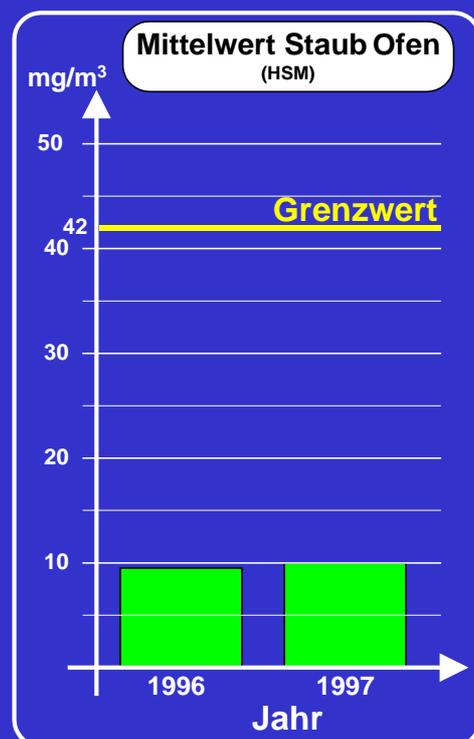
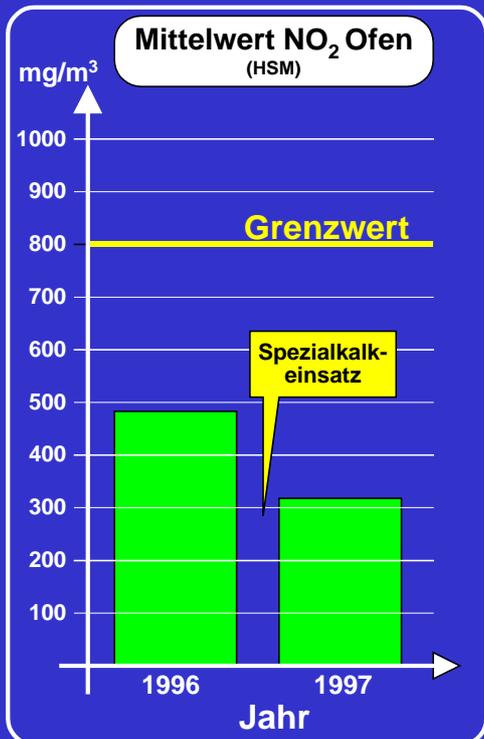
1. Vorstellung des Werkes mit Produktionsablauf
2. Einsatz der Sekundärstoffe
3. Eingangsprüfung der Sekundärbrennstoffe
4. Übersicht der Grenzwerte gemäß 17. BImSchV
5. Vorstellung der kontinuierlichen Messgeräte mit Auswertung im Zementwerk Rohrdorf
6. Kontinuierliche Hg-Messung
7. Kontinuierliche Gasmessung
8. Registrierung und Dokumentation

Zementwerk Rohrdorf





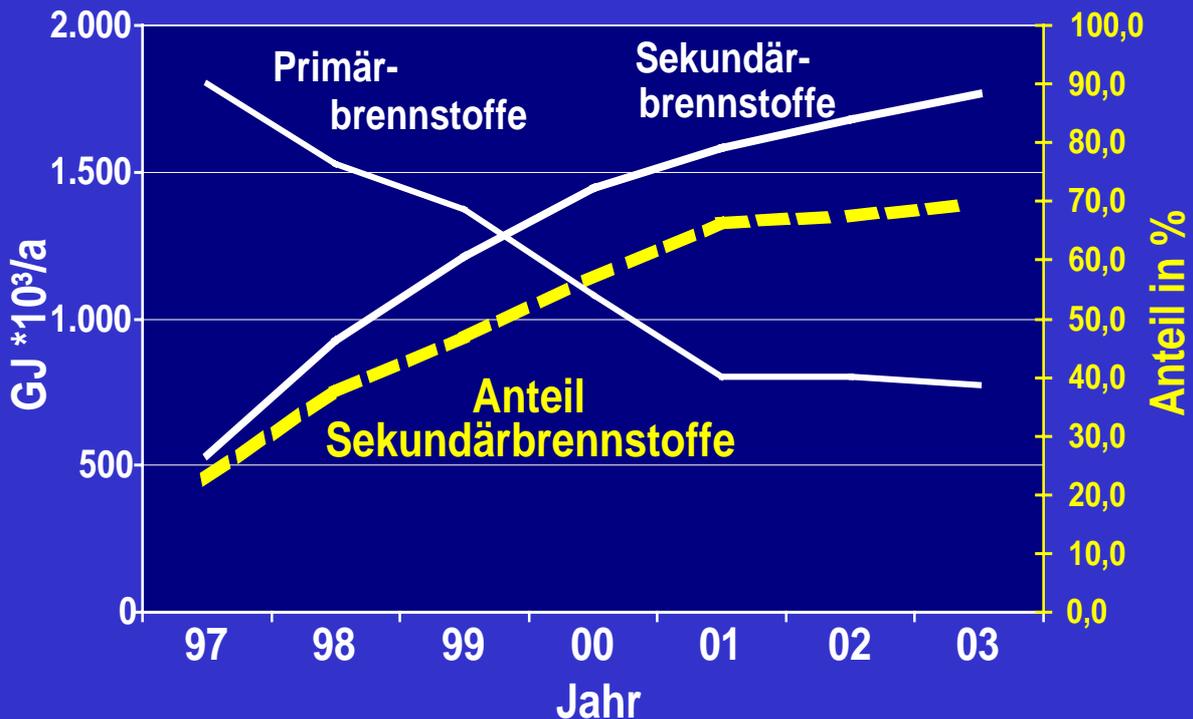
Einsatz von Gießereisand und Spezialkalk



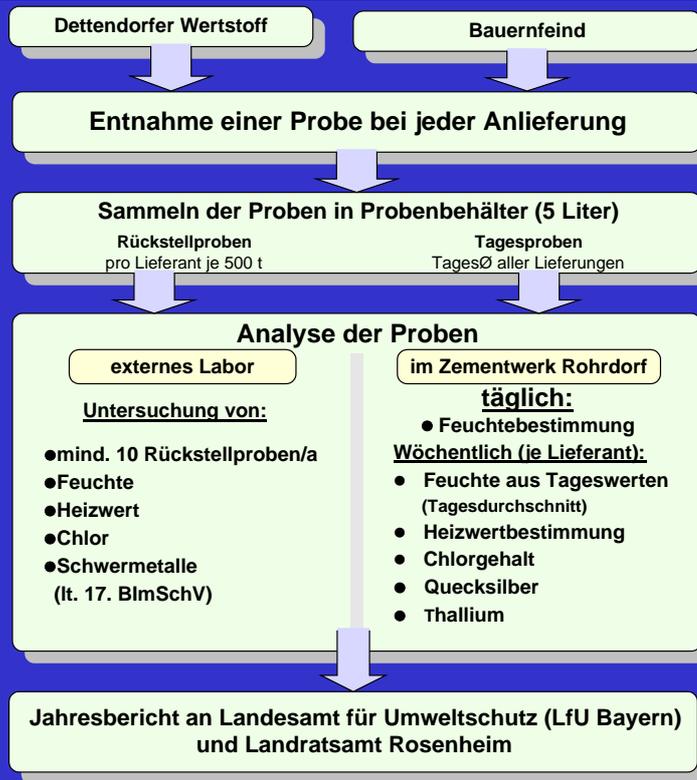
Brennstoffe aus produktionsspezifischen Gewerbeabfällen (BPG)



Anteil Primär-/Sekundärbrennstoffe 1997 - 2003



Ablauf bei der Probennahme und chem. Analyse von Sekundärbrennstoffen



Vergleich von mittleren Spurenelementgehalten (alle Angaben in mg/kg)



Element	Rohmehl	Kohle	Altreifen	BPG
Cd	0,15	1	8	0,31
Tl	0,78	3,3	0,3	0,47
Hg	0,05	0,4	0,2	0,11
As	15	17	20	0,95
Co	5	15	250	4,2
N	23	43	30	8,5
Pb	15	70	70	9,4
Cr	39	28	40	16
Cu	11	33	450	30

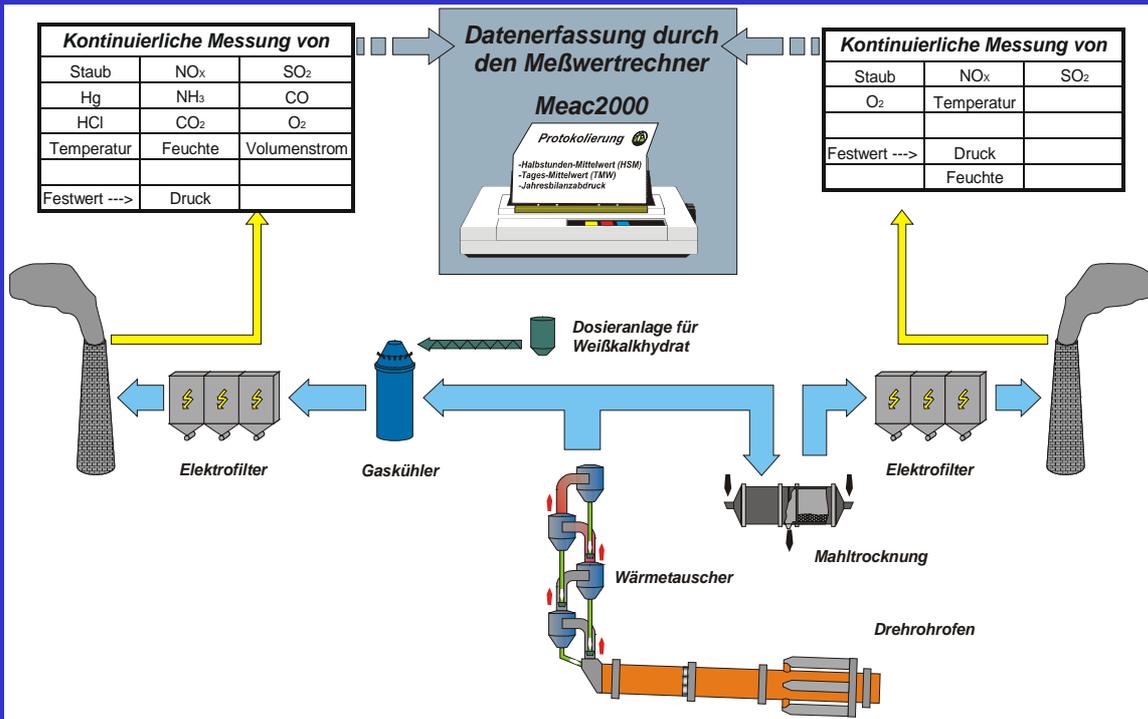
Übersicht der Grenzwerte gemäß 17. BImSchV



Parameter	Neue TA-Luft	17. BImSchV		17. BImSchV	
	Inkraft seit 01.10.2002 Annex f. Zem. Ind. mit Regelbrennst.	Annex für Zementindustrie ¹⁾ (Mivverbrenner)		Verbrennungsanlagen (Monoverbrenner)	
	TMW	HMW	TMW	HMW	TMW
	in [mg/Nm ³ , trocken bezogen auf 10%O ₂]				
Staub	20	40	20	30	10
SO ₂ + SO ₃	350	200 ²⁾	50 ²⁾	200	50
NO + NO ₂	500	400 (1000) ¹⁾	200 (500) ¹⁾	400	200
NH ₃	-	-	-	-	-
C _{org}	-	20 ²⁾	10 ²⁾	20	10
CO	-	- ³⁾ 2)	- ³⁾ 2)	100	50
HCl	30	60	10	60	10
HF	3	4	1	4	1
Cd + Tl	7)	0,05		0,05	
Hg	0,05	0,05 (0,1) ⁴⁾	0,03 (0,05) ⁴⁾	0,05	0,03
Sb + As + Pb + Cr + Co + Cu + Mn + Ni + V + Sn	7)	0,5		0,5	
As+Cd+Co+Cr+benzo(a)pyren	-	0,05		0,05	
Benzol	5 (1) ⁴⁾	-		-	
Dioxine/Furane	0,1 [ng/Nm ³]	0,1 [ng/Nm ³]		0,1 [ng/Nm ³]	

¹⁾ Für Altanlagen Ausnahme befristet bis 30.10.2007 möglich, wenn Stand der Technik
²⁾ Ausnahmeantrag möglich, wenn Rohmaterial bedingt und keine Erhöhung der Emissionen durch Abfälle
³⁾ Behörde hat einen Grenzwert festzulegen
⁴⁾ Benzol 5 mg/Nm³, anzustreben ist 1 mg/Nm³

Fließbild Gasströme – Anordnung der kontinuierlichen Messeinrichtung



Kontinuierliche Staub-Messeinrichtung SICK RM 210

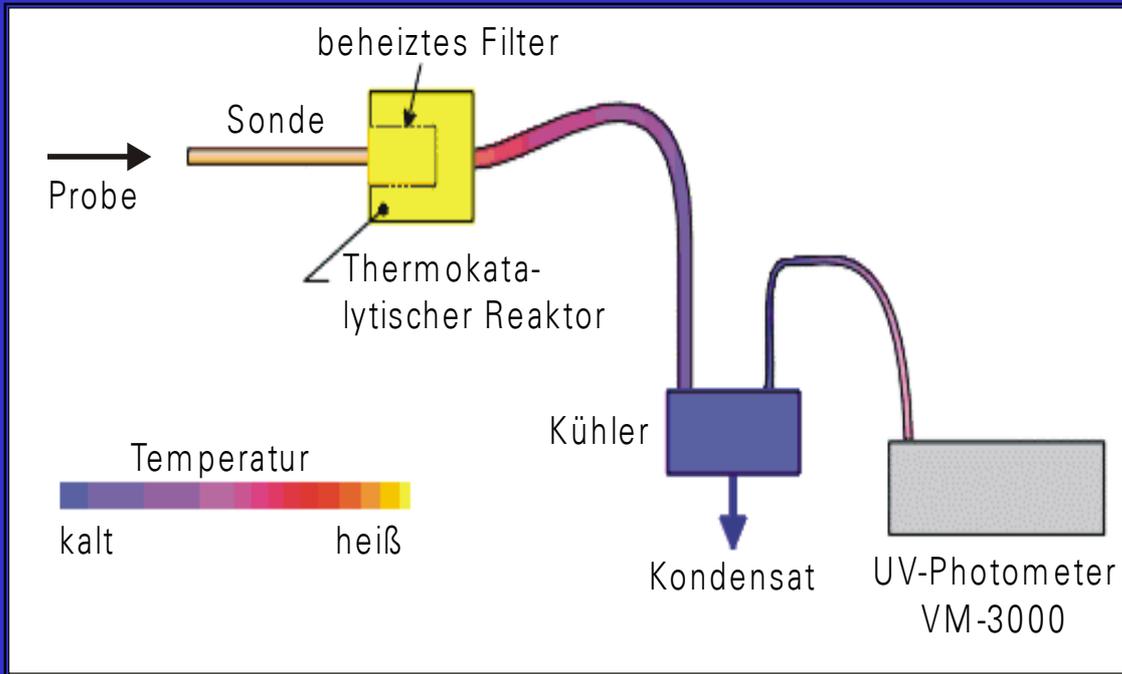


Eignungsgeprüfte Quecksilbermessgeräte



Hersteller	Mercury Instruments	Opsis AB	Sick UPA GmbH	Semtech AB	Seefeldler Messtechnik	Durag AG (Verewa)
Gerätetyp	SM 3	AR 602 Z	Mercem	Hg 2010	Hg CEM	HM 1400 TR
Messprinzip / Hg-Reduktion	extraktiv / thermokatalytisch	in-situ	extraktiv / nasschemisch	extraktiv / nasschemisch	extraktiv / thermokatalytisch	extraktiv / thermokatalytisch
Datum der Eignungsprüfung	08/1999	06/1994	04/2001	10/2000	10/2000	04/2001
gemessene Komponenten	elementares + ionisches Hg	elementares Hg	elementares + ionisches Hg	elementares + ionisches Hg	elementares + ionisches Hg	elementares + ionisches Hg
Messbereich in $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$	0 – 75	0 – 150	0 – 45 0 – 75	0 – 45 0 – 100	0 – 45 0 – 75	0 – 45
Anmerkungen / Einschränkungen laut Eignungsprüfung	SO ₂ Querempfindlichkeit ab Konzentrationen > 100 mg/Nm ³	Nachweis nur von elementarem Quecksilber	Antwortzeit (t-90) von 360 s Mindestförderung für Konti-Geräte: 200 s	---	Antwortzeit (t-90) von 360 s Mindestförderung für Konti-Geräte: 200 s	Zugelassener Temperaturbereich von 5 bis 30 °C

