

# Stand und Perspektiven der Aufbereitungstechnik zur stofflichen und energetischen Verwertung von (Gewerbe-) Abfällen

Dipl.-Ing. Rüdiger Oetjen-Dehne

27. November 2012

Oetjen-Dehne & Partner • Umwelt- und Energie-Consult GmbH

Levetzowstraße 10A • 10555 Berlin

[www.uec.berlin.de](http://www.uec.berlin.de)

# Abfallwirtschaft 2.0: zwischen Anspruch und Wirklichkeit



Landfil Mining: Der Goldschatz auf unseren Müllkippen



04.10.2011 18:05 UHR

## "Müllbaron" wegen illegaler Entsorgung vor Gericht

Potsdam (dapd) ... müssen sich ... ndgericht ... eworfen ... portfir ... 0 T ... Hilfe zur Lastg



**BDE**  
Deutschland wird Rohstoffland  
Die Recyclingwirtschaft ist die stärkste Wachstumsbranche in Deutschland  
>> weiterlesen

Orange Bo.  
Die Wertsto...



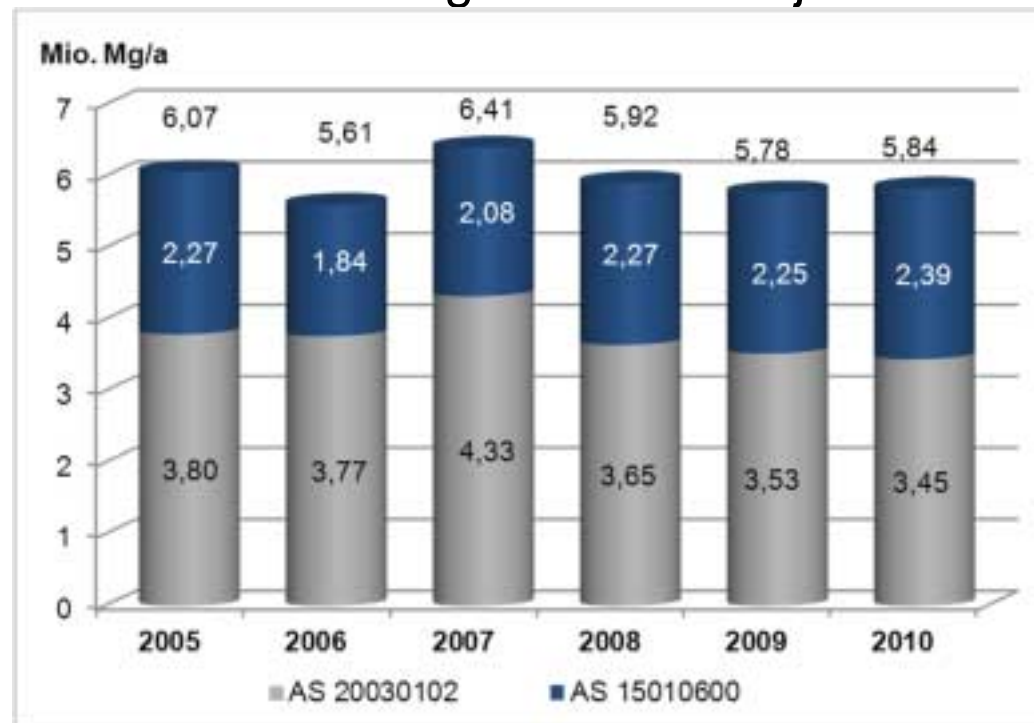
Bleirecycling Ghana,  
© Öko-Institut, A. Manhart

