

Bedeutung der Kunststofffraktion für die EBS-Verwertung

Hendrik Seeger

Zusammenfassung

Die energetische Verwertung von Kunststoffabfällen als Bestandteil von EBS hat sich in Deutschland als Verwertungsoption etabliert. Der Kunststoffanteil in EBS beträgt im Durchschnitt ca. 20 %, kann aber in Abhängigkeit des Eingangsmaterials und des Aufbereitungsprozesses stark schwanken. Im Vergleich zu den anderen Stofffraktionen weisen die Kunststoffe einen deutlich höheren Heizwert auf. Dieses geht aber einher mit höheren massenbezogenen Schadstoffkonzentrationen. Betrachtet man jedoch nicht nur die Massenkonzentrationen, sondern bezieht die Schadstoffkonzentration auf den Energiegehalt, kann für einzelne Schadstoffe auch eine Abreicherung erfolgen. Bei der Energieversorgung mit EBS kommt dem Kunststoffanteil mit einem Heizwertanteil ca. 40 % eine wesentliche Bedeutung zu. Auf der anderen Seite leistet die Kunststofffraktion aber auch den Hauptbeitrag an fossilem Kohlenstoff im EBS. Ohne diesen Anteil würde EBS jedoch über so ungünstige brennstofftechnische Eigenschaften verfügen, dass der Einsatz in Frage gestellt wäre und somit der insgesamt positive Beitrag der EBS-Kraftwerke entfallen würde.

1 Einleitung

Der Einsatz von Ersatzbrennstoff (EBS) zur energetischen Verwertung in Feuerungsanlagen hat in den letzten Jahren in Deutschland eine interessante Verwertungsoption für heizwertreiche und damit zumeist auch kunststoffreiche Abfallströme eröffnet. Diese Form der Verwertung erfolgt zum einen als Mitverbrennung des Ersatzbrennstoffes mit fossilen Brennstoffen, zumeist in der Zementindustrie, aber z. B. auch in Kohlekraftwerken. Der von der Menge wesentlich bedeutendere Ersatzbrennstoffstrom, ca. 80 % des gesamten Aufkommens, wird jedoch in EBS-Kraftwerken genutzt, in denen die Energieerzeugung ausschließlich auf Basis des Brennstoffes EBS erfolgt. Welche Rolle die Kunststofffraktion dabei einnimmt soll im Folgenden betrachtet werden.

Dieser Beitrag ist im Wesentlichen ein Auszug aus der im Auftrag der tecpol – Technologieentwicklungs GmbH für ökoeffiziente Polymerverwertung erstellten Studie „Situation der EBS-Nutzung in EBS-Kraftwerken in Deutschland unter besonderer Berücksichtigung der Kunststoffanteile und Reflexion auf andere Länder“, die in Kürze veröffentlicht wird.

2 Kunststoff im EBS

Seinen Ursprung findet EBS in den mechanischen oder mechanisch-biologische Abfallbehandlungsanlagen, in denen als ein Outputstrom die sogenannte heizwertreiche Fraktion anfällt. Diese heizwertreichen Fraktionen finden entweder direkt oder nach einer weiteren Aufbereitung Verwendung als Ersatzbrennstoff (EBS). In der nachfolgenden Abbildung sind die verschiedenen Quellen der heizwertreichen Fraktionen dargestellt, welche zur Herstellung von Ersatzbrennstoff geeignet sind.