Funktionsprinzip eines Hg-Ansalyators mit Thermokatalysator



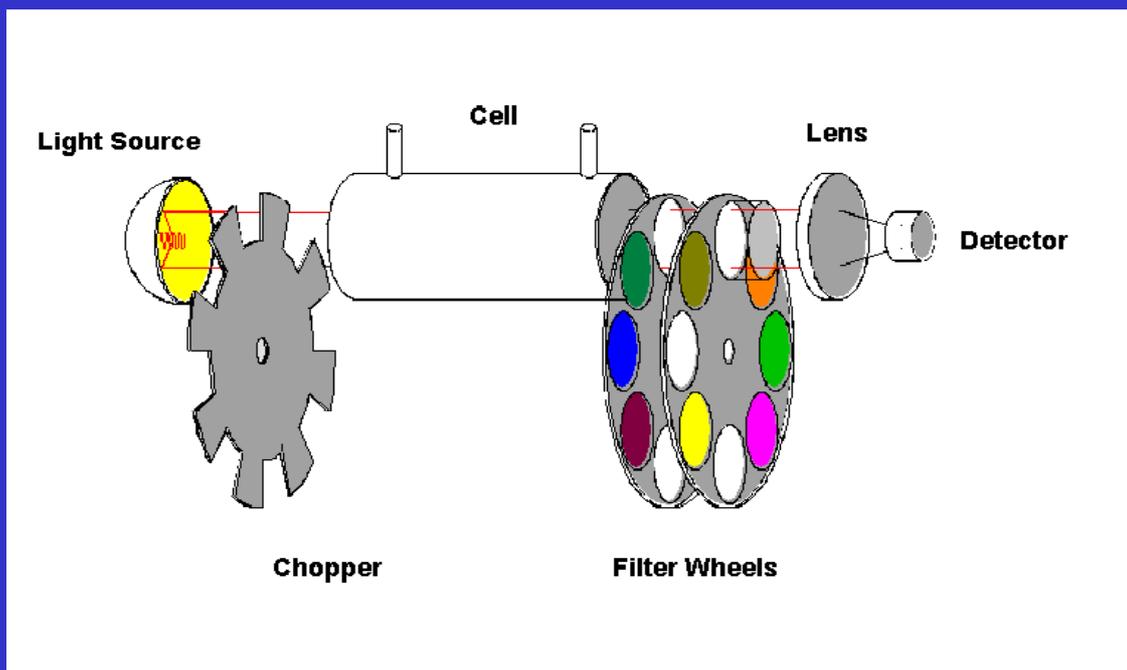
Kontinuierliche Hg-Messeinrichtung MERCURY INSTRUMENTS SM 3



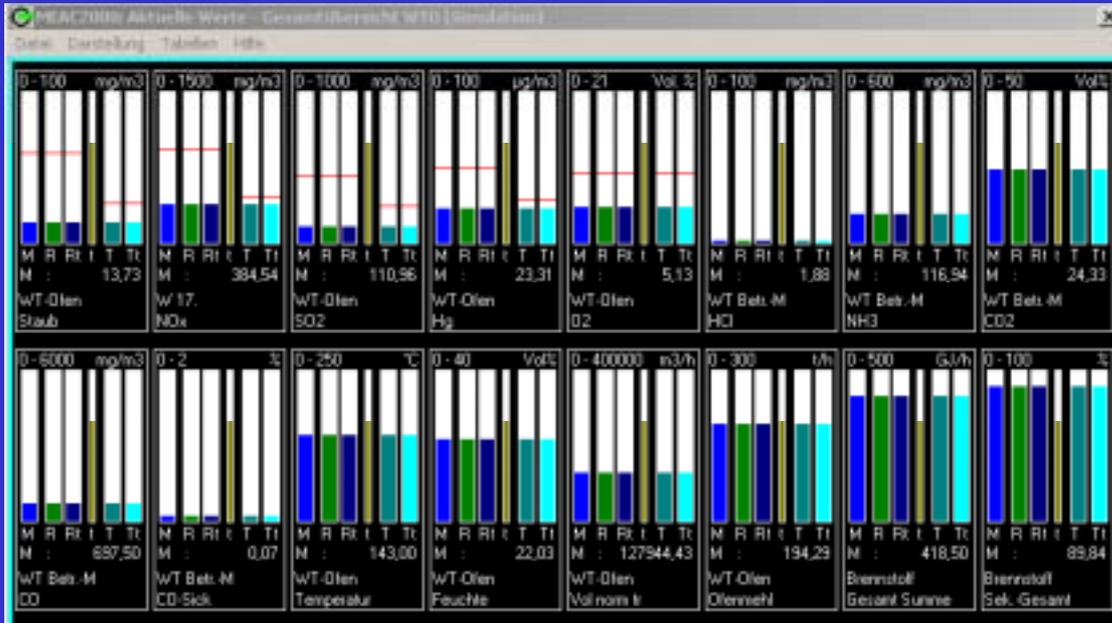
Messeinheit SICK MCS 100E



Funktionsprinzip SICK MCS 100E



Kontinuierlicher Messwertrechner SICK/MAIHAK MEAC 2000



Qualitätssicherung und zukünftige Entwicklungen bei der Erzeugung von festen Sekundärbrennstoffen, Sekundärbrennstoffnormungsaktivitäten

Dr.-Ing. Thomas Glorius, RWE Umwelt AG

1 Ausgangssituation

In den 80er Jahren wurden u.a. in Deutschland als Folge der Energiekrisen von 1973/74 und 1979/80 umfangreiche Anstrengungen zur Erzeugung von Brennstoff aus Müll (BRAM) unternommen. Diese fielen jedoch hinsichtlich der erzielten Qualitäten ernüchternd aus [1], [2]. Vergleichbare Bemühungen sind ebenfalls aus einer Reihe weiterer europäischer Staaten bekannt. Trotz einzelner größerer Aktivitäten blieb damals der abfallwirtschaftliche Beitrag der Herstellung von Brennstoffen im Vergleich zu klassischen Abfallbehandlungsmaßnahmen wie Deponierung oder Verbrennung mit und ohne Energiegewinnung gering.

Das Interesse der unterschiedlichen abfallerzeugenden Industriebranchen an einer Verwertung und die Suche zunächst der Zement- und Kalkindustrie später auch der Kraftwerke nach kostengünstigeren homogenen Massenbrennstoffen mit gesicherter Qualität und Menge verliehen den Anstrengungen zur Ressourcenschonung jedoch neuen Schwung. Dies wurde und wird befördert von nationalen und internationalen Anforderungen zu verstärkter Verwertung oder zur Verminderung der Deponierung organischer Abfälle (EU-Deponierichtlinie), sowie von Anforderungen zur Reduzierung klimaschädlicher Emissionen in Folge des Vertrages von Kyoto.

Allerdings galt und gilt es, durch Bereitstellung schadstoffarmer, qualitätsgesicherter Sekundärbrennstoffe sowohl ökonomische als auch ökologische Anforderungen (Ökoeffizienz) zu erfüllen und so für eine dauerhafte Akzeptanz dieser neuen Sekundärbrennstoffgeneration bei Abnehmern und in der Bevölkerung zu sorgen.

2 Bedarf und Möglichkeiten

Die Angaben über die realisierbaren Einsatzmengen von Sekundärbrennstoffen in Europa gehen naturgemäß weit auseinander. Sie hängen in den einzelnen Mitgliedsstaaten stark ab von der vorhandenen Industriestruktur und der Struktur der Energieerzeugung (Anteil kohlegefeuerter Kraftwerke). Hinzu kommen erhebliche Unterschiede bei der für Heizungszwecke benötigten Nahwärmeversorgung. So sind beispielsweise die Fernwärmenetze in Schweden hervorragend ausgebaut, eine faszinierende Energieeffizienz kann sichergestellt werden. Die einzelnen Mitgliedsstaaten werden auch zukünftig ähnlich der unterschiedlichen nationalen Struktur bei der Primärbrennstoffversorgung (Kohle, Öl, Gas etc.) in unterschiedlichem Maße auf Sekundärbrennstoffe setzen.

Bei allen abfallwirtschaftlichen Weichenstellungen und Planungen ist darauf abzielen, dass die Potenziale von Müllverbrennung und Mitverbrennung im Sinne einer umfassenden Ressourcenschonung (Luft, Wasser, Boden, Energie) genutzt werden. So bietet die Müllverbrennungstechnik eine hervorragende Schadstoffausschleusung, die Mitverbrennung eine bestechende Stoffnut-

zung. Es ist die Aufgabe eines modernen Stoffstrommanagements durch Stoffstromsplitting in Sortier- und Aufbereitungsanlagen Mitverbrennung und Müllverbrennung kombiniert zu nutzen.

Derzeit noch z.T. vorhandene Vorbehalte gegen die Mitverbrennung werden angesichts einer weitestgehenden Angleichung der Emissionsstandards für Müll- und Mitverbrennung weichen. So ist nach Verabschiedung der EU-Verbrennungsrichtlinie im November 2000 [3] auch deren Umsetzung in nationales Recht mit der Novelle der 17. BImSchV im August 2003 erfolgt [4].

Es ist nunmehr dringend geboten, den Blick auf eine umfassendere Perspektive zu weiten, angesichts der verankerten Emissionsstandards nicht mehr nur die mg/Nm^3 sondern das Ausmaß des Treibhauseffektes zu beachten und die Herausforderungen des globalen Klimaschutzes wirklich anzunehmen. Zunehmend angemessen erscheint daher die Bezugseinheit $\text{mg}/\text{Nutzeinheit}$, also beispielsweise mg pro bereitgestellter thermischer bzw. elektrischer kWh.

Tabelle 1 zeigt eine Kalkulation der in Deutschland unter bestimmten Rahmenbedingungen z.B. Abfallverfügbarkeit und Sekundärbrennstoffqualität theoretisch erreichbaren Einsatzmengen.

Tab. 1: Theoretisches Einsatzpotenzial für Sekundärbrennstoffe nach [5]

Bereich	Energiebedarf In der BRD PJ/a	Theoretische Substitutionsrate %	Theoretische Menge Sekundärbrennstoffe Mio. t/a ³⁾
KohlegröÙkraftwerke			
Steinkohle	1.435 ¹⁾	5	4,0
Braunkohle	1.325 ¹⁾	5	3,7
Zementindustrie	90 ²⁾	50	2,5
Summe	2.860		10,2

1) 1998

2) 2002

3) Mittlerer Heizwert: 18 MJ/kg

Diese Zahlen sind für den Großkraftwerksbereich noch als theoretisch einzustufen und müssen erst durch umfangreiche Einsatzversuche und weitergehende Erfahrungen im Dauerbetrieb verifiziert werden. In Deutschland sind an vielen Kohlekraftwerksstandorten unterschiedlicher Feuerungstechnik entsprechende Versuchsläufe in Vorbereitung bzw. aufgenommen worden. Einige Dauergenehmigungen wurden mittlerweile erteilt. Für eine Bewertung des technischen Potenzials der Großkraftwerke sind jedoch weitergehende Einsatzerfahrungen erforderlich.

Die deutsche Zementindustrie hat im Jahr 2002 eine ca. 35 %ige Substitution erreicht [6]. Es wurden ca. 450.000t an Sekundärbrennstoffen auf Basis produktionsspezifischer Gewerbeabfälle und gut 100.000t an Sekundärbrennstoffen auf Basis hochkalischer Fraktionen eingesetzt.

Unter der Annahme, dass Altöl und Altreifen einschließlich Tiermehl weiterhin einen Beitrag von zusammen ca. 13 Mio. GJ/a leisten werden, der spezifische Energiebedarf auf ca. 2.800 kJ/kg Zement [7] reduziert werden kann, der zukünftige Gesamtenergiebedarf der deutschen Zementindustrie bei 90 Mio. GJ/a liegt und die Substitutionsquote wie in Tabelle 1 dargestellt auf insgesamt 50 % angehoben wird, könnte die Einsatzmenge der Sekundärbrennstoffe, denen sich die Bundesgütegemeinschaft widmet, verdreifacht, also auf ca. 1,5 Mio. t/a gesteigert werden. An diversen Standorten werden schon jetzt Gesamtsubstitutionsquoten von über 50 % erreicht.

Hochwertige Aufbereitungstechnik und verlässliche Sekundärbrennstoffqualitäten sind hierzu entscheidende Schlüsseler.

Prognos hat zur Erfassung der Genehmigungssituation eine vom Umweltbundesamt und vom nordrhein-westfälischen Umweltministerium in Auftrag gegebene Studie mit der Datenbasis der Jahre 1998 /1999 erstellt. Es wurden die Produktionsanlagen der Zementindustrie, Kalk- und Gipsindustrie, Eisen- und Stahlindustrie und NE-Metallindustrie sowie die „bedeutenden“ Kraftwerke in Nordrhein-Westfalen erfasst, die energiereiche Abfälle bzw. Sekundärbrennstoffe einsetzen [8]. Angesichts der Marktentwicklung wäre diese Studie mittlerweile in vielen Punkten zu aktualisieren.

3 Begriffsabgrenzung Sekundärbrennstoffe

Das Feld der denkbaren Sekundärbrennstoffe ist weit und muss deshalb näher beschrieben werden. Abbildung 1 zeigt eine Differenzierung nach Herkunftsbereichen der verwendeten Ausgangsmaterialien. Als Ergänzung zum vertrauten Begriff Primärbrennstoff (Regelbrennstoff) wird im Beitrag nur von Sekundärbrennstoffen gesprochen.

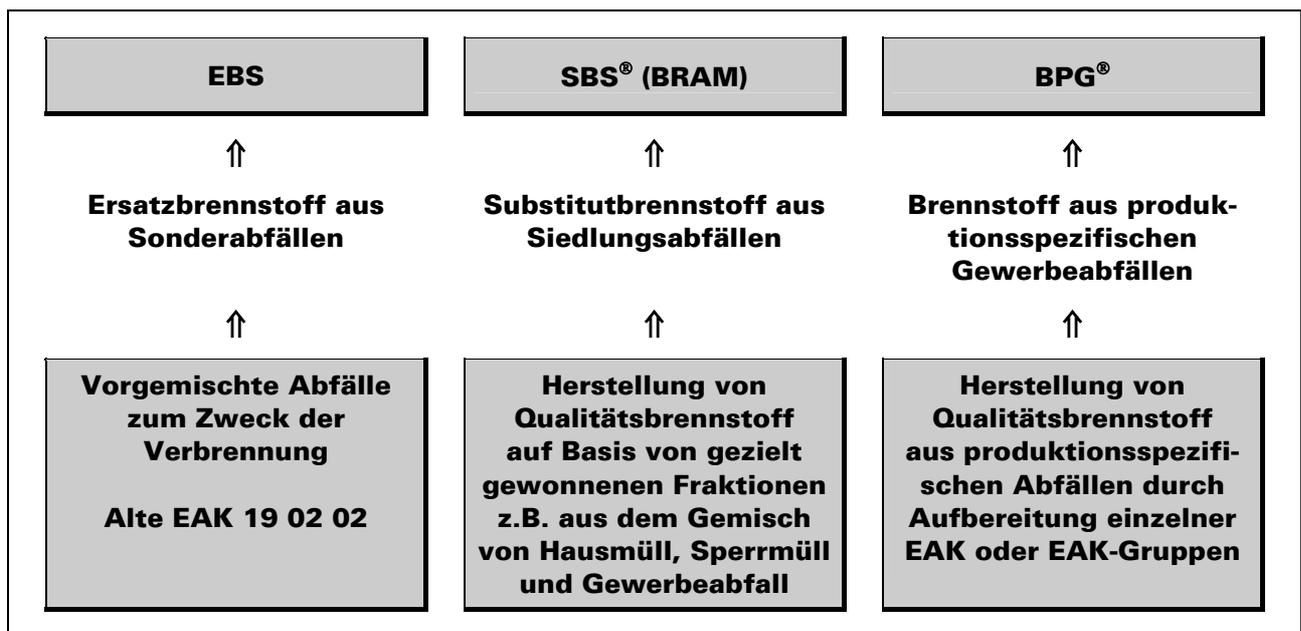


Abb. 1: Begriffsabgrenzung für Sekundärbrennstoffe

Als Fallbeispiele werden nachfolgend die beiden von der RWE Umwelt AG entwickelten, qualitätsgesicherten und markenrechtlich geschützten Sekundärbrennstoffgruppen **BPG®** (Brennstoffe aus **produktionsspezifischen** **G**ewerbeabfällen) und **SBS®** (Substitut**b**rennstoff) näher beschrieben.

Tabelle 2 führt die Ausgangsmaterialien für die BPG®- und SBS®-Produktion auf. Es handelt sich dabei um schadstoffarme, nicht gefährliche Abfälle.

Tab. 2: Ausgangsmaterialien für die BPG®-und SBS®-Produktion

BPG 1 Kraftwerke	BPG 2 Zementwerke	BPG 3 Kalkwerke	SBS 1 Kraftwerke	SBS 2 Zementwerke
Rückstände aus der Papierproduktion/ Spuckstoffe, Stanzreste, Fotopapier, Papierklischees, Papierfilter, Zellstofftücher, Makulatur, Wachspapier	Papierabfälle wie BPG 1, Kunststoffe – Harze – Polyacryl – Polyamid – Polycarbonat – Polyester – Polyolefine – PUR – u.v.a.m. Faserstoffe, Teppiche	Aschearme Kunststoffe – Harze – Polyacryl – Polyamid – Polycarbonat – Polyester – Polyolefine – PUR – u.v.a.m.	Hochkalorische Fraktionen z.B. aus – Hausmüll – Sperrmüll – Hausmüll ähnlichen Gewerbeabfällen – Baustellenabfall	Wie SBS 1

4 Qualitätssicherung und Standardisierung

Eine umfangreiche Qualitätssicherungskette (Tabelle 3) von der Anfallstelle, über den Abfallerzeuger, die Aufbereitungsanlagen zur Sekundärbrennstoffproduktion bis hin zur Eingangskontrolle in den produktabnehmenden Anlagen bildet die Grundlage für den erfolgreichen Einsatz und die Akzeptanz von BPG® und SBS®.