1. Preis 2011 Kai Löffelbein, Deutschland | Student der Fotografie, Hochschule Hannover

# Bundesweite gemischte gewerbliche Abfallmengen seit 2005

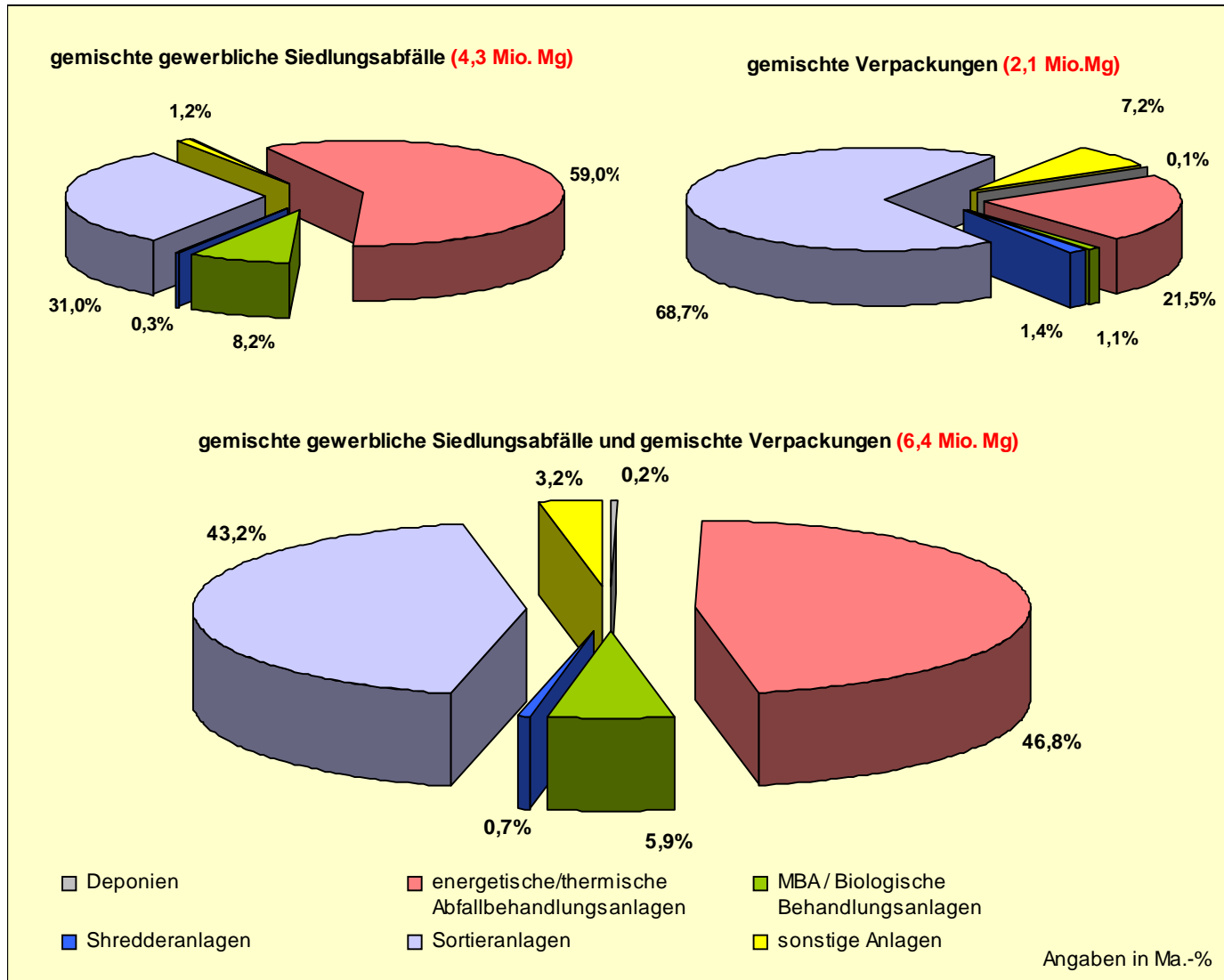
In Deutschland sind im Jahr 2010 rund **5,8 Mio. Mg** gemischte Gewerbeabfälle angefallen und behandelt worden.

Das Aufkommen gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle (AS 200301) ist seit 2007 gesunken, das der Verpackungsgemische (AS 15010600, gemischte Verpackungen - nicht LVP) ist seit 2007 weiter angestiegen, nachdem es im Jahr 2006 im Vergleich zum Vorjahr zurückgegangen war.