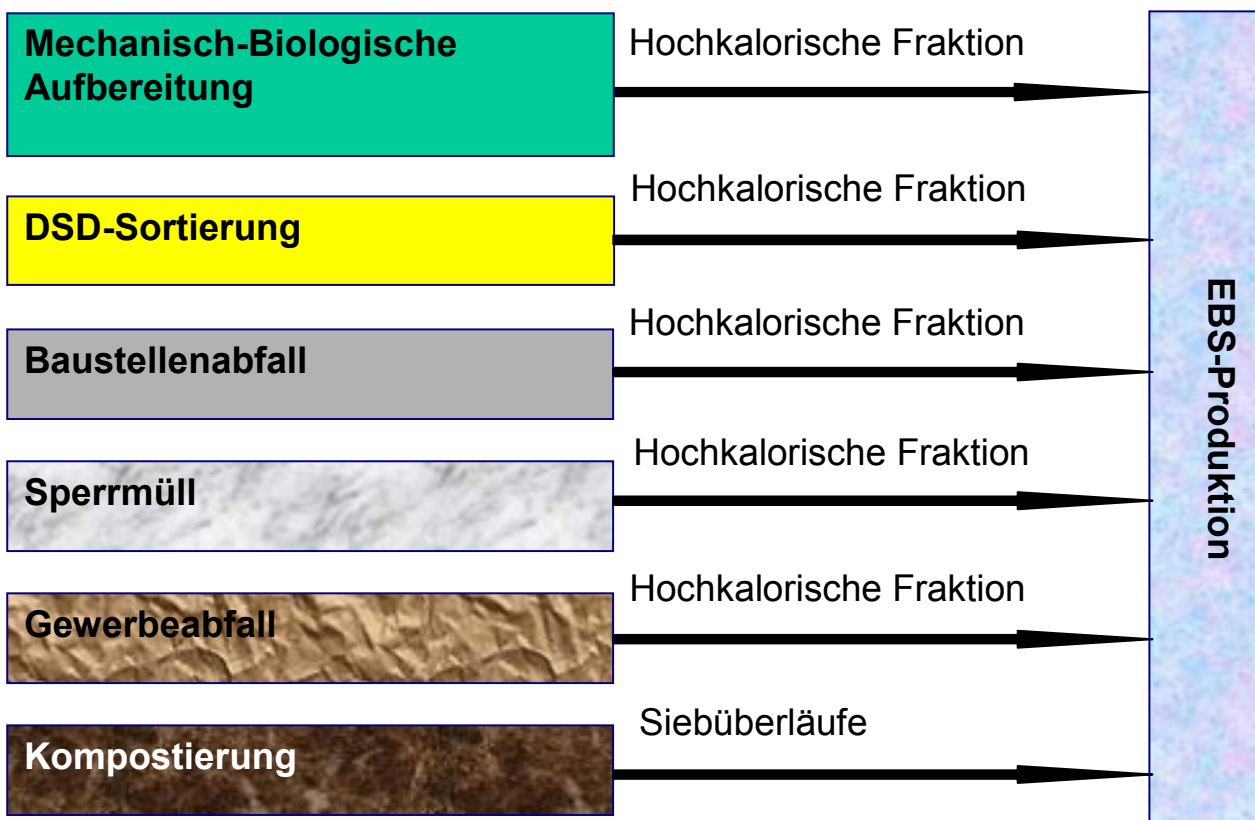


Abb. 1: Inputströme für die EBS-Produktion

Die stoffliche Zusammensetzung des Ersatzbrennstoffs kann über die gewählte Aufbereitungstechnik beeinflusst werden, ist aber auch stark vom Ausgangsmaterial und dessen in der Regel schwankenden Zusammensetzung abhängig. Beispiele der stofflichen Zusammensetzung von EBS sind der Tabelle 1 zu entnehmen. Wie aus der Tabelle hervorgeht, weist EBS je nach seiner Herkunft zum Teil starke Schwankungen in der stofflichen Zusammensetzung auf. Die meisten EBS-Kraftwerke werden allerdings aus mehreren Aufbereitungsanlagen beliefert, wodurch eine Vergleichmäßigung der stofflichen Zusammensetzung des EBS erfolgt, der letztlich in die Feuerung gelangt.