Tab. 3: Qualitätssicherungskette bei der Produktion von BPG® und SBS®

Prozeßschritt	Maßnahmen	Ergänzende Maßnahmen
Anfallort (Abfallerzeuger, Sortieranlage, Mechanisch-Biologische Aufbereitung)	⇒ Erfassung der Abfälle ⇒ Vermeiden von Verunreinigungen ⇒ Vertragliche Vereinbarung über zulässige Qualitäten der Abfälle ⇒ Deklarationsanalysen 1) ⇒ Dokumentation der entsorgten Mengen	⇒ Schulung des Abfallerzeugers durch den Entsorger ⇒ Regelmäßige Kontrolle des abfallerzeugenden Betriebes durch den Entsorger
Aufbereitungsanlage (Eingang)	⇒ (Regelmäßige) Probenahme und Analyse 1) ⇒ Rückstellproben ⇒ Dokumentation der eingehenden und der aufbereiteten Mengen	⇒ Regelmäßige Probenahme und Analyse der ausgehenden Stoffe durch einen externen Sachverständigen
Aufbereitungsanlage (Ausgang)	⇒ Regelmäßige Probenahme und Analyse 2) ⇒ Rückstellproben ⇒ Dokumentation der ausgehenden Mengen	
Zementwerk, Kraftwerk o.a.	⇒ Regelmäßige Probenahme und Analyse 3) ⇒ Rückstellproben ⇒ Dokumentation der eingehenden Mengen	
Untersuchungsparameter:	1) ⇒ fallspezifischer Parameterumfang ⇒ visuell erkennbare Verunreinigungen 2) ⇒ standardisierter Parameterumfang 3) ⇒ Parameterumfang gemäß Genehmigung Abnehmer	

Das Qualitätssicherungskonzept mit vereinheitlichtem Probenahme-, Probenaufbereitungs- und Analysenverfahren ist Teil der Liefer- und Abnahmeverträge mit der abnehmenden Industrie, entscheidender Beitrag zur Erwirkung der Einsatzgenehmigungen und zentraler Bestandteil der erteilten Genehmigungen.

Für viele Abfallerzeuger war es zu Beginn der Entwicklung von BPG[®] (Anfang 1995) überraschend, Abfälle auf völlig neuartige Parameter untersuchen zu lassen und eine definierte Qualität und Zusammensetzung zu garantieren, die sich aus den speziellen Anforderungen der Sekundärbrennstoffproduktion und der abnehmenden Industrie ergaben [9].

In Deutschland hat sich die „Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe“ (BGS) zum Ziel gesetzt, bundesweit einheitliche Standards bezüglich Qualitätskriterien, Qualitätsniveau, Eigen- und Fremdüberwachung zu erarbeiten [10]. Die Arbeiten der Bundesgütegemeinschaft wurden vom RAL zum 01.07.2001 anerkannt, so dass die BGS-Mitglieder nunmehr die Verleihung des RAL-Zeichens RAL-GZ-724 (Anerkennungsverfahren) beantragen können. RAL-gütegesicherte Sekundärbrennstoffe sollen eine zunehmende Bedeutung gewinnen, die Akzeptanz von Sekundärbrennstoffen soll weiter verbessert, ein Beitrag zur Minderung klimarelevanter Gase geleistet werden.

In die Erarbeitung der Probenahmeverfahren gingen langjährige und bundesweite Erfahrungen bei Produktion und Einsatz qualitätsgesicherter Sekundärbrennstoffe von Produzenten-, Abnehmer- und Behördenseite [11], [12] ein. Zur Ermittlung des Qualitätsniveaus konnte seinerzeit auf 800 Analysendatensätze aus der Sekundärbrennstoffgewinnung und aus der Eingangskontrolle der Abnehmer zurückgegriffen werden. Die Qualitätsfestlegungen sichern ein Einhalten der 17. BImSchV im abfallstämmigen Abgasmassenstrom bei dem in Deutschland realisierten technischen Stand der Abgasreinigung von Zement- und Großkraftwerken. Es werden alle Schwermetalle der 17. BImSchV mittels Median- und 80 %-Percentilwerten limitiert. [13] und [14] beschreiben detailliert die Vorgehensweise und die Anforderungen der Bundesgütegemeinschaft.

Noch unterziehen sich erst wenige Sekundärbrennstoffanlagen einer transparenten Gütesicherung nach RAL-GZ 724. Die Zurückhaltung ist im wesentlichen durch die gegenwärtige abfallwirtschaftliche Situation begründet, die Zusatzkosten kaum zulässt. Wichtig für ein Fortkommen der Standardisierungsarbeiten ist deren zunehmender Eingang in die behördliche Genehmigungs- und Überwachungspraxis. Diesbezüglich ist die die Arbeiten der BGS bestätigende Studie der Prognos AG [8] hilfreich. Auch ein nunmehr verfügbarer Leitfaden des nordrhein-westfälischen Umweltministeriums bestätigt die Substanz der Festlegungen nach RAL-GZ 724 [15].

Am 22.05.2002 wurde das bundesweit erste RAL-Gütezeichen für qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe (Qualitätsgruppe BPG[®]) aus der Aufbereitungsanlage AKEA in Erfstadt an die Trienekens AG, jetzt RWE Umwelt AG, vergeben. Darüberhinaus sind mittlerweile an die Schad GmbH und die RWE Umwelt AG (Qualitätsgruppe SBS[®]) jeweils Gütezeichen für Sekundärbrennstoffe aus heizwertreichen Fraktionen von Siedlungsabfällen verliehen worden.

Die finnische Standardisierungsorganisation hat ebenfalls einen Standard für Brennstoffe aus Abfällen veröffentlicht [16]. Darüber hinaus sind Vorarbeiten aus den Niederlanden und Norwegen bekannt. In Österreich wurde die „Österreichische Gütegemeinschaft für Sekundärenergieträger“ (ÖG-SET) Mitte 2001 ins Leben gerufen [17].

Für Europa wurden von der Kommission und der Industrie Mittel für das Projekt „NNE5/1999/533 Waste to recovered fuel“ bereitgestellt, um eine Normung von Brennstoffen durch das CEN anzustoßen. Die nationalen Ansätze sollen Grundlage sein für die Arbeiten beim CEN, die Ende September 2000 mit einem „kick-off-meeting“ der CEN/BT/TF 118 „solid recovered fuels“ begonnen haben.

Wesentliches Ergebnis des Projektes ist die Vorlage einer Kosten-Nutzen-Analyse [18], bei der verschiedene Abfallentsorgungsszenarien, die teilweise Brennstoffproduktion und –nutzung beinhalten, für drei typisierte europäische Regionen mit dem Basisszenario einer Deponierung von Restabfällen verglichen wurde. Als vorteilhaftestes Szenario wurde dabei die gegenseitige Ergänzung von Mono- und Mitverbrennung identifiziert.

Der englische Volltext der Studie sowie eine Zusammenfassung können abgerufen werden unter:

http://www.gua.at/texts/cba_wtrf_finalreport.pdf bzw.

http://www.gua.at/texts/cba_wtrf_summary.pdf.

Als derzeitiger Stand der bisherigen europäischen Arbeiten kann festgehalten werden:

Die Arbeiten im Projekt NNE5/1999/533 Waste to recovered fuel und im CEN/BT/TF 118 „Solid recovered fuels“ führten zur Gründung des europäischen Normungsausschuss CEN/TC 343 „Solid recovered fuel“ im Frühjahr 2002. Die Normungsarbeiten in fünf Arbeitsgruppen haben Ende 2002 begonnen.

Diese Normungsarbeiten haben für die Europäische Kommission eine so große Bedeutung, dass sie dem CEN ein formales Mandat für die Standardisierung von Brennstoffen aus nicht gefährlichen Abfällen erteilt hat. Zuvor hatte sie dies bereits für die Normung im Bereich feste Biobrennstoffe („solid biofuels“ - CEN TWG 335) ausgesprochen.

Es besteht das Bestreben einer „Hamonisierung“ der Normungsaktivitäten mit CEN TC 335 Solid biofuels und weiteren sachlich relevanten CEN TC (292; 104) [19]. Anfang Mai 2002 wurde das deutsche Spiegelgremium beim DIN, der Arbeitsausschuss NMP 583 „Sekundärbrennstoffe“ gegründet [20].

Auch für die europäischen Normungsarbeiten ist mit einem Zeitbedarf von ca. 3 Jahren zu rechnen. Das bedeutet, dass als Grundlage zahlreicher, dringend erforderlicher Investitionsentscheidungen zur Mit- bzw. Müllverbrennung zunächst die nationalen Normungsaktivitäten und Ergebnisse, für Deutschland also die der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe herangezogen werden müssen.

5 Aufbereitungstechnik

Bei der RWE Umwelt liegen Erfahrungen mit der Herstellung von qualitätsgesicherten Brennstoffen seit Mitte der 90er Jahre vor. Derzeit werden im Konzern vier Produktionsanlagen betrieben. Darüber hinaus wurden und werden konzernexterne Aufbereitungsanlagen in und außerhalb Deutschlands eingebunden, die verpflichtet wurden, nach obigem Qualitätssicherungskonzept zu arbeiten.

Die Erzeugung von blasfähigem, fluffigem, ofenfertigem BPG[®] und SBS[®] erfolgt mittels dreistufiger Zerkleinerung mit integrierter Windsichtung zur Schwerteilausschleusung und mit zweistufiger Fe- sowie NE-Abscheidung. Die Formgebung und Einstellung einer definierten Korngröße (z. B. $d_k < 10$ mm) und Korngrößenverteilung sowie einer großen Oberfläche erfolgt über Pelletierpressen ohne Erzeugung fester Pellets. Die abgeschiedenen Fe- und NE-Metalle können einer stofflichen Verwertung zugeführt werden.

Es wurden umfangreiche Bilanzierungsarbeiten durch externe Gutachter durchgeführt, die den Abreicherungsseffekt beispielsweise für etliche Schwermetalle bei obiger Anlagenkonfiguration aufzeigen [21].

Nachfolgend sind beispielhaft die Ergebnisse aus durchgeführten Untersuchungen zum Einfluss der Aufbereitungstechnik auf die Qualität des Sekundärbrennstoffs in der mit RAL-Gütezeichen ausgezeichneten Aufbereitungsanlage AKEA in Erfstadt dargestellt.

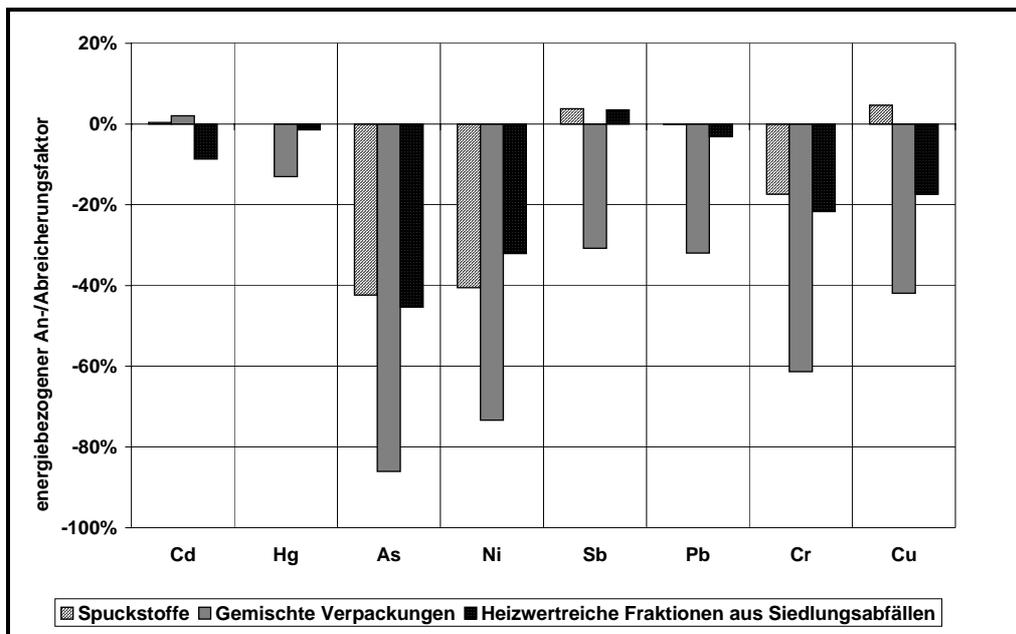


Abb. 2: Schwermetallabreicherung durch Aufbereitung [21]

Für den überwiegenden Anteil der Schwermetalle ist ein hohes Abreicherungspotenzial im Sekundärbrennstoff festzustellen. Es lassen sich durch die Aufbereitung überwiegend Stoffe reduzieren, die in Metallen, Elektroschrottanteilen und langlebigen Kunststoffen enthalten sind. Die Höhe der Abreicherungsfaktoren ist abhängig von der Zusammensetzung des Inputmaterials, seiner Schadstoffbelastung sowie der eingesetzten Aufbereitungstechnik.

Im Jahr 2001 wurden auch vielversprechende Entwicklungen zur gezielten Chlorausschleusung im Rahmen der „Positivgewinnung“ hochkalorischer Fraktionen mittels optischer, automatisierter Verfahren (NIR) aufgenommen und in der WSAA Neuss umgesetzt. Abbildung 3 verdeutlicht die erfolgreiche Reduzierung und Verstetigung der Cl-Werte in SBS® als Ergebnis dieser Positivgewinnung. Auf diesem Wege lassen sich auch weitergehende Schwermetallabreicherungsmöglichkeiten (z.B. für Cd und Pb) erschließen, die über die „herkömmlicher“ Aufbereitungstechnik hinausgehen (s.a. Schwermetallwerte in Tabelle 7).

Mittlerweile kann festgehalten werden, dass die NIR-Technik das nachhaltige Einhalten der Gütekriterien nach RAL-GZ 724 für Sekundärbrennstoffe aus heizwertreichen Fraktionen von Siedlungsabfällen erlaubt.

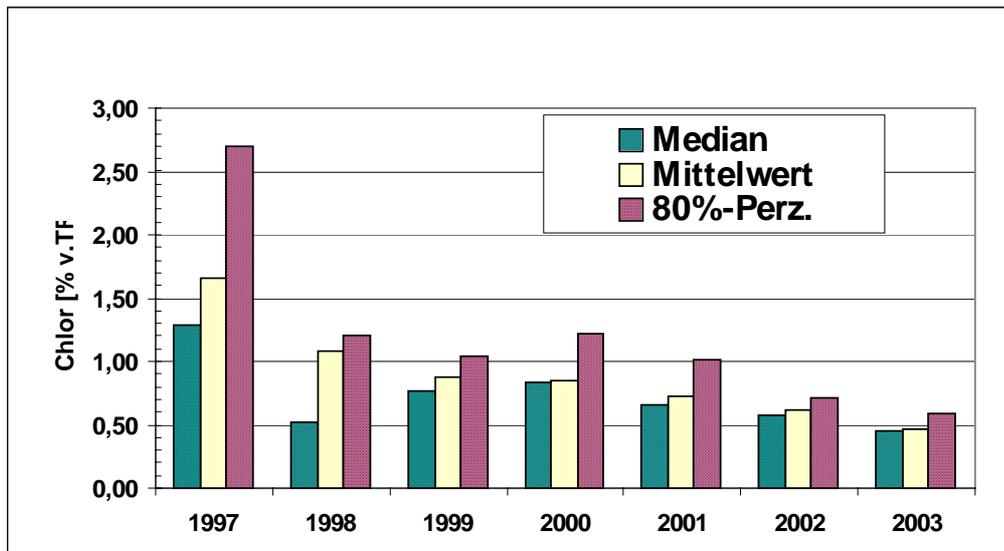


Abb. 3: Entwicklung der Cl-Konzentrationen in SBS®

Alle Sekundärbrennstoffproduktionsanlagen haben eine umfangreiche Lagerkapazität für die Abfälle zur Verwertung (Inputlager) und für die Produkte, die Sekundärbrennstoffe (Outputlager). Nur so kann einerseits die erforderliche Entsorgungssicherheit für die Abfallerzeuger und andererseits die Liefersicherheit für die Zement-, Kalk- und Kraftwerksindustrie gewährleistet werden. Zementwerke gehen konjunkturell bedingt (Ruhe der Bauindustrie) in eine ca. zweimonatige Winterpause, so dass die Monate Januar und Februar üblicherweise durch einen niedrigen Brennstoffbedarf gekennzeichnet sind. Außerdem sind erforderliche mehrwöchige Revisionszeiten aller Abnehmerbranchen (Zement-, Kalk-, Kraftwerksindustrie) aufzufangen.

Der spezifische Bedarf an elektrischer Energie zur Erzeugung von BPG® und SBS® beträgt 40 – 60 kWh/t (je nach Qualität). Bei Ansatz eines Wirkungsgrades für die Stromerzeugung von 40 % werden damit nur ca. 2,2 – 3,5 % der durch BPG bereitgestellten Primärenergie durch die Aufbereitung verzehrt. Die Erzeugung fester Pellets würde bei der Aufbereitung einen deutlich höheren und bei der dann erforderlichen Nachzerkleinerung bei den Abnehmern einen zusätzlichen Energieverbrauch nach sich ziehen.

Es ist zu beachten, dass auch für die Bereitstellung von Steinkohlenstaub ($d_k < 0,25$ mm) bzw. trockenem Braunkohlenstaub ($d_k < 0,5$ mm) Energie verzehrt wird [22], [23]. Allein für die Kohlemahlung liegt der Energieverbrauch bei 10 - 30 kWh/t [24].