Quelle: Statistisches Bundesamt,  
Auswertung u.e.c. Berlin 2012

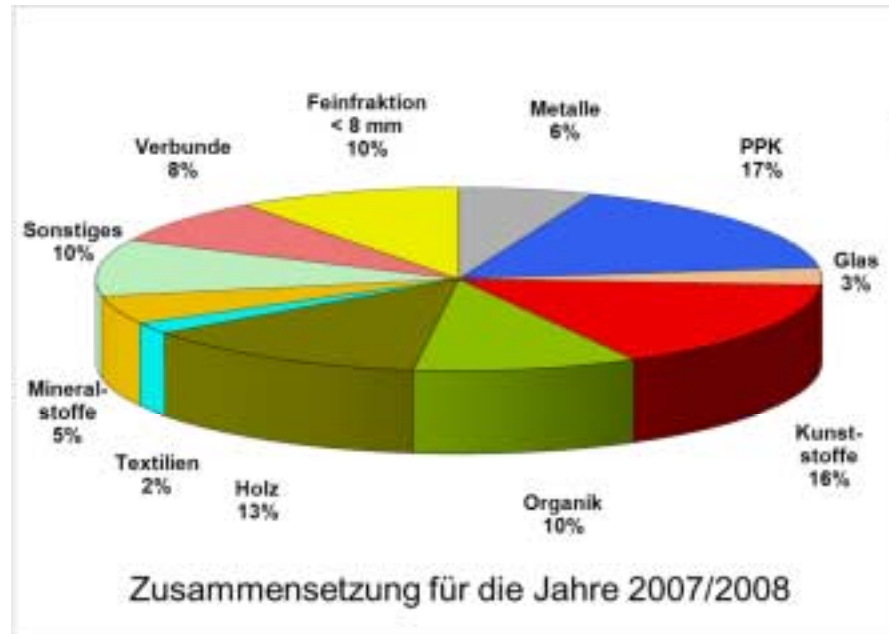
# Verbleib der Abfallmengen 2007



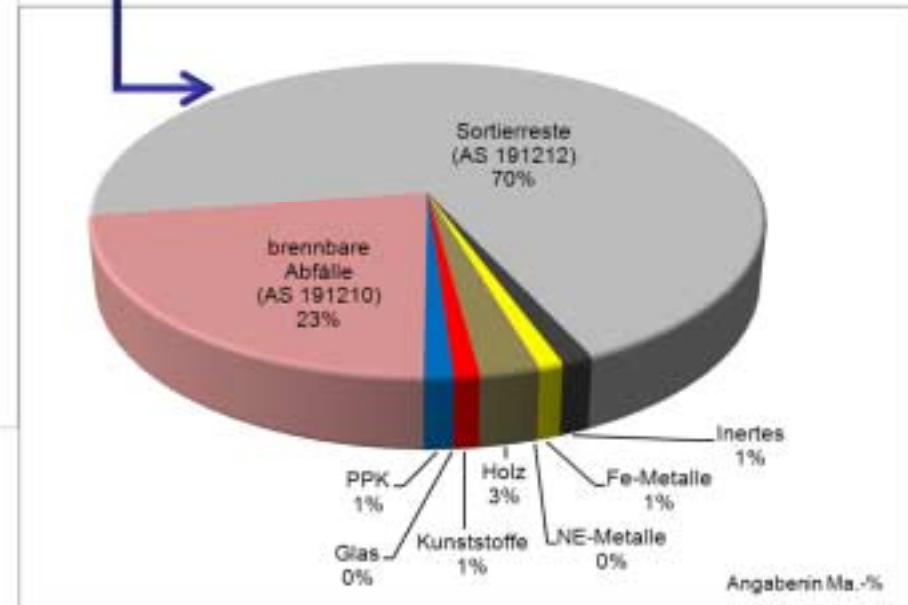
- Ausschlaggebend für den Anteil der herstellbaren Sekundärrohstoffe ist die Zusammensetzung des Anlageninputs. Zur besseren Auslastung verarbeiten Sortieranlagen ein breites Spektrum unterschiedlicher Abfallstoffe; neben Gemischen (gemischte gewerblichen Siedlungsabfälle und/oder gemischte Bau- und Abbruchabfälle und/oder Sperrmüll) teilweise auch Wertstoffe, wie z.B. PPK.
- Neben Stoffen, die einer stofflichen Verwertung zugeführt werden (z.B. PPK, Holz), treten im Output wiederum Gemische auf, die dann weiteren Anlagen (Vorbehandlungsanlagen und Verbrennungsanlagen) zugeführt werden.
- Die Erzeugung brennbarer Abfälle und damit die energetische Verwertung spielt bei der Verwertung gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle eine immer größere Rolle.

