Deckblatt

Inhalt

0 erzielte Ergebnisse der Forschungsarbeiten 4

1 Aufgabenstellung 5

2 Stand des Wissens 7

2.1 Charakterisierung von Ersatzbrennstoffen 7

2.2 Kriterien für den Einsatz von Ersatzbrennstoffen mit Rücksicht auf verschiedene Industriebereiche 9

3 Durchführung des Projektes (LVU) 11

3.1 Ziel des Projektes 11

3.2 Vorgehensweise 11

3.3 Brennstoffauswahl und Aufbereitung (LVU, FZK, INFA) 14

4 Brennstofftechnische Untersuchungen 18

4.1 Untersuchungen im Labor 18

4.1.1 Brennstoffanalyse (INFA/ IEVB/ LVU) 18

4.1.2 Ascheschmelzverhalten (IEVB) 25

4.1.3 Untersuchungen am Zündofen (IEVB) 28

4.1.4 Untersuchungen an der Labor-Thermowaage (LVU) 30

4.1.5 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen im Labor 32

4.2 Untersuchungen im Technikum 34

4.2.1 Untersuchungen an der technischen Thermowaage (IEVB) 34

4.2.2 Untersuchungen an Batch-Reaktoren (FZK/ IEVB/ LVU) 36

4.2.3 Untersuchungen zum Flugverhalten (INFA) 45

4.2.4 Untersuchungen am Fallrohrreaktor (IEVB) 56

4.2.5 Untersuchungen am Verschlackungsreaktor (IEVB) 59

4.2.6 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen im Technikum 60

4.3 Untersuchungen an Pilotanlagen 63

4.3.1 Untersuchungen an der Staubfeuerung (FZK) 63

4.3.2 Untersuchungen am Zementdrehrohr (LVU) 70

5 Ermittlung und Festlegung von Kriterien und Parametern (LVU/FZK/IEVB) 79

5.1 Methoden zur Ermittlung von Kriterien und Parametern 80

5.2 Bewertung der Kriterien und Parameter 81

5.3 Anwendbarkeit der Kriterien und Parameter 82

6 Bewertung und Vergleich (LVU, INFA) 85

7 Entwicklung eines Klassifizierungssystems (LVU/ IEVB) 90

8 Zusammenfassung (LVU, IEVB, FZK, INFA) 92

9 Wirtschaftliche Bedeutung des Forschungsthemas für kleine und mittlere Unternehmen (kmU) 94

9.1 Nutzung der Forschungsergebnisse 94

9.2 Beitrag zur Steigerung der Leistungs- und Wettbewerbsfähigkeit der kmU 94

10 Umsetzung der Forschungsergebnisse 95

11 Bezug zum Verwendungsnachweis 96

12 Anhang 97

12.1 Versuchsdaten Staubbrennerversuche FZK 97

12.2 Datenblätter 99

12.3 Symbole und Indizes 103

12.4 Literatur 106

0 erzielte Ergebnisse der Forschungsarbeiten

In dem Projekt wurde ein wichtiges Anliegen für kleine und mittlere Unternehmen aufgegriffen. Bisherige Bemühungen, derart grundlegende Untersuchungen durchzuführen, scheiterten häufig an der weit verbreiteten „Trial und Error-Methode“ beim Einsatz verschiedener Ersatzbrennstoffe, d. h. man beginnt z. B. mit einer 1 %-igen Substitution und steigert den Anteil – solange nichts Nennenswertes passiert – auf die genehmigte Feuerungswärmeleistung, wobei diese selten auf Anhieb erreicht wird.

Diese Vorgehensweise kann jedoch nicht die Basis für langfristige Entwicklungen insbesondere der kleinen und mittleren Unternehmen für die Ersatzbrennstoffherstellung sein, zumal die Mitverbrennung ein integrativer Bestandteil des nationalen Entsorgungskonzeptes ist.