Im Rahmen der bisherigen Sekundärbrennstoffproduktion von gut 600.000 t lag der Schwerpunkt mit knapp 90 % auf BPG®, ca. 10 % wurden als SBS® ausgeliefert. Für die Zukunft ist ein steigender Anteil an SBS® zu erwarten, da in zunehmendem Umfang hochkalorische Fraktionen aus Siedlungsabfällen aussortiert werden müssen.

Ohne die Errichtung entsprechender Sortier- und Aufbereitungsanlagen ist allerdings das zukünftige Problem mangelnder Müllverbrennungskapazitäten nicht lösbar.

6 Qualitäten

Tabelle 4 zeigt einen Ausschnitt der Spezifikationen für die fünf Sekundärbrennstoffqualitäten BPG 1, 2, 3, SBS 1 und SBS 2.

Tab. 4: Auszug aus den Spezifikationen für BPG 1 – 3, SBS 1 und SBS 2

Parameter	Einheit	BPG 1 Kraftwerke	BPG 2 Zementwerke	BPG 3 Kalkwerke	SBS 1 Kraftwerke	SBS 2 Zementwerke
Hu	MJ/kg	16-20	20-24	23-27	13-18	18-23
H₂O	%	< 35	< 20	< 12,5	< 30	< 20
Asche	%	< 20	< 15	< 9	< 25	< 20
Cl	%	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,5
F	%	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,1
S	%	< 0,2	< 0,3	< 0,3	< 0,5	< 0,8

Bei der Entwicklung der verschiedenen BPG[®]- und SBS[®]-Qualitäten wurde darauf geachtet, dass sie in ihren Eigenschaften den verschiedenen, vertrauten Festbrennstoffen (aschehaltige Steinkohle, Trockenbraunkohle, ascharme Steinkohle) möglichst entsprechen. Der Vergleich von rheinischer Trockenbraunkohle mit BPG 2 (Zementbrennstoff), der mengenmäßig relevantesten BPG[®]-Qualität, verdeutlicht dies (Tabelle 5). Als Kraftwerksqualität gewinnt SBS 1 an Bedeutung.

Tab. 5: Vergleich rheinischer Trockenbraunkohle [25] mit BPG 2 und SBS 1 (Mittelwerte, Bezugszustand: roh)

	Einheit	Rheinische Trocken- Braunkohle	BPG 2 Mittel 1996-2002	SBS 1 Mittel 1/2002-1/2004
Kurzanalyse				
Hu	MJ/kg	22,1	22,7	15
H₂O	%	11	13,5	27
Asche	%	4,0	10,3	12,7
Chlor	%	0,03	0,45	0,4
Flüchtige	%	46	71,2	60
Elementaranalyse				
C_{org}	%	58,8	48,1	33,5
H	%	4,3	8,7	5,8
O	%	21,0	18,9	20
N	%	0,7	0,05	0,5
S	%	0,35	0,09	0,2

Tabelle 6 ergänzt beispielhaft für BPG 1, BPG 2, BPG 3, SBS 1 und SBS 2 den Auszug der Spezifikationen für die Schwermetalle gemäß 17.BImSchV.

Tab. 6: Maximalwerte der Schwermetalle von BPG 1 - 3, SBS 1 und SBS 2 (Auszug aus den Spezifikationen)

Schwermetall	Einheit	Spezifizierte Maximalwerte von BPG 1 und 2	Spezifizierte Maximalwerte von BPG 3	Spezifizierte Maximalwerte von SBS 1	Spezifizierte Maximalwerte von SBS 2
As	mg/kg TS	< 13	< 13	< 13	< 13
Be	mg/kg TS	< 2	< 2	< 2	< 2
Cd	mg/kg TS	< 9	< 9	< 9	< 9
Co	mg/kg TS	< 12	< 12	< 12	< 12
Cr	mg/kg TS	< 120	< 120	< 250	< 250
Cu	mg/kg TS	< 400	< 150	< 700	< 1.000
Hg	mg/kg TS	< 1	< 1	< 1	< 1
Mn	mg/kg TS	< 100	< 100	< 500	< 500
Ni	mg/kg TS	< 50	< 50	< 160	< 160
Pb	mg/kg TS	< 150	< 150	< 400	< 400
Sb	mg/kg TS	< 60	< 60	< 60	< 60
Se	mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5
Sn	mg/kg TS	< 70	< 70	< 70	< 70
Te	mg/kg TS	< 5	< 5	< 5	< 5
Tl	mg/kg TS	< 2	< 2	< 2	< 2
V	mg/kg TS	< 25	< 25	< 25	< 25

Derartige Spezifikationen wurden frühzeitig für alle BPG[®]- und SBS[®]-Qualitäten im Hinblick auf einen bundesweiten Einsatz erarbeitet und in der Folge präzisiert. Sie sind eingegangen in die Qualitätsanforderungen des RAL-Gütezeichens.

Tabelle 7 zeigt mittlere energiespezifische Schwermetallwerte für alle BPG[®]- bzw. SBS[®]-Qualitäten im Vergleich zu Kohlewerten nach [26]. Dabei kann mittlerweile insgesamt auf mehr als 850 Analysen für BPG[®] und ca. 450 Schwermetallanalysen für SBS[®] zurückgegriffen werden. Wiederholte Probleme mit den analytischen Nachweisgrenzen sind durch ein „<-Zeichen“ gekennzeichnet. [12] und [27] zeigen die elementspezifische Relevanz der Nachweisgrenzen. Für den unter Umweltaspekten besonders relevanten Parameter Hg traten beispielsweise für BPG[®] bei gut 60 % und für SBS[®] bei ca. 30 % aller Werte Nachweisgrenzenprobleme auf.

Tab. 7: mittlere Schwermetallwerte für BPG[®] und SBS[®] im Vergleich zu Steinkohle nach [26]

Material	BPG [®]	SBS [®]	Steinkohle
Quelle	RWE Umwelt	RWE Umwelt	Kautz et al
	Mittel 2002 – 2003	Mittel 2002 - 2003	Mittel
Einheit	mg/MJ	mg/MJ	mg/MJ
Parameter			
As	< 0,03	< 0,05	0,52
Be	< 0,01	< 0,01	0,06
Cd	< 0,04	< 0,06	< 0,08
Co	< 0,16	< 0,24	0,64
Cr	< 1,03	< 3,38	1,02
Cu	4,38	14,99	1,27
Hg	< 0,01	< 0,02	< 0,02
Mn	< 1,14	< 2,82	4,81
Ni	< 0,33	< 0,78	1,73
Pb	< 1,54	< 3,63	2,62
Sb	< 1,14	< 0,93	0,03
Se	< 0,06	< 0,09	0,07
Sn	< 0,47	< 0,48	-
Te	< 0,06	< 0,05	< 0,04
Tl	< 0,02	< 0,02	< 0,15
V	< 0,12	< 0,2	2,88
Summe ohne Sn	< 10,54	< 27,75	< 15,94

Weitere Daten für BPG[®] und SBS[®] in der Form von Median- und 80 %-Perzentilwerten können einem CEN-Report [28] bzw. [8] entnommen werden.

Zwar können einzelne Schwermetallwerte (Cu und Sb) in abfallstämmigen Brennstoffen die typischen Kohlewerte überschreiten, andererseits zeichnen sich qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe der Qualitätsgruppe BPG[®] im Vergleich zu Kohlen nach **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**[26] durch niedrige As, Be, Co, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb, Tl und V-Werte aus. In der Qualitätsgruppe SBS[®] sind im Verhältnis zu Kohle einerseits höhere Cr, Cu, Pb und Sb-Werte und andererseits niedrigere As, Be, Co, Mn, Tl und V-Werte festzustellen.

Abbildung 4 zeigt die Entwicklung der Hg-Werte von BPG[®] von 1996 bis 2002. Zu erkennen ist ein rückläufiges Hg-Niveau, welches durch verbesserte analytische Bestimmungsgrenzen (BG) präziser beschrieben werden konnte. Diese Entwicklung, die u.a. durch geringere Hg-Einträge in den Produktkreislauf bedingt ist, kann zeitversetzt auch auf SBS[®] übertragen werden.

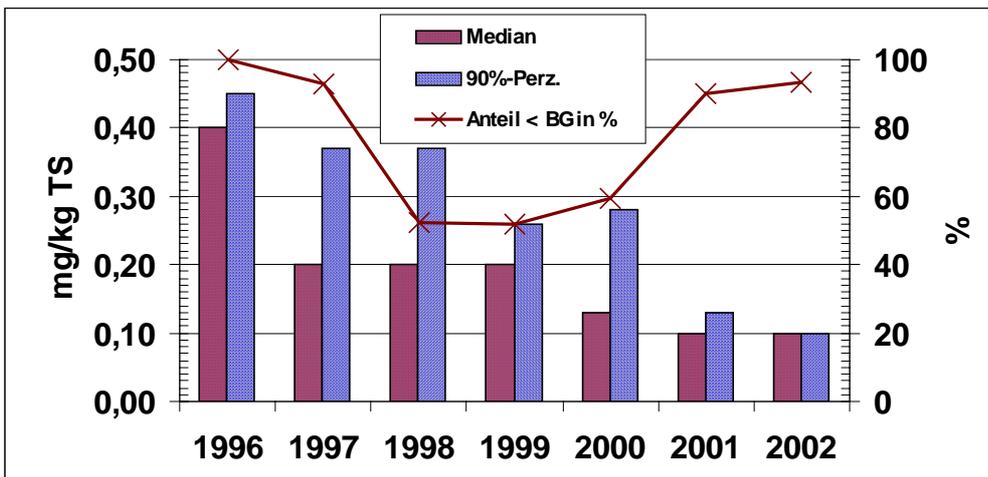


Abb. 4: Entwicklung der Quecksilberkonzentrationen von BPG®

Bei Betrachtung der relevanten Frachten aus Rohmehl bzw. Brennstoff [29] wird deutlich, dass für BPG® auf Basis der analytischen Werte eine Verschlechterung der Emissionssituation von Zement- und Kalkwerken und der Klinker- bzw. Kalkqualität nicht eintreten kann. Die Frage einer relevanten Schadstoffanreicherung im Produkt Klinker inkl. des Verhaltens beim Recycling von Beton wurde z.B. vom Verein Deutscher Zementwerke intensiv untersucht [30]. So haben sich „auch bei einer knappen Verdopplung des Sekundärbrennstoffeinsatzes von ca. 10 % im Jahr 1994 auf ca. 19 % im Jahr 1998 die Korridore der Spurenelementgehalte nicht verändert“.

Darüber hinaus ist BPG® durch niedrige S- bzw. N-Belastungen gekennzeichnet (s. Tab. 5). Auch für SBS® ergeben sich relativ niedrige S-Werte von im Mittel ca. 0,3 Gew.-%. Der energiespezifische C-Anteil und damit die energiespezifischen CO₂-Emissionen fallen bei BPG® und SBS® ähnlich wie bei Heizöl und damit deutlich günstiger als bei Braun- und Steinkohle aus (Abb. 5).

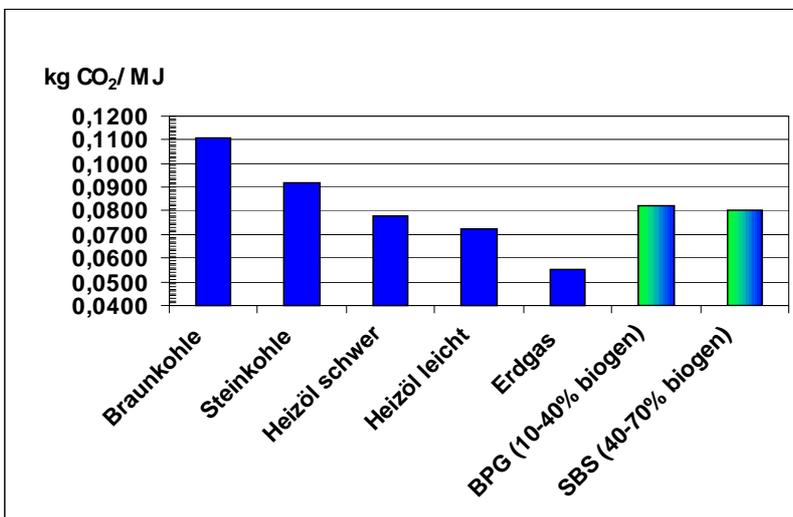


Abb. 5: Energiespezifische CO₂-Emissionen für verschiedene Brennstoffe

Dieser durch Brennstoffsubstitution lokal wirksame Umstand sowie der regenerative Anteil in Sekundärbrennstoffen [31] und die Nutzung in hochenergieeffizienten Prozessen können dauerhaft einen wichtigen Beitrag zur globalen CO₂-Minderung bewirken [32].

So lange Abfälle noch deponiert werden dürfen und damit Emissionen des sehr klimawirksamen CH₄ verbunden sind, ist das gesamte CO₂-Minderungspotenzial noch deutlich größer. So kann nach [18], [32], [33] im Vergleich zum derzeit noch sowohl in der Bundesrepublik als auch in Euro-

pa immer noch weithin realen Basisszenario Deponierung durch ein integriertes Ressourcen- und Abfallmanagement auf Basis derzeitiger Wirkungsgrade eine Minderung des Ausstoßes klimarelevanter Gase von ca. 1t CO₂/t Restmüll erreicht werden. Ein optimiertes Zusammenspiel von Müllverbrennung und Mitverbrennung erlaubt sogar eine Minderung von bis zu 1,25t CO₂/t Restmüll.

Entfällt, wie es eine Reihe von EU-Mitgliedstaaten verankert haben, in absehbarer Zeit die Deponierung als Entsorgungsoption für unvorbehandelte Abfälle, so sind die energiespezifischen CO₂-Emissionen und der regenerative Anteil von Brennstoffen (s. Abb. 3) maßgeblich. Aus diesem Grunde gewinnen Verfahren zur Ermittlung des biogenen Anteils von Sekundärbrennstoffen an Bedeutung und sollen kurzfristig in die nationalen und internationalen Standardisierungsarbeiten einbezogen werden. Nach jetzigem Kenntnisstand kann von Emissionsfaktoren für Sekundärbrennstoffe auf Basis heizwertreicher Fraktionen von Siedlungsabfällen in Höhe von 20-40 t CO₂/TJ ausgegangen werden [34], [35].

Das bedeutsame CO₂-Minderungspotenzial kann jedoch nur mittels entsprechender umweltpolitischer Weichenstellung realisiert werden. Hierfür wurden mit der europäischen Richtlinie zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt die Weichen gestellt [36]. Für die Bundesrepublik sind zur Realisierung des vom BMU mit 15 Mio t abgeschätzten CO₂-Minderungspotenzials (bis 2005) der Abfallwirtschaft [37] wirtschaftliche Impulse erforderlich. Entsprechend sind die deutsche Biomassedefinition [38] an die jüngere europäische Definition (Art. 2, Abs. a der RL 2001/77/EG) anzupassen und die Ausschließlichkeitsregelung des EEG's in § 2, Abs. 1 [39] durch die europäische Logik der Hybridanlagen (Art. 2, Abs. c der RL 2001/77/EG) zu ersetzen. Es bleibt zu hoffen, dass im Rahmen der anstehenden Novelle des EEG's die europäischen Formulierungen und Festlegungen realisiert werden.

Einen Vergleich der mittleren Aschezusammensetzung von BPG[®] und SBS[®] zur rheinischen Trockenbraunkohle und zu einer Ballaststeinkohle zeigt Tabelle 8.

BPG[®] und SBS[®] enthalten über 85 Gew.-% an den für den Zementbrennprozess wertvollen Bestandteilen Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, SiO₂ und SO₃ [24].

Tab. 8: Hauptbestandteile der Asche im Vergleich (Mittelwerte bezogen auf Aschesubstanz, n.n.: nicht nachweisbar)

Oxid	Einheit	Trockenbraunkohle [25]	Ballaststeinkohle Beispiel	BPG [®] Mittel 2001 - 2003	SBS [®] Mittel 2001-2003
Al ₂ O ₃	% v. AS	5,0	27,3	34,2	28,2
CaO	% v. AS	35,0	5,5	26,5	24,2
Fe ₂ O ₃	% v. AS	15,0	12,6	1,5	1,6
K ₂ O	% v. AS	1,0	3,6	1,2	2,8
MgO	% v. AS	16,0	2,7	1,8	2,0
Na ₂ O	% v. AS	5,0	1,4	3,5	5,0
P ₂ O ₅	% v. AS	n. n.	0,5	0,8	1,1
SiO ₂	% v. AS	7,0	45,5	21,6	30,0
SO ₃	% v. AS	16,0	n.n.	2,4	2,5
TiO ₂	% v. AS	n. n.	0,9	3,8	1,6
Summe gesamt	% v. AS	100,0	100,0	97,3	99,0
Summe Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, SiO₂, SO₃	% v. AS	78,0	nicht relevant	86,2	86,5

7 Logistik

Bereits die Erfassungslogistik ist bei der Umstellung von der Beseitigung produktionsspezifischer Abfälle auf deren Verwertung häufig anzupassen bzw. zu verbessern, um durch eine Getrennterfassung Störstoff- und Schadstoffarmut der zu verwertenden Abfälle sicherzustellen.