# Input und Output von EBS-Anlagen

Input; u.e.c. Berlin 2010



Output von EBS-Anlagen (n= 5); u.e.c. Berlin 2012

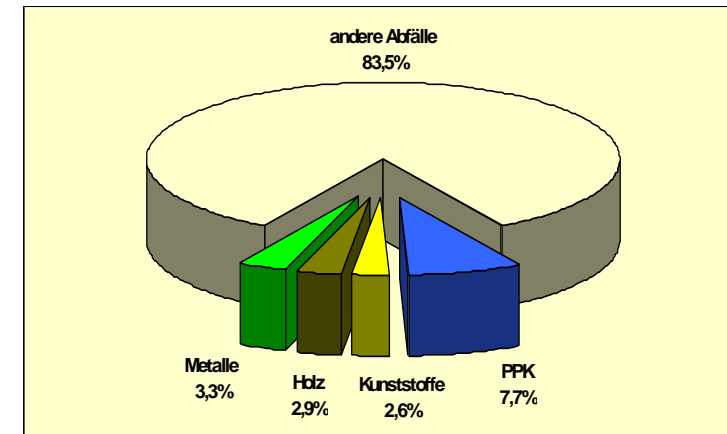


- Anlagen zur EBS-Erzeugung nutzen das im Aufgabegut enthaltene Sekundärrohstoffpotential nicht/nicht ausreichend.
- Auch die EBS-Qualität ist oft nicht spezifikationsgerecht.



# Output von Vorbehandlungsanlagen bezogen auf gemischte Gewerbeabfälle

- Der überwiegende Anlagenoutput setzt sich aus Ersatzbrennstoffen in unterschiedlichen Qualitäten und aus mineralischen Abfällen zusammen.
- Rund 16 Ma.-% des Outputs entfallen auf die aussortierten Wertstoffe PPK, Kunststoffe, Holz und Metalle (Stand 2007).



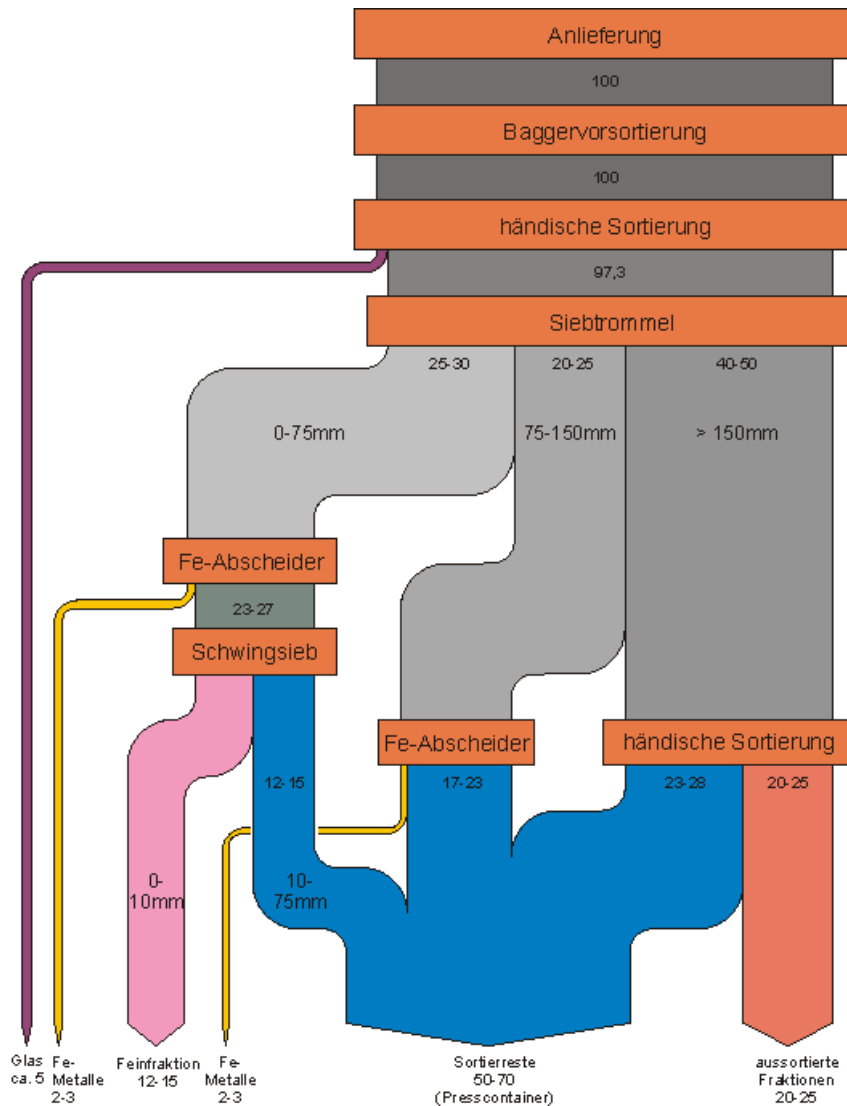
## Output aus der Vorbehandlung 2007 bezogen auf 2,77 Mio. Mg/a