Tab. 1: Stoffliche Zusammensetzung von EBS aus verschiedenen Aufbereitungsanlagen [1], [2], [3]

Stoffgruppen	Siebüberlauf > 100 mm (1)	Siebüberlauf > 100 mm (2)	Siebüberlauf > 200 mm	Trockenstabilat	Sperr-/Gewerbemüll
PPK	15,0 %	15,8 %	13,0 %	21,6 %	40,3 %
Holz	1,6 %	26,2 %	5,0 %	8,2 %	5,9 %
Organik	9,9 %	4,5 %	4,0 %	0,7 %	-
Textilien	14,9 %	3,5 %	36,0 %	5,5 %	8,3 %
Kunststoffe	20,8 %	20,6 %	17,0 %	13,8 %	39,2 %
Verbundstoffe	2,8 %	16,8 %	0 %	1,0 %	2,5 %
Sonstiges	27,3 %	12,5 %	17,0 %	47,1 %	1,8 %
Inertstoffe	7,8 %	0,3 %	9 %	2,1 %	2,1 %

Die durchschnittliche Zusammensetzung von homogenisiert zum Einsatz kommenden EBS ist im folgenden Diagramm dargestellt. Der Kunststoffanteil in EBS liegt bei rund 20 %, wobei es, wie bei allen abfallstämmigen Stoffgemischen, starke zeitliche und lokale Schwankungen geben kann. Auf jeden Fall gehört Kunststoff aber zusammen mit Papier/Pappe/Karton (PPK) und den Textilien zu den Stofffraktionen, die EBS im Wesentlichen ausmachen.

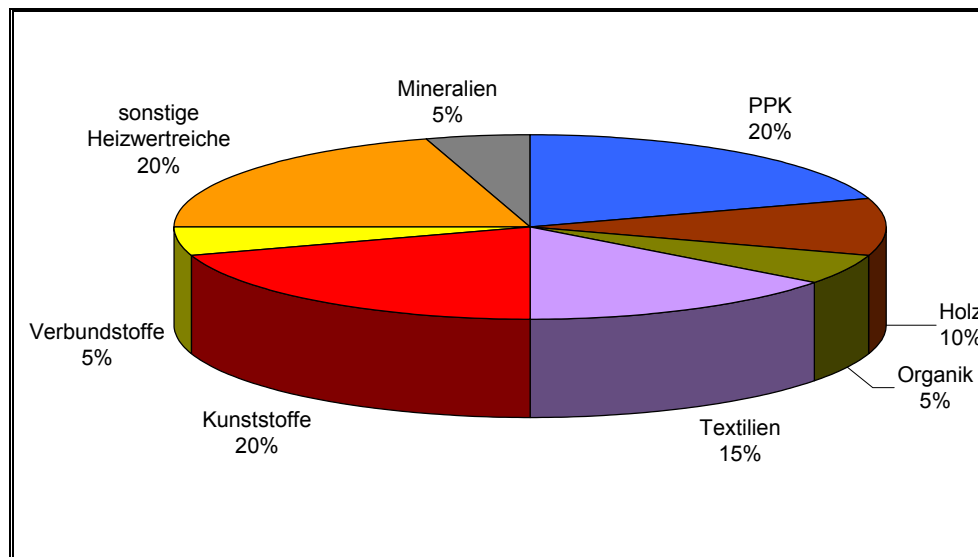


Abb. 2: Zusammensetzung des zur Verbrennung kommenden EBS

Für die Betrachtung, wie sich die Kunststofffraktion im EBS zusammensetzt, ergibt sich das Problem, dass bei Abfallanalysen normalerweise keine Zuordnung zu einzelnen Kunststoffsorten erfolgt, sondern nur eine Differenzierung nach Funktionsgruppen (z. B. Verpackung/Nicht-Verpackung) und Form/Struktur (z. B. Folien/Hohl-

körper/Schaumstoffe). Für die Beantwortung der Frage, aus welchen Kunststoffsorten sich diese Gruppen zusammensetzen, ist es notwendig zu betrachten, aus welchen Abfällen die Kunststoffe im EBS stammen.

Wie bereits erwähnt, stammt der Input für die EBS-Aufbereitung überwiegend aus dem Bereich der Siedlungsabfälle. Produktionsabfälle aus der Kunststoffindustrie spielen eine untergeordnete Rolle, da sie i. d. R. sortenreiner anfallen und zu einem Großteil bereits in interne oder zumindest branchenspezifische Verwertungssysteme eingehen. Welche Siedlungsabfallfraktionen den Hauptinput an Kunststoffen liefern, wird anhand der in folgender Tabelle dargestellten stofflichen Zusammensetzung der Fraktionen deutlich.