Für die Belieferung der Abnehmer mit BPG[®] und SBS[®] galt es, das geeignete Transportsystem zu ermitteln. Heute werden bei Schüttdichten von rund 250 kg/m³ nahezu ausschließlich Fahrzeuge mit Walking Floor Technik eingesetzt. Es wurden jedoch auch umfangreiche Erfahrungen mit der Nutzung von Ganzzügen und Waggongruppen gesammelt. 1997/98 betrug die mittlere, einfache Transportdistanz noch gut 300 km. Sie konnte seit 1999 durch das dichtere Netz der Aufbereitungsanlagen und die deutlich erhöhte Abnehmerzahl auf ca. 150 km reduziert werden. Diese positive Entwicklung wird durch die Erschließung dezentraler und zentraler Kraftwerke als Dauerabnehmer fortgesetzt werden können. Eine Transportdistanz von 150 km entspricht für den Walking-Floor-Transport nach [40] bei einem Dieselverbrauch von ca. 100 kg/Fahrt einem Verzehr an Primärenergie von ca. 0,75 %. Der Bahntransport sichert einen noch niedrigeren Energieverbrauch.

Selbstverständlich müssen auch Primärbrennstoffe z. T. über große Transportdistanzen von den Veredelungsbetrieben zu den Zement-, Kalk-, und Kraftwerken transportiert werden. Mit dem zunehmendem Anteil von Importsteinkohlen [40] am Steinkohleeinsatz vergrößern sich die Transportdistanzen für die Primärbrennstoffbereitstellung seit einigen Jahren erheblich (Abb. 6).

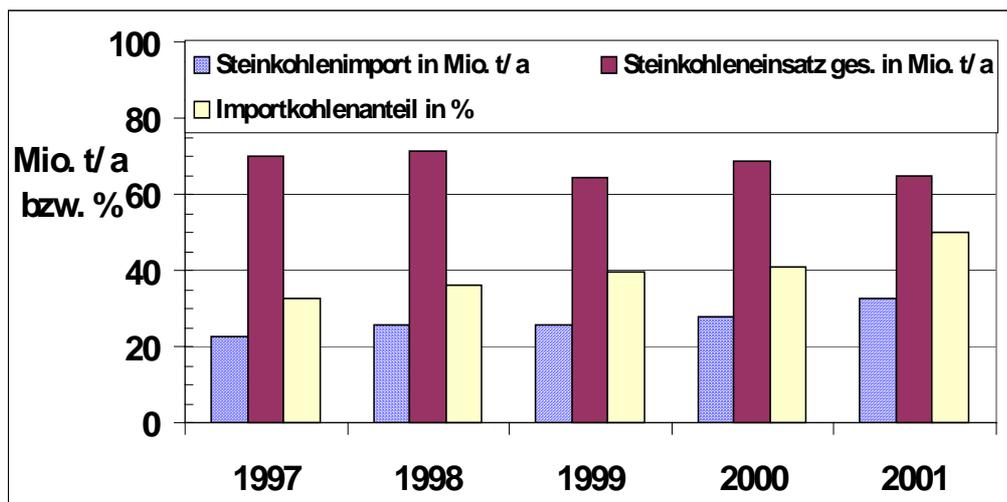


Abb. 6: Steigender Importanteil bei den Kraftwerkskesselkohlen [40]

8 Einsatz in Zement-, Kalk- und Kraftwerken

BPG 1, BPG 2 und SBS 2 wurden bzw. werden erfolgreich in der stirnseitigen Primärfeuerung von Drehrohröfen der Zementindustrie mit Nass-, Halbtrocken- und Trockenverfahren eingesetzt. Dabei erfolgt der BPG[®]-Einsatz seit 1995, der SBS[®]-Einsatz seit 1998. Auch in der Sekundär- oder Zweitfeuerung (Calcinator) verläuft der BPG 2-Einsatz seit 1996 sehr positiv.

Die Calcinatortechnik erlaubt die Auslagerung des energieintensiven Teilschritts der Entsäuerung (Calcinierung) aus dem Drehrohr und ist durch eine deutliche Verringerung des thermisch gebildeten NO_x bei niedrigerer Prozeßtemperatur als ein wichtiger Beitrag zur NO_x-Minderung einzustufen.

Die Substitutionsraten des stickstoffarmen BPG[®] betragen bisher bis zu 50% des Gesamtwärmeenergiebedarfs.

BPG 3 wird seit 1998 erfolgreich in Drehrohröfen der Kalkindustrie eingesetzt.

Beim Einsatz von BPG[®] wurde das für das Klinker- bzw. Kalkbrennen erforderliche Temperaturprofil im Drehrohröfen bei optimierter Einblastechik nicht verändert, die Klinker- bzw. Kalkqualität nicht verschlechtert und die Emissionssituation nicht negativ beeinflusst. Dies wurde u.a. durch umfangreiche Messungen des Forschungsinstitutes der Zementindustrie, des TÜV Ostdeutschland [42] bzw. des TÜV Rheinland nachgewiesen. Die Grenzwerte gemäß Mischungsrechnung wurden wie auch [43] berichtet, für Staub, Schwermetalle, HCl, HF und organische Schadstoffe eingehalten. Für NO_x bzw. SO₂ wurden die Werte der TA-Luft (Dynamisierung für NO_x) unterschritten. Auch die Werte der neuen EU-Verbrennungsrichtlinie bzw. der Novelle der 17. BImSchV können nach [8] und [15] eingehalten werden.

SBS 2 wurde umweltverträglich ohne negativen Einfluß auf Emissionen und die Klinkerqualität beim Klinkerbrennen eingesetzt [44].

Zu beachten ist darüberhinaus die Abfallfreiheit des Einsatzes qualitätsgesicherter Sekundärbrennstoffe in Zement- bzw. Kalkwerken. Wie in Kapitel 5 dargestellt, können beim Klinkerbrennen vielmehr die mineralischen Anteile (Asche) als Ersatz für Rohmehl genutzt werden.

Bisher wurden ca. 600.000t an BPG[®] und SBS[®] in der Zement- und Kalkindustrie eingesetzt.

Einsatzversuche mit BPG 1 - 3 sowie SBS 1 in Kraftwerken mit unterschiedlicher Feuerungstechnik (Trockenfeuerung inkl. Tangentialfeuerung, Decken- und Zyklonschmelzkammerfeuerung, wassergekühlte Rostfeuerung, zirkulierende Wirbelschicht) wurden seit 2000 durchgeführt. Mittlerweile konnte nach Erteilung mehrerer Dauergenehmigungen zum Einsatz von BPG[®] und SBS[®] auch ein kontinuierlicher Einsatz in Kraftwerken aufgebaut werden (u.a. [45]).

Die bisherigen Einsatzerfahrungen von BPG[®] und SBS[®] in Kraftwerken lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- 1.) es kam zu keiner Verschlechterung der Emissionssituation,
- 2.) es wurden in einzelnen Anlagen Einsatzquoten bis zu 20 % erzielt,
- 3.) die Ausbrandqualität ist feuerungs-, korngrößen- und kornformabhängig,
- 4.) es traten bei einem Abnehmer Verschmutzungsprobleme am Luftvorwärmer auf, die gelöst wurden
- 5.) es gab bisher keine Korrosionsprobleme
- 6.) die bisherigen Einsatzmengen lagen bei ca. 60.000 t BPG[®] bzw. SBS[®].

Demnach ergibt sich nach jetzigem Stand, dass in vielen Fällen eine Einsatzquote von 3 - 5 %, an einigen (kleineren) Blöcken auch von 10 % dauerhaft realistisch ist. Ebenso wie bei der Zementindustrie werden sich auf dem Hintergrund zunehmender Erfahrungen die Einsatzquoten bundesweit und standortbezogen bezogen auf den vorhandenen Kraftwerkspark steigern lassen. Hierfür sind allerdings verlässliche Sekundärbrennstoffqualitäten entscheidend.

9 Bedeutung für die klassische MVA

9.1 Mitverbrennung – Müllverbrennung - sich belebende Techniken!

Bei Unterstellung einer Anlagenverfügbarkeit von 80 % stünden in deutschen MVA eine Jahreskapazität von ca. 14,6 Mio. Mg zur Verfügung; tatsächlich wurden jedoch in den bestehenden 59 MVA nur ca. 11 Mio. Mg/a angenommen. Dies liegt nur bedingt an fehlenden Müllmengen, sondern ganz wesentlich an der Tatsache, dass die technische Verfügbarkeit im Mittel deutlich unter 80 % liegt und die heute häufig sehr hohen Heizwerte des Input den möglichen Durchsatz reduzieren [46]. Mit der Umsetzung der TA Si, welcher durch die Ablagerungsverordnung Nachdruck verliehen wird, werden die Abfallströme, die der thermischen Behandlung in Form der Verwertung oder Beseitigung angedient werden müssen, zunehmen.

Für Gesamtdeutschland wird davon ausgegangen, dass bis 2005 Verbrennungskapazitäten für ca. 18 Mio. Jahrestonnen zur Verfügung stehen.

Berücksichtigt man die Tatsache, dass heute noch etwa 15 Mio. t Siedlungsabfälle unbehandelt deponiert werden, so wird klar, dass enorme Kapazitäten zur Abfallbehandlung fehlen, wenn man tatsächlich die Deponierung von unvorbehandelten Abfällen in 2005 einstellen würde.

Es ist daher erforderlich, erhebliche neue Kapazitäten zu schaffen. Hierfür gilt es zügigst die erforderliche Rechtssicherheit sicherzustellen.

Angaben zur bestehenden und zukünftig notwendigen MVA-Kapazität sind jedoch stets im Zusammenhang mit dem durchschnittlichen Heizwert der verbrannten Abfälle zu betrachten. Die Durchsatzleistung der bestehenden MVA ist steigerbar, wenn der durchschnittliche Heizwert der Abfälle, z.B. durch Abschöpfung heizwertreicher Bestandteile, herabgesetzt wird. Allein die bestehenden MVA könnten fast 16,2 Mio. Mg/a (+ 1,6 Mio. Mg/a) durchsetzen, würde der durchschnittliche Heizwert der Abfälle nur um 1.000 kJ/kg abgereichert.

Die Kosten der MVA korrelieren mit der Wärmemenge, d.h. Kosten drücken sich aus in [EUR/MJ]. MVA sind thermisch limitiert, ihre Kapazität ergibt sich also aus der mit dem Abfall zugeführten Wärmemenge. Die Senkung des Heizwertes durch Abschöpfung heizwertreicher Abfallbestandteile hat eine Steigerung der Jahrestonnage zur Folge, was eine Senkung der Kosten bezogen auf die Menge = [EUR/Mg] zur Folge hat. Niedrigere Heizwerte zwischen 8.500 – 9.000 kJ/kg hätten jedoch nicht nur eine auf den Massenstrom bezogene bessere Nutzung der fixen thermischen Kapazität zur Folge, sondern auch steigernd auf die Verfügbarkeit auswirken [46]. Damit ist ein auf zweierlei Weise reduzierend wirkender Effekt auf die Betriebskosten gegeben.

Es wird deutlich, dass der Weg in eine hochwertige energetische Verwertung von Abfallteilströmen der Müllverbrennung lediglich überschüssige Wärmeströme entzieht und dieser die Chance auf eine kostengünstigere Behandlung größerer Massenströme eröffnet.

Richtig ist, dass mit zunehmender Mitverbrennung weniger Müllverbrennungsanlagen neu errichtet werden müssen. Dies gilt für Deutschland, aber auch für die gesamte EU [47], [48].

9.2 strukturelle Auswirkungen

Langfristige Lieferverpflichtungen für qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe in der erforderlichen Größenordnung sind von einzelnen Betreibern von Anlagen zur Abfallvorbehandlung nicht realisierbar, so dass in der Folge übergeordnete Strukturen die Funktion der Garantiegeber ge-

genüber den industriellen Abnehmern einnehmen müssen. Diese Funktion kann -und wird- von Abfallzweckverbänden, überregionalen Interessengemeinschaften oder größeren Entsorgungsunternehmen wahrgenommen werden.

Sekundärbrennstoffe unterliegen nicht dem Anschluss- und Benutzerzwang und sind somit frei über Kreis-, Regierungsbezirks- und Landesgrenzen hinweg „beweglich“. Damit können regionale Unterschiede hinsichtlich Aufkommen und Absatzmöglichkeiten ausgeglichen werden.

Die Mitverbrennung eröffnet auch mittelständischen Unternehmen der Entsorgungswirtschaft einen verbesserten Marktzugang.

9.3 finanzielle Auswirkungen

Der Einsatz heizwertreicher Abfallteilmengen als Sekundärbrennstoff ist unter wirtschaftlichen Aspekten dann sinnvoll, wenn

- die Gewinnung der hochkalorischen Fraktionen (nicht erforderlich bei getrennt erfassten produktionsspezifischen Gewerbeabfällen),
- ihre Aufbereitung zu qualitätsgesicherten Sekundärbrennstoffen,
- ihr Absatz und
- ihre Logistik (Transport, Bevorratung)

insgesamt geringere Kosten als die direkte Verbrennung in einer MVA verursachen.

Dies ist bei in Ansatz zu bringenden Vollkosten für die Behandlung in einer MVA für produktionsspezifische Gewerbeabfälle der Fall. Für hochkalorische Fraktionen wird die Erfahrung aus dem Betrieb neuer Aufbereitungsanlagen und aus dem Einsatz der produzierten Sekundärbrennstoffe über die Wirtschaftlichkeit dieser Option entscheiden.

Ist für bestimmte Abfallteilmengen die Errichtung neuer MVA's nicht nötig, da diese Mengen stattdessen in bestehende industrielle Feuerungsanlagen fließen, stellt dies eine finanzielle Entlastung dar, da erheblich weniger Kapital gebunden werden muss.

Die bereits beschriebenen positiven Effekte auf die Betriebskosten infolge heizwertärmerer Abfälle helfen die gesamten Behandlungskosten zu reduzieren.

Die Miteinbeziehung primärenergieintensiver Industriezweige stellt die Abfallentsorgung auf ein breiteres Fundament. Die daraus gewonnene Flexibilität schafft Entsorgungssicherheit und begünstigt den Wettbewerb.

10 Zusammenfassung

Der Einsatz auch hoher Anteile (bis zu 50 %) von qualitätsgesicherten, schadstoffarmen Brennstoffen aus produktionsspezifischen Gewerbeabfällen in der Zement- und Kalkindustrie erfolgt ohne Veränderung des zum Klinker- bzw. Kalkbrennen erforderlichen Temperaturprofils, ohne Verschlechterung der Klinker- bzw. Kalkqualität und ohne negative Beeinflussung der Emissionssituation.

Damit können Erzeugung und Einsatz von BPG[®] als eine gelungene Kombination von Ökonomie und Ökologie eingestuft werden, als ein Beitrag zur Standortsicherung sowohl von Abfallerzeugern als auch von BPG[®]-einsetzenden Zement- und Kalkwerken.

Auch für SBS[®] liegen positive Erfahrungen in der Zementindustrie vor. Der Einsatz von SBS[®] in Kraftwerken erfolgt nach Erwirkung entsprechender Dauergenehmigungen mittlerweile kontinuierlich, er wird weiter aufgebaut.

Am 22.05.2002 wurde das bundesweit erste RAL-Gütezeichen für qualitätsgesicherte Sekundärbrennstoffe (Qualitätsgruppe BPG[®]) aus der Aufbereitungsanlage AKEA in Ertfstadt an die RWE Umwelt AG, vergeben. Auch SBS[®] ist mittlerweile mit einem Gütezeichen ausgezeichnet worden.

Die qualitativen Vorgaben der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe zum RAL-GZ 724 können für Sekundärbrennstoffe aus heizwertreichen Fraktionen von Siedlungsabfällen durch Einsatz von (geschulter) NIR-Technik (optischer, automatischer Sortierverfahren) nachhaltig eingehalten werden.

Die Mitverbrennung erweitert das technische Spektrum der Vorbehandlungstechniken und sichert einen breiteren Fächer an Marktteilnehmern.

11 Ausblick und politischer Handlungsbedarf

Mit dem Ziel einer europaweiten Harmonisierung wurden die Normungsaktivitäten für Sekundärbrennstoffe auch im CEN aufgenommen. Erste Ergebnisse werden allerdings erst ab Mitte 2004 erwartet. Dies ist im Hinblick auf die fristgerechte Umsetzung der AbfAbIVO für Deutschland zu spät. Es empfehlen sich somit für Deutschland die Arbeiten und Ergebnisse der BGS.

Die positiven Resultate bei Produktion und Einsatz von BPG[®] und SBS[®] bilden die Grundlage zum weiteren Ausbau der Sekundärbrennstoffschiene. Bei der Produktion von Sekundärbrennstoffe aus hochkalorischen Fraktionen von Siedlungsabfällen werden zukünftig zunehmend optische, automatische Sortierverfahren zum Einsatz kommen.

Bei vernünftiger Kapazitätsplanung ist eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Aufgabenteilung von Müllverbrennung, mechanisch-biologischen Verfahren und hochwertigen Wegen zur stofflichen und energetischen Verwertung bzw. zur Produkterzeugung (z. B. von BPG[®] bzw. SBS[®]) möglich. Durch ein integriertes Ressourcen- und Abfallmanagement, also durch ein „belebendes“ Miteinander von Mit- und Müllverbrennung bzw. durch ein optimiertes Zusammenspiel von Abfall- und Energiewirtschaft kann eine Minderung des Ausstoßes klimarelevanter Gase von bis zu 1,25 t CO₂/t Restmüll erreicht werden.