Aus diesem Grund wurden für Ersatzbrennstoffe geeignete Methoden zur Ermittlung brennstofftechnischer Eigenschaften entwickelt. Zusätzlich zu den Standard-Laboruntersuchungen – Elementaranalyse, Immediatanalyse, Bestimmung des Heizwertes und des Ascheschmelzverhaltens (chemische Eigenschaften, vgl. Abb.2-1), können durch die hier zusätzlich durchgeführten Untersuchungen und den sich daraus ergebenden Parametern und Kriterien auch Aussagen zu den reaktionstechnischen Eigenschaften getroffen werden.

Untersucht wurden 9 verschiedene Ersatzbrennstoffe mit unterschiedlicher Inputzusammensetzung (produktionsspezifischen Abfälle; siedlungsabfallstämmigen Abfällen; heizwertreiche Fraktionen (z. B. aus MBA)). Ausgehend von den Untersuchungen im Labor, wurden auch Untersuchungen einer Auswahl dieser Brennstoffe im Technikum und in Pilotanlagen durchgeführt.

Festgestellt wurde z. B. das die Korngröße keinen Einfluss auf die Ergebnisse der Elementaranalyse hat, das trotz unterschiedlicher Herkunft, Brennstoffe mit ähnlichen Eigenschaften hergestellt werden können und das sich Ersatzbrennstoffe vor allem in Bezug auf Ihre brennbare Substanz (fixer Kohlenstoff und flüchtige Bestandteile) von Regelbrennstoffen unterscheiden.

Im Hinblick auf die Ermittlung von Parametern und Kriterien konnte im Batch-Reaktor z. B. die Methode zur Bestimmung der Reaktionsfrontgeschwindigkeit durch Ringversuche in Karlsruhe, Weimar und Clausthal mit sehr guter Übereinstimmung abgesichert werden. Ein Vergleich der Reaktionsfrontgeschwindigkeit verschiedener Brennstoffe lässt Rückschlüsse auf deren reaktionstechnische Eigenschaften zu. EBS 3 und EBS 4 haben im Vergleich zu den anderen untersuchten Brennstoffen eine sehr hohe Reaktionsfrontgeschwindigkeit was der geringe Ascheanteil und der geringe fixe Kohlenstoffgehalt widerspiegeln. Die Ergebnisse erlauben eine Übertragbarkeit auf industrielle Prozesse und können Hinweise für die optimierte Aufbereitung geben.

Das **Ziel des Forschungsvorhabens wurde erreicht**. Die in diesem Forschungsvorhaben ermittelten Ergebnisse im Hinblick auf die Untersuchungsmethodik sind ein erster Schritt für das wissenschaftliche Verständnis der Vorgänge bei der „Substitution von Regelbrennstoffen durch Ersatzbrennstoffe“.

Die zukünftige wissenschaftliche Arbeit zur Charakterisierung von Ersatzbrennstoffen, ausgehend von den hier erarbeiteten Untersuchungsmethoden, führt dazu, dass Ersatzbrennstoffe optimiert eingesetzt werden können und so die Effizienz bei der Substitution von Regelbrennstoffe erheblich verbessert werden kann.

1 Aufgabenstellung

Regelbrennstoffe sind im Laufe der vergangenen 100 Jahre brennstofftechnisch umfassend untersucht worden. Es liegen für diese geeignete Charakterisierungsmethoden vor. Es sind für die betrachteten Verfahren Kriterien für die Auswahl von Regelbrennstoffen vorhanden.

Die Herstellung von Ersatzbrennstoffen zur Energiegewinnung ist in Zentraleuropa mittlerweile ein wachsender Bereich. Die eingesetzten festen Ersatzbrennstoffe[1] ersetzen in den konventionellen Anlagen zur Energieumwandlung (z. B. Kraftwerke) und in Hochtemperaturprozessen (z. B. Zementherstellung) zur Stoffbehandlung unter anderem Regelbrennstoffe (Erdgas, Heizöl, Steinkohle, Braunkohle).