Tab. 2: Stoffliche Zusammensetzung von Siedlungsabfallfraktionen

Fraktion	Hausmüll mit Biotonne	Hausmüll ohne Biotonne	Ge-schäfts-müll	Sperr-müll	Hausmüll ähnl. Gewerbe-abfall	DSD-Sortier-reste
	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%	Gew.-%
PPK	14,3	12	27,1	2,9	7,4	19,9
Holz	1,6	1,3	4,8	41	12,2	1,3
Bio- und Grün-abfälle	29,6	37	32,4	2,4	8,3	5,6
Textilien	2,6	2,1	0,8	0,8	1,8	0,7
Kunststoffe	5,8	5,2	6,9	3,6	11,7	49,2
Verbundstoffe	6,9	6	5,9	22,3	12,5	8,8
sonstige Abfälle	7	4,5	1,2	14,5	23,5	3,9
Feinmüll	14	15,5	5,4		4	5,9
Metalle	3,8	3,3	3,5	9,7	2,6	2,3
Glas	6,9	6,1	8,7	0,4	3,8	1,9
Mineralien	2	1,8	2,1	2,4	12,2	0,6
Summe	94,5	94,8	98,8	100	100	100

Es ist zu erkennen, dass vor allem Gewerbeabfälle und DSD-Sortierreste zu dem Kunststoffanteil im EBS beitragen. Für diese beiden Abfallgruppen ist davon auszugehen, dass die enthaltenen Kunststoffe überwiegend aus dem Bereich der Verpackungskunststoffe stammen. Insofern handelt es sich bei den Kunststoffen im EBS vor allem um Polyethylen, aber auch um Polypropylen, Polystyrol, PVC und PET.

Ein wichtiger Ansatzpunkt zur Abschätzung der Zusammensetzung von Verpackungskunststoffen sind primärstatistische Zahlen über den Produktionsmix. Die geringe Lebensdauer von Verpackungen (Durchschnitt < 1 Jahr) bewirkt, dass sich Veränderungen bei der Produktion unmittelbar im Abfall wiederfinden. Problematisch ist dabei, dass das Kunststoffsortiment im Verpackungssektor ständigen Veränderungen unterliegt. In den letzten Jahren war insbesondere eine Abnahme der PVC- und PS-Anteil zugunsten von PET zu beobachten. Nach wie vor stellen aber die Polyolefine mit einem Anteil von ca. 75 % den Großteil der Verpackungskunststoffe. Die gleichen Kunststoffsorten, die die reinen Kunststoffverpackungen ausmachen, finden sich auch überwiegend in dem Kunststoffanteil der Verpackungsverbunde wieder. Die Verpackungsverbunde bestehen allerdings überwiegend aus PPK und nur zu ca. 25 % aus Kunststoff [4].

Der mengenmäßig wesentlich geringere Anteil in der Kunststofffraktion besteht aus langlebigen Kunststoffprodukten aus Haushalten oder insbesondere auch aus Bauabfällen. Diese sind hinsichtlich der Kunststoffsorten schwer bis unmöglich einzuordnen, beeinflussen aber die EBS-Qualität in einem nicht unerheblichen Maß, worauf im Folgenden eingegangen wird.

3 Einfluss von Kunststoff auf die EBS-Qualität

Durch die Identifizierung der im EBS hauptsächlich vertretenen Kunststoffsorten lässt sich theoretisch die prinzipielle chemische Zusammensetzung der Kunststofffraktion bestimmen und daraus auf brennstofftechnische Eigenschaften schließen. In der Praxis liegen aber in den seltensten Fällen die reinen Polymere vor, sondern die Kunststoffe weisen im unterschiedlichen Maße noch Additive auf. Diese sind zum einen Stabilisatoren, Weichmacher und Farbstoffe, die oftmals schwermetallhaltig sind. Es sind aber auch mineralische Füllstoffe, die auch in der Kunststofffraktion einen nicht zu vernachlässigenden Aschegehalt bilden.

In der folgenden Tabelle sind typische Werte für brennstofftechnische Eigenschaften der Kunststofffraktion und der anderen Hauptfraktionen im EBS aufgeführt.