Ein relevanter, vom BMU erwarteter Beitrag der deutschen Abfallwirtschaft zur Reduktion klimarelevanter Gase [37] ist jedoch nur durch kurzfristige Impulse mittels angepaßtem EEG (Streichung Ausschließlichkeitsregelung) und novellierter BiomasseVO nach dem Vorbild der europäischen Regelungen realisierbar.

Für die dringend erforderlichen Investitionsentscheidungen bedarf es einer entsprechenden Rechtssicherheit. Dabei kommt der fristgerechten Umsetzung der AbfAbIVO eine zentrale Bedeutung zu.

Literaturverzeichnis

- [1] **Römpp**: Lexikon, Band "Umwelt", 1993
- [2] **Krauss, P.; Brunner, P.H.**: Möglichkeiten und Grenzen der Schadstoffentfrachtung von Hausmüll durch mechanische Sortieranlagen, 1989
- [3] **Theben, M.**: Europäische Regelungen und ihre Auswirkungen auf die thermische Abfallentsorgung, Vortrag auf dem 13. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft, Aachen, 30. Nov. 2000
- [4] **N.N.**: Neufassung der 17. BImSchV, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2003, Teil 1, Nr. 41, Bonn, 19.08.2003
- [5] **Gallenkemper, B.; Braungart, M. et al**: Untersuchung zur Umwelt- und Gesundheitsverträglichkeit von Substitutbrennstoffen, Hamburg und Ahlen, März 1999
- [6] **Oerter, M.**: Persönliche Mitteilung, Verein deutscher Zementwerke e.V., September 2003, sowie eigene Berechnungen
- [7] **N.N.**: Verminderung der CO₂-Emissionen, Beitrag der deutschen Zementindustrie, Monitoring-Bericht 1998, Hrsg.: Verein deutscher Zementwerke e.V., Düsseldorf
- [8] **Alwast, H. et al**: Abfallverwertung in Industrieanlagen, Studie der Prognos AG im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, Dez. 2000
- [9] **Pothmann, D.; Glorius, Th.**: Einsatz von bei der Altpapierverwertung anfallenden Spuckstoffen zur Zementherstellung, Reststoffhandbuch für die Papierindustrie, Erma Umwelttechnik AG 1996
- [10] **Flamme, S.; Gallenkemper, B.**: RAL-Gütezeichen für Sekundärbrennstoffe, Vortrag auf dem 13. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft, Aachen, 30. Nov. 2000
- [11] **Glorius, Th.**: Erfahrung mit Produktion und Einsatz qualitätsgesicherter, anpelletierter Sekundärbrennstoffe auf Basis produktionsspezifischer Gewerbeabfälle, Berlin, Vortrag auf der UTECH, 17./18.02.98
- [12] **Bolwerk, R.**: Erfahrungen aus laufenden Genehmigungsverfahren, Vortrag auf dem VDI-Seminar 430404, Würzburg, 12./13.10.2000
- [13] **Flamme, S.; Gallenkemper, B.**: Anforderungen beim Einsatz von Sekundärbrennstoffen, 7. Münsteraner Abfallwirtschaftstage, Münster, 29.-31.01.2001
- [14] **Flamme, S.; Gallenkemper, B.**: Inhaltsstoffe von Sekundärbrennstoffen, Ableitung der Qualitätssicherung der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe e.V., Müll und Abfall, 12, 2001, S. 699-704
- [15] **MUNLV/Prognos**: Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken, Düsseldorf, September 2003
- [16] **N.N.**: Suomen Standardisoimisliitto SFS, SFS 5875, Solid recovered fuel - quality control system, 24.01.2000
- [17] **Ragossnig, A.; Schelch, M.**: persönliche Mitteilung im August 2001, Institut für Entsorgungs- und Deponietechnik Leoben
- [18] **Kronberger, R.**: Waste to recovered fuel – Cost-Benefit Analysis, GUA Gesellschaft für umfassende Analysen GmbH, Wien, April 2001
- [19] **Langenkamp, H.**: Development of horizontal standards for implementation of environmental Directives on sludge, bio-waste and soil - The project Horizontal, European Commission, Joint Research Centre, October 2002
- [20] **Schulz-Ellermann, H.J.; Glorius, Th.**: Zertifizierung von Brennstoffen im Europäischen Raum - DIN/CEN Anforderungen, Qualitäten, 8. Münsteraner Abfallwirtschaftstage, 27.-29.01.03, ISBN 3-9806149-5-6
- [21] **Flamme, S.**: Energetische Verwertung von Sekundärbrennstoffen in industriellen Anlagen - Ableitung von Maßnahmen zur umweltverträglichen Verwertung, Münsteraner Schriften zur Abfallwirtschaft Band 5, ISBN 3-98061149 - 4-8
- [22] **Heyde, M.; Kremer, M.**: Verwertung von Kunststoffabfällen aus Verkaufsverpackungen in der Zementindustrie, Fraunhofer Institut Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Januar 1997
- [23] **Seidel, G.**: Zur Einflußnahme der Mahlfineinheit bei Stein- und Braunkohlen auf die Flammenausbildung in Zementdrehöfen, Tagungsband VDZ Kongress 1993 "Verfahrenstechnik der Zementherstellung", S. 443-448

- [24] **Duda, W. H.:** cement data book, Band 1, Bauverlag GmbH Wiesbaden/Berlin 1985, S. 357
- [25] **N.N.:** Spezifikation der Rheinbraun AG für Braunkohlenstaub, Stand 4/2001
- [26] **Kautz, K.; Kirsch, H.; Laufhütte, D.W.:** Über Spurenelementgehalte in Steinkohlen und den daraus entstehenden Reingasstäuben, VGB Kraftwerkstechnik 55, 1975, Nr. 10, S. 672-676
- [27] **Glorius, Th.:** Produktion und Einsatz qualitätsgesicherter Sekundärbrennstoffe, Aktivitäten der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe, VDI-Seminar 43-04-04, Würzburg 12./13.10.2000
- [28] **N.N.:** CEN-Report „Solid Recovered Fuels (Part I and II)“, CEN/BT/TF 118 N 50
- [29] **Winkler, H.D.:** Emissionsverhalten von Drehrohröfen zur Herstellung von Zementklinker beim Einsatz von Abfällen, HdT-Seminar Nr. e-71-009-091-7, Essen, Dez. 1997
- [30] **Schneider, M.; Puntke, S.; Spanka, G.:** Auswirkungen des Abfalleinsatzes in der Zementindustrie auf die Produktqualität, Vortrag auf dem 13. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft, Aachen, 30. Nov. 2000
- [31] **Kern, M.; Sprick, W.; Glorius, Th.:** Regenerative Anteile in Siedlungsabfällen und Sekundärbrennstoffen, 10. Internationaler Recyclingcongress (IRC), Berlin 29./30.10.2001
- [32] **Terhorst, W.; Freding, Th.; Glorius, Th.:** Abfallwirtschaftliche Bedeutung des Einsatzes von Sekundärbrennstoffen als Ergänzung zur Müllverbrennung aus der Sicht der Entsorgungswirtschaft, Vortrag auf der 33. Essener Tagung, März 2000
- [33] **Glorius, Th.:** Importance of secondary fuels in waste management as a complement for incineration, 2. Workshop „Waste to recovered fuels“, Brüssel, 29.05.2001
- [34] **Albers, H.; Eckardt, S. et al.:** Ökonomische Vorteile bei der energetischen Verwertung von Ersatzbrennstoffen aus Restabfällen unter Berücksichtigung des EU-Richtlinienvorschlages zum Emissionshandel, Müll und Abfall (2003), Nr. 12, S. 644-650
- [35] **Glorius, Th.:** CO₂-Minderungspotenzial durch den Einsatz von Sekundärbrennstoffen in hocheffizienten Feuerungsanlagen, Kongress der Bundesgütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe auf der Entsorga, 25.09.2003
- [36] **N.N.:** Richtlinie 2001/77/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 27.09.2001 zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen im Elektrizitätsbinnenmarkt, Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 27.10.2001, L 283/33-40
- [37] **Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:** Sonderteil „Nationales Klimaschutzprogramm, Umwelt, Nr. 11/2000
- [38] **N.N.:** Biomasseverordnung - BiomasseV, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001, I, S. 1234-1236
- [39] **N.N.:** Erneuerbare-Energien-Gesetz, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001, I, S. 305ff.
- [40] **Arbeitsgemeinschaft Kunststoffverwertung:** Ökobilanzen zur Verwertung von Kunststoffabfällen aus Verkaufsverpackungen, Fraunhofer-Institut München, TU Berlin, UNI Kaiserslautern, unter Koordination der TÜV Rheinland Sicherheit und Umweltschutz GmbH Köln, 1995
- [41] **N.N.:** Verein Deutscher Kohlenimporteure e.V., <http://www.verein-kohlenimporteure.de>
- [42] **Kirchner, G.:** Produkt und Umwelt - Erfahrungen bei der energetischen Verwertung von Abfällen in der Zementindustrie, Vortrag auf der LfU-Tagung „Grundsätze für die Verwertung von Abfällen im Zementwerk“, 02.07.98 in Wackersdorf
- [43] **Korf, P.:** Umweltschutz beim Einsatz von Sekundärrohstoffen, HdT-Seminar Nr. e-75-204-091-9, Essen, Feb. 1999
- [44] **Baier, H.:** Einsatz von Ersatzbrennstoffen im Dyckerhoff Zementwerk Neubekum, VDI-Seminar 43-04-05, Osnabrück 12./13.09.2001
- [45] **Schulz, W.:** Erfahrungen oder mögliche Ansätze beim Einsatz von Sekundärbrennstoffen aus Siedlungsabfällen, Möglichkeiten der Mitverbrennung in Kraftwerken, 5. ASA - Abfalltage, Hannover, 19./20.02.2004
- [46] **Horch, K.:** persönliche Mitteilung, Januar 2002
- [47] **Krajenbrink, G.W. et al:** Fuel energy recovery, consortium report TNO-MEP-R98/220 für EU Commission DG XVII
- [48] **Nieuwenhoven:** Perspektiven der Abfallentsorgung in den Niederlanden: gesetzlich verordnete Mülltrennung von Gewerbeabfällen, 12. Aachener Kolloquium Abfallwirtschaft, Aachen, Dez. 1999

Qualitätssicherung und zukünftige Entwicklungen bei der Erzeugung von flüssigen Sekundärbrennstoffen

Dipl.-Chem. Alfred Mroska, Baufeld-Chemie GmbH

	1.	Flüssige Sekundärbrennstoffe
		3.1 Anlagen zur Verwertung
		3.2 Geeignete Abfallstoffe
		3.3 Geeignete Abfallschlüsselnummern ASN
		3.4 Einsatzmengen Sekundärbrennstoffe
		3.5 Anforderungen für den Einsatz von Sekundärbrennstoffen
		3.6 Zusatznutzen
	2.	Qualitätssicherungssystem
		4.1 Vor der Entsorgung / Verwertung
		4.2 Die Entsorgung
		4.3 Die Verwertung
		4.4 Begleitscheinverfahren
		4.5 Grenzwerte von Lösemittel in einem Zementwerk
		4.6 Grenzwerte von Altölen in einem Zementwerk
		4.7 Qualitätssicherung im Zementwerk
		4.8 Betriebshandbuch
3.	Altöl	
	5.1 Neue AltöIV vom 16.04.2002	
	5.2 Einteilung in Kategorien	
	5.3 Altölaufbereitung	
4.	Ausblick	



1. Flüssige Sekundärbrennstoffe

1.1. Anlagen zur Verwertung

- Zementwerke
- Kalkwerke
- Kraftwerke
- Stahlwerke
- Sonderabfallverbrennungsanlagen (Stützfeuer)
- Klärschlammverbrennungsanlagen (Stützfeuer)
- Munitionsverbrennungsanlagen (Stützfeuer)
TNT-Verbrennung
- Gasphasenoxidationen
- Vergasungsanlagen (Biogas)



1.2. Geeignete Abfallstoffe

- gebrauchte Lösemittel
- Destillationsrückstände
- Altöle, die nicht stofflich aufarbeitbar sind
(Altölverordnung)
- Tierfette

1.3 Geeignete Abfallschlüsselnummern ASN gemäß Abfallverzeichnis-Verordnung (AVV)

Im BAUFELD - Tanklager Oberhausen

AVV-Abfall-schlüssel	Branche
	Abfälle aus der Landwirtschaft, Gartenbau, Teichwirtschaft, Forstwirtschaft, Jagd und Fischerei sowie der Herstellung und Verarbeitung von Nahrungsmittel

02 03 02	Abfälle von Konservierungsmitteln (hier nur halogenfreie Lösemittel oder ölhaltige Fraktion)
02 03 03	Abfälle aus der Extraktion mit Lösemittel
02 03 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (hier nur soweit Pflanzenöl)
02 03 99	Abfälle a. n. g.
02 07 02	Abfälle aus der Alkoholdestillation (hier nur halogenfreie Lösemittel oder ölhaltige Fraktion)
02 07 03	Abfälle aus der chemischen Behandlung (hier nur halogenfreie Lösemittel oder ölhaltige Fraktion)
02 07 04	für Verzehr oder Verarbeitung ungeeignete Stoffe (hier nur halogenfreie Lösemittel oder ölhaltige Fraktion)

AVV-Abfall-schlüssel	Branche
	Abfälle aus der Holzbearbeitung und der Herstellung von Platten, Möbeln, Zellstoffen, Papier und Pappe

03 02 01*	halogenfreie organische Holzschutzmittel (hier nur lösemittelhaltige Holzschutzmittel)
-----------	--

AVV-Abfall-schlüssel	Branche
	Abfälle aus der Leder-, Pelz- und Textilindustrie

04 01 09	Abfälle aus der Zurichtung und dem Finish (hier nur halogenfreie Lösemittel)
04 02 14*	Abfälle aus dem Finish, die organische Lösungsmittel enthalten (hier nur lösemittelhaltige Fraktion)

AVV-Abfall-schlüssel	Branche
	Abfälle aus der Erdölraffination, Erdgasreinigung und Kohlepyrolyse

05 01 03*	Bodenschlämme aus Tanks
05 01 05*	verschüttetes Öl
05 01 06*	ölhaltige Schlämme aus Betriebsvorgängen und Instandhaltung
05 01 12*	säurehaltige Öle

AVV-Abfall-schlüssel	Branche
	Abfälle aus organischen-chemischen Prozessen

07 01 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 01 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 02 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 02 08*	andere Reaktions- Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 03 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 03 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 04 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 04 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 05 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 05 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 06 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 06 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)
07 07 04*	andere organische Lösemittel, Waschflüssigkeiten und Mutterlaugen
07 07 08*	andere Reaktions- und Destillationsrückstände (hier Lösemittel mit geringen Feststoffanteilen)

B I M S c h V	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus HZVA von Beschichtungen (Farben, Lacken, Email) Klebstoffen, Dichtmassen und Druckfarben
	08 01 11*	Farb- und Lackabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
	08 01 13*	Farb- und Lackschlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
	08 01 15*	wässrige Schlämme, die Farben oder Lacke mit organischen Lösemittel oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten
	08 01 17*	Abfälle aus der Farb- oder Lackentfernung, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
	08 01 21*	Farb- oder Lackentfernerabfälle
	08 01 99	Abfälle a. n. g.
	08 03 12*	Druckfarbenabfälle, die gefährliche Stoffe enthalten
	08 03 14*	Druckfarbschlämme, die gefährliche Stoffe enthalten
	08 03 19*	Dispersionsöl
	08 03 99	Abfälle a. n. g.
	08 04 09*	Klebstoff- und Dichtmassenabfälle, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
	08 04 11*	Klebstoff- und dichtmassenhaltige Schlämme, die organische Lösemittel oder andere gefährliche Stoffe enthalten
	08 04 13*	wässrige Schlämme, die Klebstoffe oder Dichtmassen mit organischen Lösemittel oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten
	08 04 15*	wässrige flüssige Abfälle, die Klebstoffe oder Dichtmassen mit organischen Lösemitteln oder anderen gefährlichen Stoffen enthalten
	08 04 17*	Harzöle

B I M S c h V	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus der fotografischen Industrie
	09 01 03*	Entwicklerlösungen auf Lösemittelbasis
	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus thermischen Prozessen
	10 02 11*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 03 27*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 04 09*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 05 08*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 06 09*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 07 07*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	10 08 19*	öhlhaltige Abfälle aus der Kühlwasserbehandlung
	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus Prozessen der mechanischen Formgebung sowie der physikalischen und mechanischen Oberflächenbearbeitung von Metallen und Kunststoffen
12 01 06*	halogenhaltige Bearbeitungsöle auf der Mineralölbasis (außer Emulsionen und Lösungen)	
12 01 07*	halogenfreie Bearbeitungsöle auf Mineralölbasis (außer Emulsionen und Lösungen)	
12 01 10*	synthetische Bearbeitungsöle	
12 01 19*	biologisch leicht abbaubare Bearbeitungsöle	
12 03 02*	Abfälle aus der Dampfentfettung (hier nur öhlhaltige Fraktion)	

Abfallverzeichnis	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen (außer Speiseöle und Ölabfälle, die unter die Kapitel 05, 12 und 19 fallen)
	13 01 01*	Hydrauliköle, die PCB enthalten
	13 01 09*	chlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis (keine Emulsionen)
	13 01 10*	nichtchlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis (keine Emulsionen)
	13 01 11*	synthetische Hydrauliköle (keine Emulsionen)
	13 01 12*	biologisch leicht abbaubare Hydrauliköle
	13 01 13*	andere Hydrauliköle
	13 02 04*	chlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
	13 02 05*	nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
	13 02 06*	synthetische Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
	13 02 07*	biologisch leicht abbaubare Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
	13 02 08*	andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
	13 03 01*	Isolier- und Wärmeübertragungsöle, die PCB enthalten
	13 03 06*	chlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 13 03 01 fallen
	13 03 07*	nichtchlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis
	13 03 08*	synthetische Isolier- und Wärmeübertragungsöle
	13 03 09*	biologisch leicht abbaubare Isolier- und Wärmeübertragungsöle
	13 03 10*	andere Isolier- und Wärmeübertragungsöle
	13 04 01*	Bilgenöle aus der Binnenschifffahrt
	13 04 02*	Bilgenöle aus Molenablaufkanälen
	13 04 03*	Bilgenöle aus der übrigen Schifffahrt
	13 05 02*	Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern
	13 05 06*	Öle aus Öl-/Wasserabscheidern
	13 05 07*	öliges Wasser aus Öl-/Wasserabscheidern
	13 07 01*	Heizöl und Diesel
13 07 02*	Benzin	
13 07 03*	andere Brennstoffe (einschließlich Gemische)	
13 08 99*	Abfälle a. n. g.	