Die Nutzung von Ersatzbrennstoffen in Prozessen der Grundstoffindustrie (Zementindustrie, Stahlindustrie usw.) hat zunehmend an Bedeutung gewonnen.

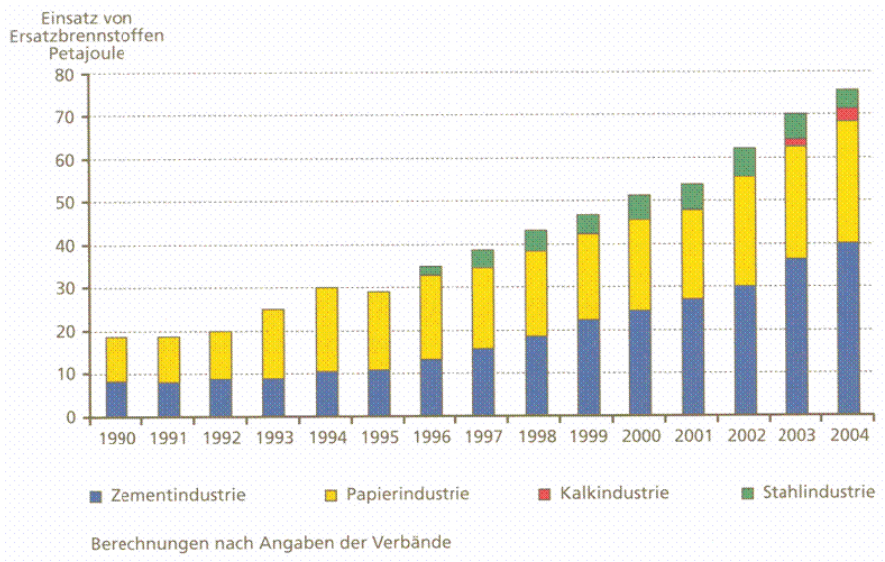

Abb.1-1: Entwicklung des Einsatzes von Ersatzbrennstoffen in der Zement-, Papier-, Kalk- und Stahlindustrie von 1990 bis 2004.

Bei der energetischen Verwertung der Ersatzbrennstoffe steht der Einsatz in Industriefeuerungen an erster Stelle, wobei 2006 mit die größte Menge in Zementdrehrohren mitverbrannt wurde (Abb.1-1 [1]), gefolgt von der Papierindustrie, Kalk- und Stahlindustrie spielen nur eine untergeordnete Rolle.

Bei der Mitverbrennung in Kraftwerken ist eine zunächst stark rückläufige Tendenz in der Zahl der mitverbrennenden Kraftwerke festzustellen. Während in 2005 noch 15 Steinkohlekraftwerke Mitverbrennung praktizierten oder testeten, sind es in 2007 nur noch 6 Anlagen. Noch deutlicher ist der Rückgang bei Braunkohlefeuerungen, wo von ursprünglich 16 Anlagen in 2007 nur noch 2 Kraftwerke Ersatzbrennstoffe mitverbrennen [41].

In den Ersatzbrennstoffmonoanlagen (EBS-Kraftwerke) wurden in 2006 ca. 0,5 Mio. t verbrannt; geplant und im Bau sind hier neue Anlagen mit einer Gesamtkapazität von ca. 2,4 Mio. t/a, 2/3 davon als Rost-, 1/3 als Wirbelschichtfeuerungen.

Dabei ist diese Entwicklung auf der einen Seite begleitet durch geänderte Rahmenbedingung, wie z. B. dem Ende der Ablagerung nicht vorbehandelter Abfälle in Deutschland seit dem 01.06.2005, auf der anderen Seite durch die Tatsache, dass Abfälle auf Grund ihres Energiegehaltes sinnvoll energetisch verwertbar sind.

[1] Im Weiteren nur noch als Ersatzbrennstoff (EBS) bezeichnet.