Tab. 3: Brennstofftechnische Parameter bei heizwertreichen Fraktionen [4], [5]

Stoffgruppen	H _u	Cadmium	Blei	Chlor
	kJ/kg	mg/kg TS	mg/kg TS	Ma-% TS
Papier/Pappe	12.000	0,2	20	0,5
Kunststoff	30.000	5,0	200	2,5
Holz	14.000	0,7	50	-
Textilien	15.000	2,0	60	0,4

Es zeigt sich, dass Kunststoffe im Vergleich zu allen anderen Fraktionen einen deutlich höheren Heizwert aufweisen, dieses aber einhergeht mit ebenfalls deutlich höheren massenbezogenen Schadstoffkonzentrationen. Trotz des zurückgehenden Anteils liefert PVC immer noch einen wesentlichen Chloreintrag. Ebenso trägt die Kunststofffraktion stark zum Schwermetallinventar bei, obwohl aufgrund rechtlicher Regelungen und Selbstverpflichtungen der Industrie der Einsatz von Schwermetallen in den Produktionsprozessen stark rückläufig ist. Es ist davon auszugehen, dass der Schwermetalleintrag hauptsächlich durch den mengenmäßig geringen Anteil der langlebigen Kunststoffprodukte erfolgt, die teilweise erst nach 20 bis 30 Jahren als Abfall anfallen. Somit ist hier kurzfristig keine Änderung zu erwarten.

Wie sich der Kunststoffanteil auf die Entwicklung des Heizwertes und der Schadstoffgehalte auswirkt, ist in den beiden folgenden Abbildungen dargestellt. Sie basieren auf einer Modellierung verschiedener EBS-Fraktionen mit unterschiedlichen Aufbereitungstechniken aufbauend auf einer Sortieranalyse für Siedlungsabfall. Die einzelnen Werte, die sich für den Heizwert bzw. die Schadstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von dem Kunststoffanteil ergeben, sind somit nicht ohne Weiteres übertragbar, geben aber den generellen qualitativen Einfluss der Kunststofffraktion wieder.