Abfallverzeichnis	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus organischen Lösemittel, Kühlmittel und Treibgasen (außer 07 und 08)
	14 06 03*	andere Lösemittel und Lösemittelgemische
	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle, die nicht anderswo im Verzeichnis aufgeführt sind
	16 01 13*	Bremsflüssigkeiten
	16 01 14*	Frostschutzmittel, die gefährliche Stoffe enthalten
	16 03 05*	organische Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten (nur soweit der Abfall nicht unter einer anderen Nummern einzuordnen ist u. es sich dabei um halogenfreie Lösemittel oder Öle handelt)
	16 07 08*	öhlhaltige Abfälle
	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Abfälle aus Abfallbehandlungsanlagen, öffentlichen Abwasserbehandlungsanlagen sowie der Aufbereitung von Wasser für den menschlichen Gebrauch und Wasser für industrielle Zwecke
	19 02 07*	Öl und Konzentrate aus Abtrennprozessen (hier nur öhlhaltige Fraktion)
	19 02 08*	flüssige brennbare Abfälle, die gefährliche Stoffe enthalten (hier nur lösemittel- oder öhlhaltige Fraktion)
	19 11 03*	wässrige flüssige Abfälle
	AVV- Abfall- schlüssel	Branche Siedlungsabfälle (Hauhaltsabfälle und ähnliche gewerbliche und industrielle Abfälle sowie Abfälle aus Einrichtungen), einschließlich getrennt gesammelter Fraktionen
	20 01 08*	biologisch abbaubare Küchen- und Kantinenabfälle (hier nur Pflanzenfette und Frittieröl)
	20 01 13*	Lösemittel
	20 01 25*	Speiseöle und -fette
20 01 26*	Öle und Fette mit Ausnahme derjenigen, die unter 20 01 25 fallen	

Einschränkungen bei den einzelnen Abfallschlüsselnummern sind in Klammern bei der Bezeichnung vermerkt. Die mit einem Sternchen (*) versehenen gefährlichen Abfallarten im Abfallverzeichnis sind besonders überwachungsbedürftig.



1.4. Einsatzmenge von flüssigen Sekundärbrennstoffen zur Verwertung

In 2003 geschätzt in tausend Tonnen:

Gesamt: 365

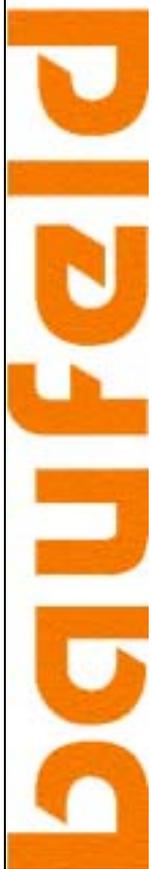
Altöle: 155

**Lösemittel inkl.
Destillationsrückstände :** 130*¹

Tierfette: 80*²

*¹ ohne Eigenverbrennung der chemischen Industrie

*² Tendenz sinkend da nur noch Fette aus Risikomaterial zum energetischen Einsatz gelangen.



1.5 Anforderung für den Einsatz von Sekundärbrennstoffen

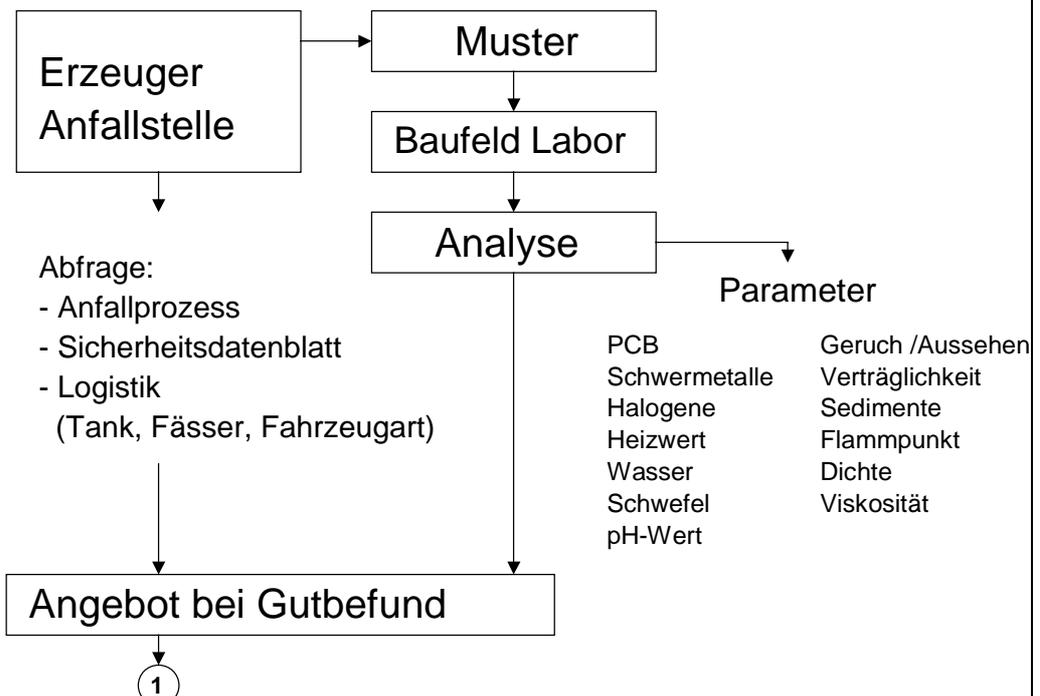
- Wirtschaftlichkeit
- Verfügbarkeit
- Umweltverträglichkeit
- Schadlosgkeit
- keine Emissionsverschlechterung
- keine nachhaltigen Auswirkungen auf das Produkt

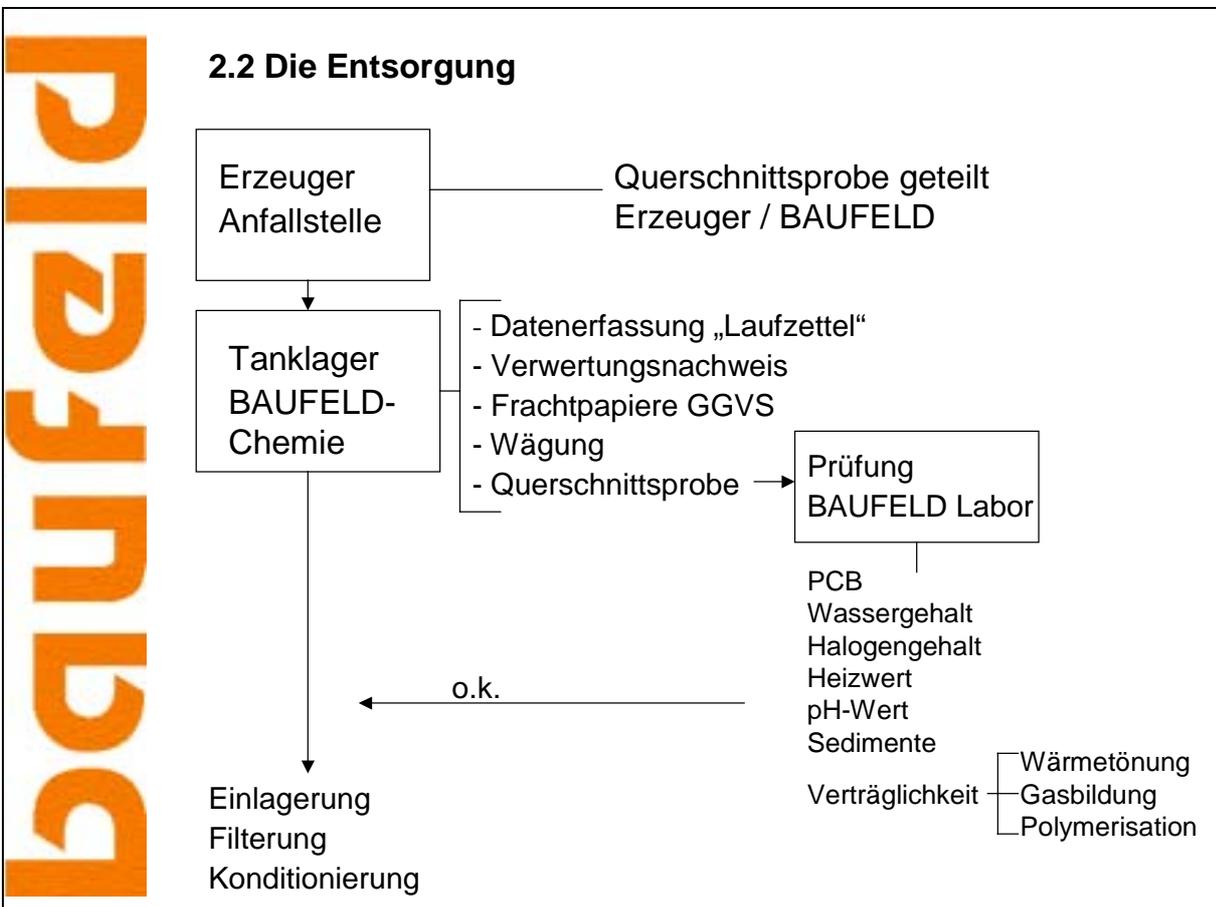
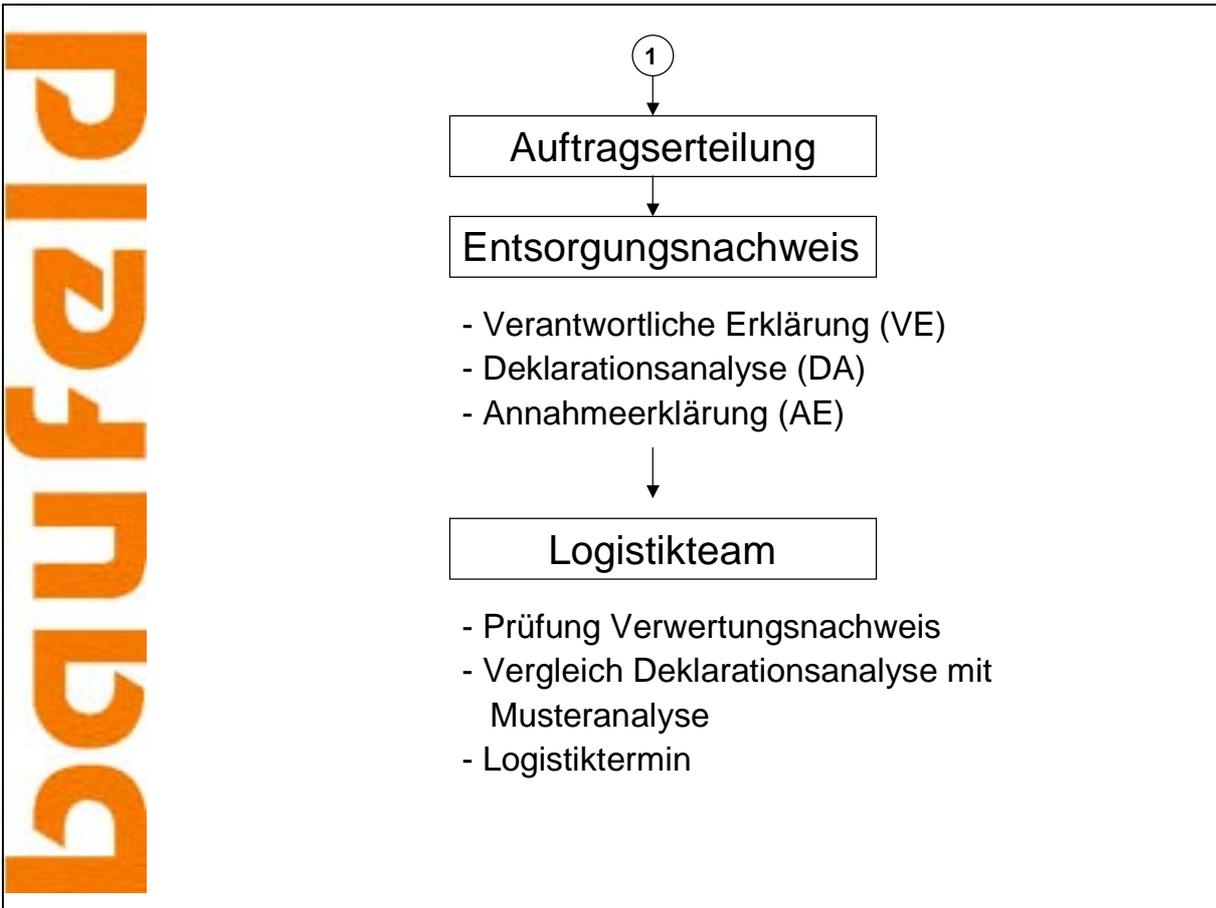
1.6 Zusatznutzen:

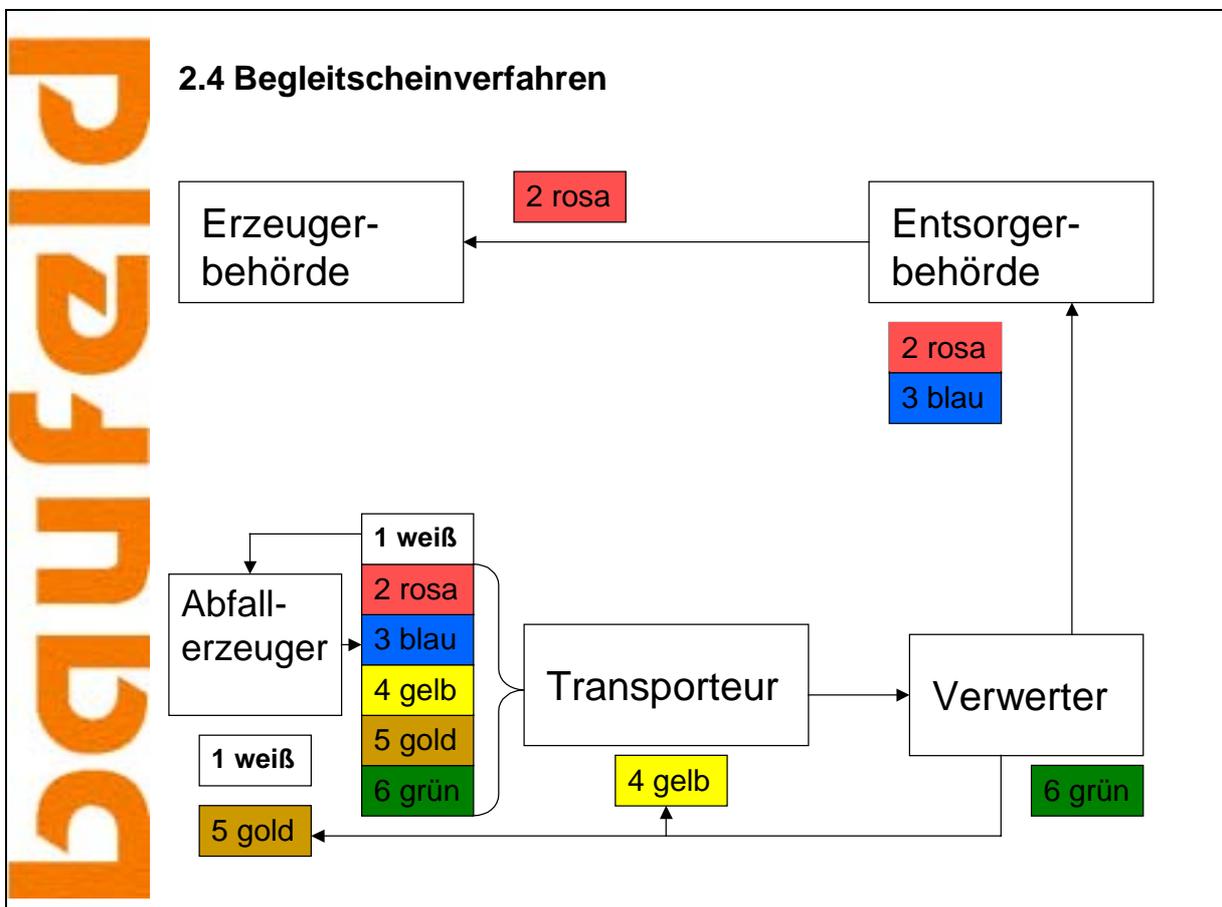
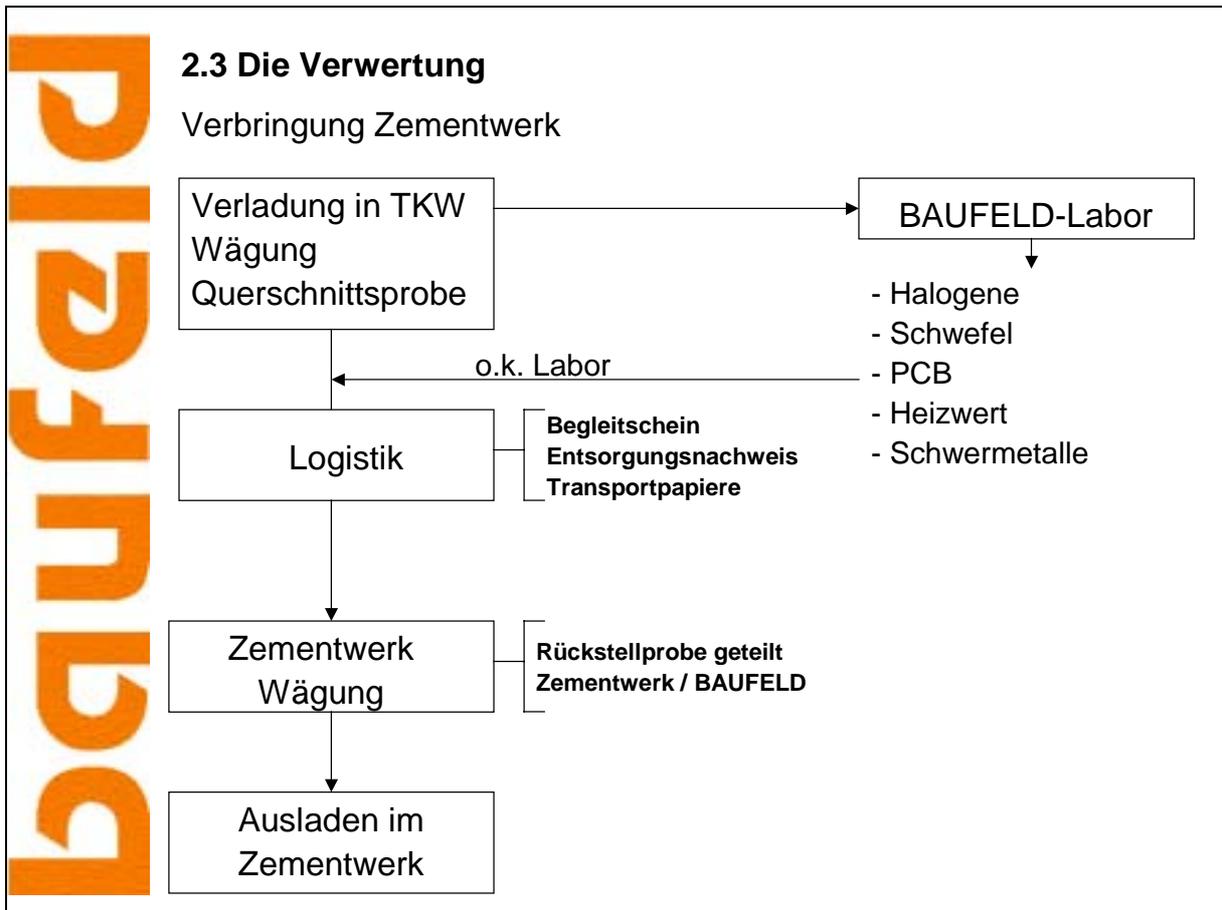
- Ressourcenschonung durch Einsparung von fossilen Energieträgern
- Verbesserung der CO₂ Bilanz (CO₂ Handel)
- durch flüssige Sekundärbrennstoffe können höhere Mengen fester Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden.
- Verbesserung des Ausbrennens von festen Ersatzbrennstoffen durch günstigere Flammenführung

2. Qualitätssicherungssystem BAUFELD-Chemie

2.1 Vor der Entsorgung / Verwertung







BAUFELD

2.5 Grenzwerte von Lösungsmittel in einem Zementwerk

Parameter	Einheit	RC-Lösemittel im Zementwerk		BAUFELD Lösungsmittel zu Zementwerk		Kunde zu BAUFELD
		Einzelanlieferung	Jahresmittelwert	Einzelanlieferung	Jahresmittelwert	Einzelanlieferung
Heizwert	kJ/kg	= 17 000	= 17 000	= 17 000	=17 000	= 11 000
Chlor	%	= 1	= 1	= 1	= 1	= 2
Brom, Jod in ?	ppm					= 500
Schwefel	ppm			= 3	= 1	
PCB (nach DIN)	ppm	= 10	= 5	= 10	= 5	
PCB	ppm			= 100	---	
Schwermetalle						
Cadmium	ppm	= 10	= 5	= 10	= 5	
Quecksilber	ppm	= 1	= 0,5	= 0,5	= 0,5	= 0,5
Thallium	ppm	= 5	---	= 1	---	< 1
Arsen	ppm	= 5	---	= 5	---	
Nickel	ppm	= 20	---	= 20	---	
Blei	ppm	= 700	= 700	= 700	= 700	
Chrom	ppm	= 100	---	= 100	---	
Kupfer	ppm	= 300	---	= 300	---	
Vanadium	ppm	= 5	---	= 5	---	
Zink	ppm	= 1.000	---	= 1.000	---	
Cd, As, Sb in ?	ppm					< 20
Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn in ?	ppm					< 1.100
Schwermetalle in ?	ppm			---	---	

BAUFELD

2.6 Grenzwerte von Altölen in einem Zementwerk

Parameter	Einheit	RC-Lösemittel im Zementwerk		BAUFELD Altöl zu Zementwerk		Kunde zu BAUFELD
		Einzelanlieferung	Jahresmittelwert	Einzelanlieferung	Jahresmittelwert	Einzelanlieferung
Heizwert	kJ/kg	= 17 000	= 17 000	= 17 000	=17 000	= 11 000
Chlor	%	= 1	= 1	= 1	= 1	= 2
Brom, Jod in ?	ppm					= 500
Schwefel	ppm			= 3	= 1	
PCB (nach DIN)	ppm	= 10	= 5	= 10	= 5	
PCB	ppm			= 100	---	
Schwermetalle						
Cadmium	ppm	= 10	= 5	= 10	= 5	
Quecksilber	ppm	= 1	= 0,5	= 0,5	= 0,5	= 0,5
Thallium	ppm	= 5	---	= 1	---	< 1
Arsen	ppm	= 5	---	= 5	---	
Nickel	ppm	= 20	---	= 20	---	
Blei	ppm	= 700	= 700	= 700	= 700	
Chrom	ppm	= 100	---	= 100	---	
Kupfer	ppm	= 300	---	= 300	---	
Vanadium	ppm	= 5	---	= 5	---	
Zink	ppm	= 1.000	---	= 1.000	---	
Cd, As, Sb in ?	ppm					< 20
Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn in ?	ppm					< 1.100
Schwermetalle in ?	ppm			---	---	

2.7 Qualitätssicherung im Zementwerk

Aus den Rückstellproben sind von einem unabhängigen und geeigneten Labor (z. B. akkreditiert nach EN ISO /IEC 17025) 10 Proben pro Jahr auszuwählen und auf folgende Parameter zu untersuchen:

- Heizwert Hu
- Chlor-, Brom-, Jod- und Schwefelgehalt
- Schwermetalle: Hg, Tl, Cd, SB, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn, sowie Zn

Zertifikat

Je Lieferung ist ein Lieferzertifikat zu erstellen mit folgenden Angaben:

- Heizwert
- Chlor- und Schwefelgehalt
- PCB-Gehalt
- Schwermetalle: Hg, Tl, Cd, SB, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn, sowie Zn

2.8 Betriebstagebuch

Das Betriebstagebuch hat alle für den Einsatz der Ersatzbrennstoffe wesentlichen Daten zu enthalten:

- a) die Entsorgungsnachweise /vereinfachten Entsorgungsnachweis für die zur Verbrennung vorgesehenen Abfälle sowie für die Rückstände, die außerhalb der Anlage verwertet oder sonst entsorgt werden (diese sind zusammen mit den zugehörigen Begleitscheinen / Übernahmescheinen (ggf. auch Lieferscheinen) geordnet mit den Nachweisbüchern b) bzw. c) abzuheften)
- b) das Nachweisbuch für die angenommenen und verbrannten Abfälle einschließlich ihrer Herkunft (Angaben über Art, Herkunft, Menge sowie sonstige Angaben)
- c) das Nachweisbuch für Rückstände, die beim Betrieb der Anlage anfallen und außerhalb der Anlage entsorgt werden
- d) die Dokumentation bei Nichtübereinstimmung des angelieferten Abfalls (Ersatzbrennstoffe) mit den Angaben der Verantwortlichen Erklärung des Entsorgungsnachweises und getroffenen Maßnahmen
- e) besondere Vorkommnisse, vor allem Betriebsstörungen einschließlich der möglichen Ursachen und erfolgter Abhilfemaßnahmen
- f) Betriebszeiten und Stillstandszeiten der Anlage
- g) Ergebnisse der Eigenkontrolluntersuchungen und -messungen
- h) Art und Umfang von Instandhaltungsmaßnahmen
- i) Ergebnisse der Funktionskontrollen

Das Betriebstagebuch ist vom Betriebsbeauftragten für Abfall mindestens wöchentlich abzuzeichnen.



3. Altöl

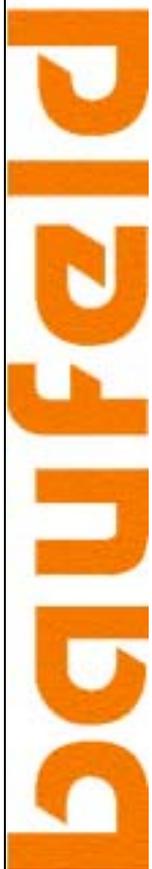
3.1 Neue AltöIV vom 16. April 2002 (BGBl. I S. 1368)

Vorrang der stofflichen Verwertung zu Basis- oder Grundölen

3.2 Einteilung in Kategorien

Kat. 1 stoffliche Verwertung zu Basisölen

Kat. 2 - 4 energetische Verwertung



Anlage 1 (zu § 2 Abs. 2 und § 4 Abs. 3 und 6) Zuordnung von Abfallschlüsseln zu einer Sammelkategorie

Sammelkategorie 1:

- 13 01 10 nichtchlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis
- 13 02 05 nichtchlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
- 13 02 06 synthetische Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
- 13 02 08 andere Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
- 13 03 07 nichtchlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis

Sammelkategorie 2:

- 12 01 07 halogenfreie Bearbeitungsöle auf Mineralölbasis (außer Emulsionen und Lösungen)
- 12 01 10 synthetische Bearbeitungsöle
- 13 01 11 synthetische Hydrauliköle
- 13 01 13 andere Hydrauliköle

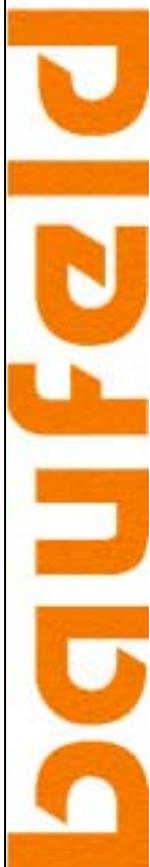


Sammelkategorie 3:

- 12 01 06** halogenhaltige Bearbeitungsöle auf Mineralölbasis (außer Emulsionen und Lösungen)
- 13 01 01** Hydrauliköle, die PCB enthalten, mit einem PCB-Gehalt von nicht mehr als 50 mg/kg
- 13 01 09** chlorierte Hydrauliköle auf Mineralölbasis
- 13 02 04** chlorierte Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis
- 13 03 01** Isolier- und Wärmeübertragungsöle, die PCB enthalten, mit einem PCB-Gehalt von nicht mehr als 50 mg/kg
- 13 03 06** chlorierte Isolier- und Wärmeübertragungsöle auf Mineralölbasis mit Ausnahme derjenigen, die unter 13 03 01 fallen

Sammelkategorie 4:

- 13 01 12** biologisch leicht abbaubare Hydrauliköle
- 13 02 07** biologisch leicht abbaubare Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle
- 13 03 08** synthetische Isolier- und Wärmeübertragungsöle
- 13 03 09** biologisch leicht abbaubare Isolier- und Wärmeübertragungsöle
- 13 03 10** andere Isolier- und Wärmeübertragungsöle
- 13 05 06** Öle aus Öl-/Wasserabscheidern
- 13 07 01** Heizöl und Diesel



3.3 Altölaufbereitung

BAUFELD betreibt eigene Sammelorganisation deutschlandweit mit 30 Außentanklagern.

BAUFELD betreibt drei Altölraffinerien

- Standort Duisburg
- Standort Chemnitz
- Standort Zeitz

BAUFELD bereitet natürlich auch Altöle der Kategorien 2 - 4 zur energetischen Verwertung auf.

4. Ausblick

Die Mitverbrennung von Abfällen im Zement-, Kalk- und Kohlekraftwerken wird an Bedeutung zunehmen, da ab dem 01. Juni 2005 nur noch vorbehandelte Abfälle auf Deponien abgelagert werden dürfen.

Diese Entwicklung trifft für flüssige Sekundärbrennstoffe aus nachstehenden Gründen nicht zu:

- flüssige Abfallstoffe mit einem Heizwert größer 11.000 kJ/kg gelangen schon jetzt nicht auf Deponien, da sie in der Regel wassergefährdend sind und als gefährliche Abfälle besonders überwachungspflichtig sind
- der wirtschaftliche Anreiz nimmt ab, da die technischen und rechtlichen Probleme des Einsatzes z. B. im Zementwerk gelöst sind und die derzeitige Nachfrage nach flüssigen Sekundärbrennstoffen stark steigt
- für flüssige Sekundärbrennstoffe werden heizwertrelevante Preise vergütet, welche sich nach Abzug der Kosten in Richtung Primärbrennstoffe bewegen

Die Menge an flüssigen Abfallstoffen, die sich zur energetischen Verwertung eignen, nimmt stetig ab

Gründe:

- Vermeidungsstrategie vor allem der chemischen Industrie durch neue Technologien
- neue gesetzliche Bestimmungen
z. B. Altölverordnung mit dem Zwang stofflicher Verwertung zur Basisölherstellung
- höhere Wertschöpfungspotentiale durch Nutzung der Stoffqualitäten

z. B. Tierfette → Kosmetik
 → Pharmazie
- Redestillation von auch komplizierteren Lösemittelgemischen und Wiedereinsatz

Tagungsleitung / Referenten

Dr. Michael Rössert
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 52 18
Fax: (0821) 90 71 – 55 60
eMail: michael.roessert@lfu.bayern.de

Gerald Ebertsch
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 52 07
Fax: (0821) 90 71 – 55 60
eMail: gerald.ebertsch@lfu.bayern.de

Dr.-Ing. Thomas Glorius
RWE Umwelt AG
Marktentwicklung SBS
Greefsallee 1-5
41747 Viersen

Tel.: (02162) 3 76 – 38 32
Fax: (02162) 3 76 – 38 10
eMail: thomas.glorius@rwe.com

Dr. Franz Koubowetz
Südbayerisches Portland-Zementwerk
Gebr. Wiesböck & Co. GmbH
Sinning 1
83101 Rohrdorf

Tel.: (08032) 1 82 – 202
Fax: (08032) 1 82 – 3 21 27
eMail: franz.koubowetz@rohrdorfer-zement.de

Dipl.-Ing. Konrad Mair
Regierung von Oberbayern
Sachgebiet 840
Fachfragen des Technischen Umweltschutzes
Maximilianstraße 39
80538 München

Tel.: (089) 21 76 – 23 55
Fax: (089) 21 76 – 2355
eMail: konrad.mair@reg-ob.bayern.de

Dipl.-Chem. Alfred Mroska
Fa. Baufeld-Chemie GmbH
Sinninger Str. 11
86697 Oberhausen

Tel.: (08431) 64 26 – 11
Fax: (08431) 64 26 – 29
eMail: alfred.mroska@baufeld.de

Gerhard Schmoeckel
Bayer. Landesamt für Umweltschutz
86177 Augsburg

Tel.: (0821) 90 71 – 52 04
Fax: (0821) 90 71 – 55 60
eMail: gerhard.schmoeckel@lfu.bayern.de

Dipl.-Ing. Michael Theben
Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Land-
wirtschaft und Verbraucherschutz des Landes
Nordrhein-Westfalen
40190 Düsseldorf

Tel.: (0211) 4 56 69 02
Fax: (0211) 4 56 69 49
eMail: michael.theben@munlv.nrw.de

Dipl.-Ing. Rainer Zwick
Prof. Dr. Jochen Blumbach
Märker Zement GmbH
Oskar-Märker-Str. 24
86655 Harburg/Schwaben

Tel.: (09080) 8 – 277
Fax: (09080) 8 – 303
eMail: r.zwick@maerker-gruppe.de