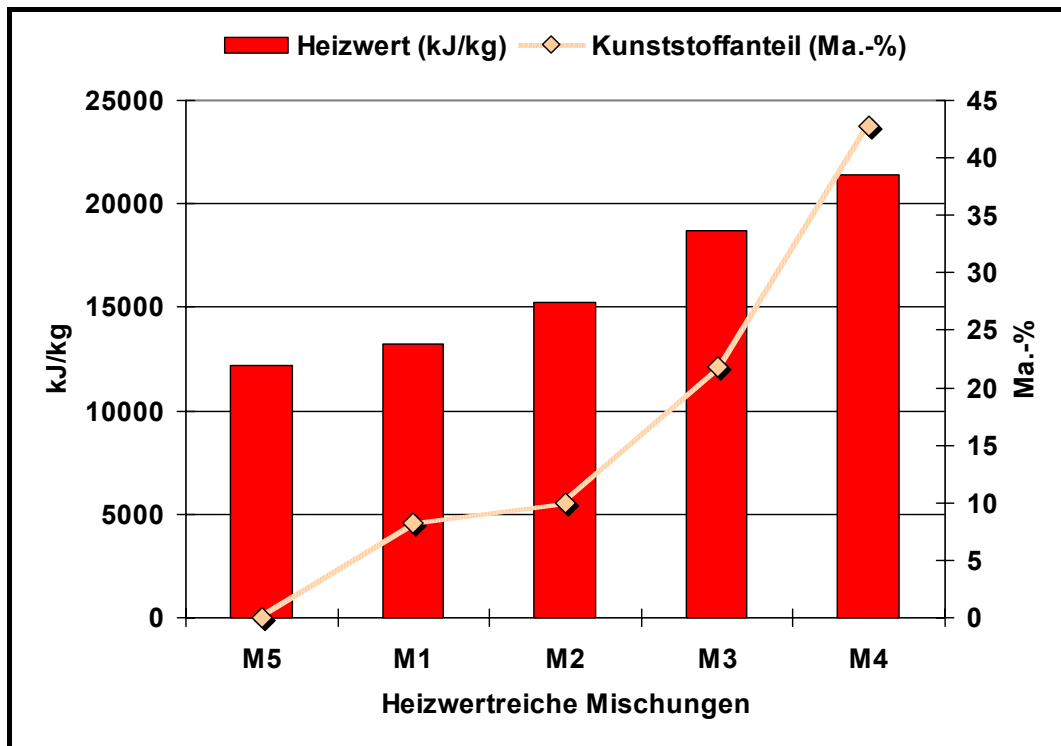


Abb. 3: Einfluss des Kunststoffanteils auf den Heizwert von EBS

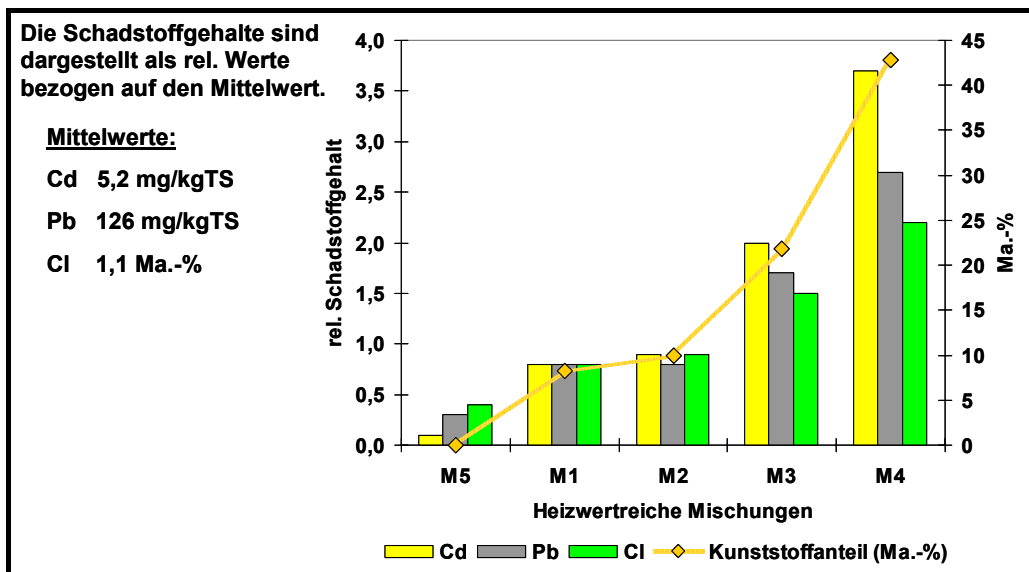


Abb. 4: Einfluss des Kunststoffanteils auf die Schadstoffgehalte von EBS

Die reine Betrachtung der Massenkonzentrationen sollte aber nicht der einzige Blickwinkel sein. Aus Untersuchungen [5] geht hervor, dass sich Schwermetalle zwar massenbezogen anreichern, jedoch oft eine Abreicherung zu beobachten ist, wenn man die Konzentration auf den Energieinhalt bezieht, die gleichzeitig auch die Verbesserung der Brennstoffeigenschaften bedeutet (siehe Abbildung 5). Daraus lässt sich ableiten, dass massenbezogene Schadstoffkonzentrationen kein hinreichend geeigneter Bewertungsmaßstab für Ersatzbrennstoffe sind, wenn es beim Einsatz dieser Materialien um eine Energiesubstitution geht.

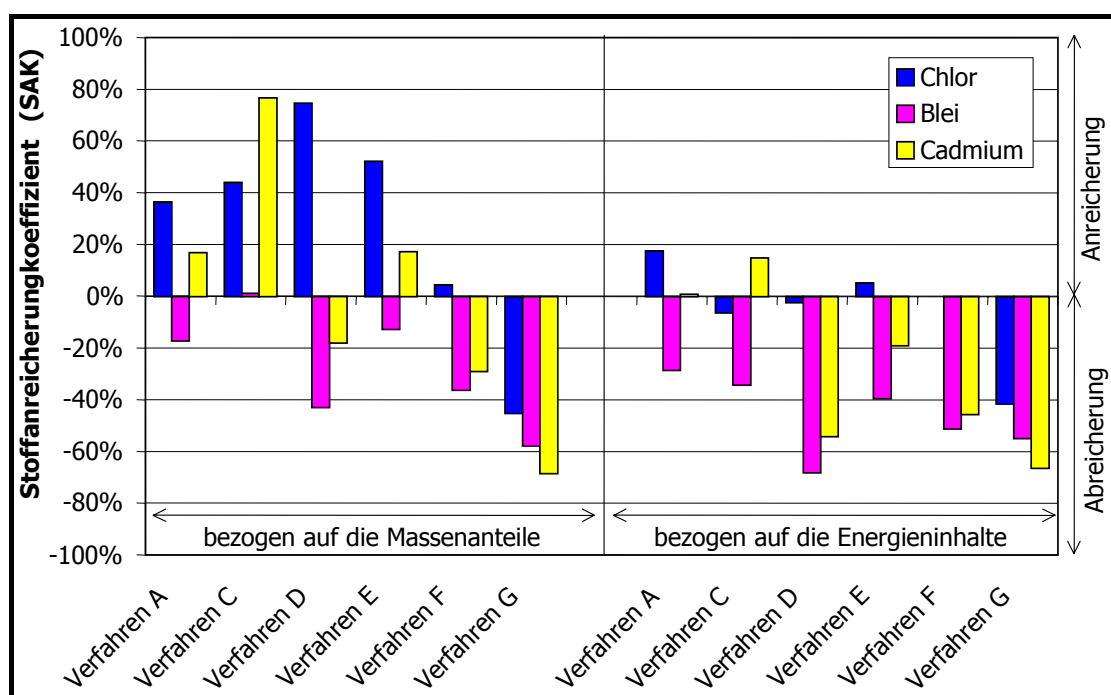


Abb. 5: Vergleich der Stoffanreicherungskoeffizienten der Brennstoffprodukte verschiedener Verfahren [5]

4 Bewertung der energetischen Kunststoffverwertung in EBS-Kraftwerken

Der Einsatz von EBS in eigenen EBS-Kraftwerken im Sektor der Industrie leistet in Deutschland einen signifikanten Beitrag sowohl für die Energieversorgung als auch für die Minderung von CO₂-Emissionen. Dabei kommt dem Kunststoffanteil eine wesentliche Bedeutung zu. In den folgenden Diagrammen wird der Anteil der Kunststofffraktion an den jeweiligen Beiträgen durch den EBS-Einsatz dargestellt.

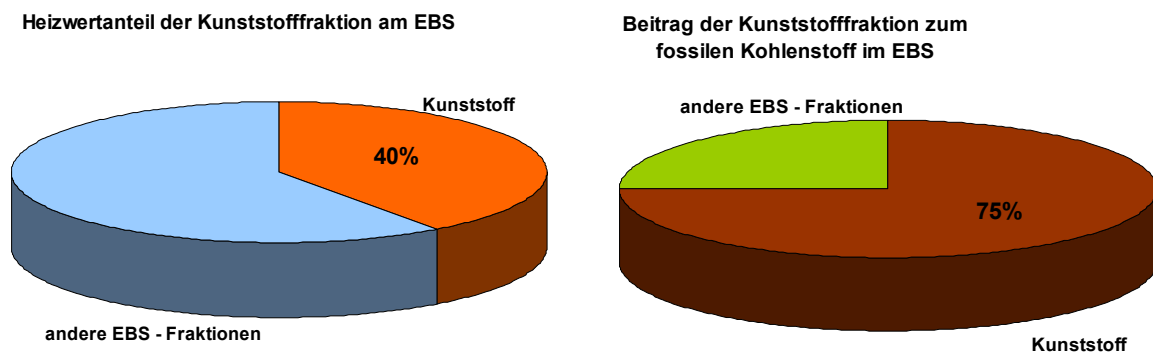


Abb. 6: Anteil der Kunststofffraktion im EBS am Heizwert und am fossilen Kohlenstoff

Es wird deutlich, dass erst der Kunststoffanteil den EBS zu einem heizwertreichen Abfall macht. Ohne den Kunststoffanteil würde der Heizwert von EBS immer noch um die 11 MJ/kg liegen, und damit formal der im KrW-/AbfG gestellten Anforderung für eine energetische Verwertung gerecht, aber die Verbrennungseinheiten müssten zur Bereitstellung der gleichen Leistung wesentlich größere Brennstoffmengen durchsetzen. Damit würde die Gesamteffizienz eines EBS-Kraftwerkes erheblich herabgesetzt.

Auf der anderen Seite leistet die Kunststofffraktion aber auch den Hauptbeitrag an fossilem Kohlenstoff im EBS. Ohne die Kunststofffraktion könnte der dann verbleibende EBS als nahezu klimaneutral eingestuft werden. Bei einer realistischen Betrachtung würde dieser klimaneutrale EBS aber über äußerst ungünstige brennstofftechnische Eigenschaften verfügen, so dass ein Einsatz in eigenen EBS-Kraftwerken nicht erfolgen würde und somit der insgesamt positive Beitrag der EBS-Kraftwerke auch zur CO₂-Minderung entfällt. Insgesamt erscheint eine rechnerisch getrennte Bewertung einzelner Materialströme nicht zielführend für den Technologiepfad energetische Verwertung in EBS-Kraftwerken.

Bei einer Bewertung der energetischen Kunststoffverwertung in EBS-Kraftwerken muss natürlich auch dem gesamtabfallwirtschaftlichen Kontext Rechnung getragen werden, in dem der energetischen Verwertung immer noch die stoffliche Verwertung gegenübergestellt wird. Es sollte aber unumstritten sein, dass aufgrund der ökologischen und ökonomischen Randbedingungen für den einzelnen Stoffstrom separat zu

entscheiden ist, welcher Verwertungsweg am effizientesten ist. Bei sortenreinen und sauberen Kunststoffabfällen ist in der Regel die stoffliche Verwertung zu bevorzugen und mit der Weiterentwicklung der Sortiertechnik können auch in immer größerem Umfang aus gemischten Kunststoffabfällen Fraktionen für eine stoffliche Verwertung gewonnen werden. Nach dem heutigen Stand verbleiben aber in absehbarer Zeit immer noch große Mischfraktionen, bei denen die stoffliche Verwertung mit einem vertretbaren Aufwand nicht zu realisieren ist und hier eine energetische Verwertung die effizienteste Möglichkeit ist.

Insgesamt ist die energetische Verwertung von Kunststofffraktionen als Bestandteil von EBS für die Aufrechterhaltung der Entsorgungssicherheit bei weitestgehender Vermeidung der Deponierung unverzichtbar und leistet dabei gleichzeitig einen wertvollen Beitrag zur Energieversorgung und zur Reduzierung von CO₂-Emissionen.

5 Literatur

- [1] Pretz, T. (2007): Aufbereitung von Haus- und Gewerbeabfällen zu Ersatzbrennstoff für verschiedene Einsatzbereiche, in: Wiemer, K.; Kern, M. (Hrsg.): Bio- und Sekundärrohstoffverwertung II, Witzenhausen.
- [2] Wengenroth, K. (2003): Herstellung erweiterter Biomasse aus Siedlungsabfällen, in: Wiemer, K.; Kern, M. (Hrsg.): Bio- und Restabfallbehandlung VII, Witzenhausen.
- [3] Flamme, S., Gallenkemper, B. (2003): Überblick zum Stand der Aufbereitungstechnologie – Möglichkeiten zur Steuerung des Schadstoffgehaltes in Sekundärbrennstoffen durch verschiedene Aufbereitungstechnologien, in: Fachbeiträge des Landesumweltamtes Brandenburg (Hrsg.), Forum Hochkalorik Brandenburg, Potsdam.
- [4] Kost, T. (2001): Brennstofftechnische Charakterisierung von Abfällen, Dissertation TU Dresden, Dresden.
- [5] Rotter, S. (2002): Schwermetalle im Hausabfall – Potenzial, Verteilung und Steuerungsmöglichkeiten durch Aufbereitung, Dissertation TU Dresden, Dresden.