PPK	Kunststoffe	Holz	Metalle	Summe
214.000	72.000	81.000	92.000	<b>459.000</b>

## Output, wenn 2007 die Gesamtmenge in Höhe von 6,4 Mio. Mg vorbehandelt worden wäre

PPK	Kunststoffe	Holz	Metalle	Summe
495.000	167.000	188.000	213.000	<b>1.063.000</b>

# Beispiel zum möglichen Output einer Betriebsanlage (...2003)

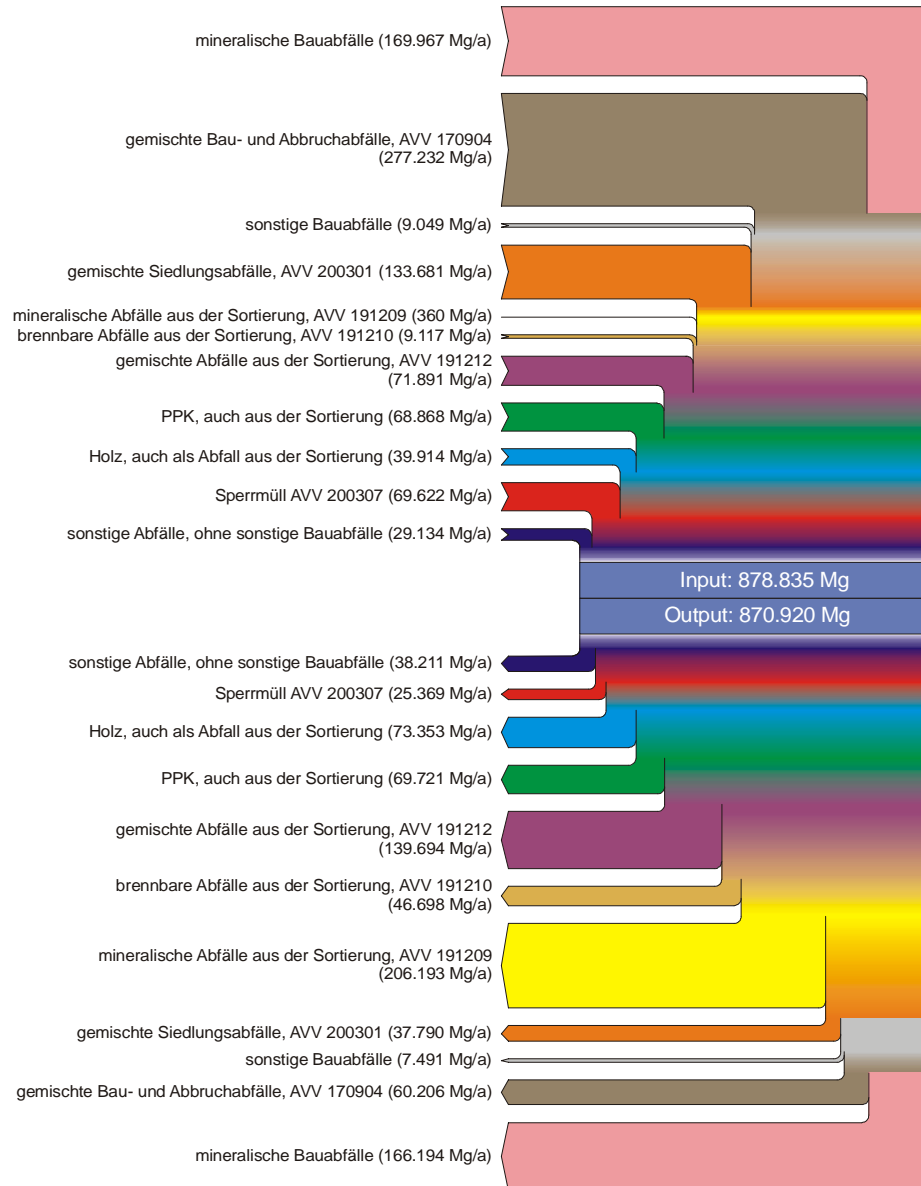


Fraktion	Minimum aussortiert in Gew.-% des Inputanteils	Maximum aussortiert in Gew.-% des Inputanteils%
Kunststoffe	ca. 30	ca. 40
PPK	ca. 50	ca. 70
Glas	ca. 50	ca. 90
Metalle	ca. 80	ca. 95

Zwischenfazit: Das vorhandene Potential zur Bereitstellung von Sekundärrohstoffen wird nicht ausgenutzt.



# Situation der Vorbehandlung im Land Berlin



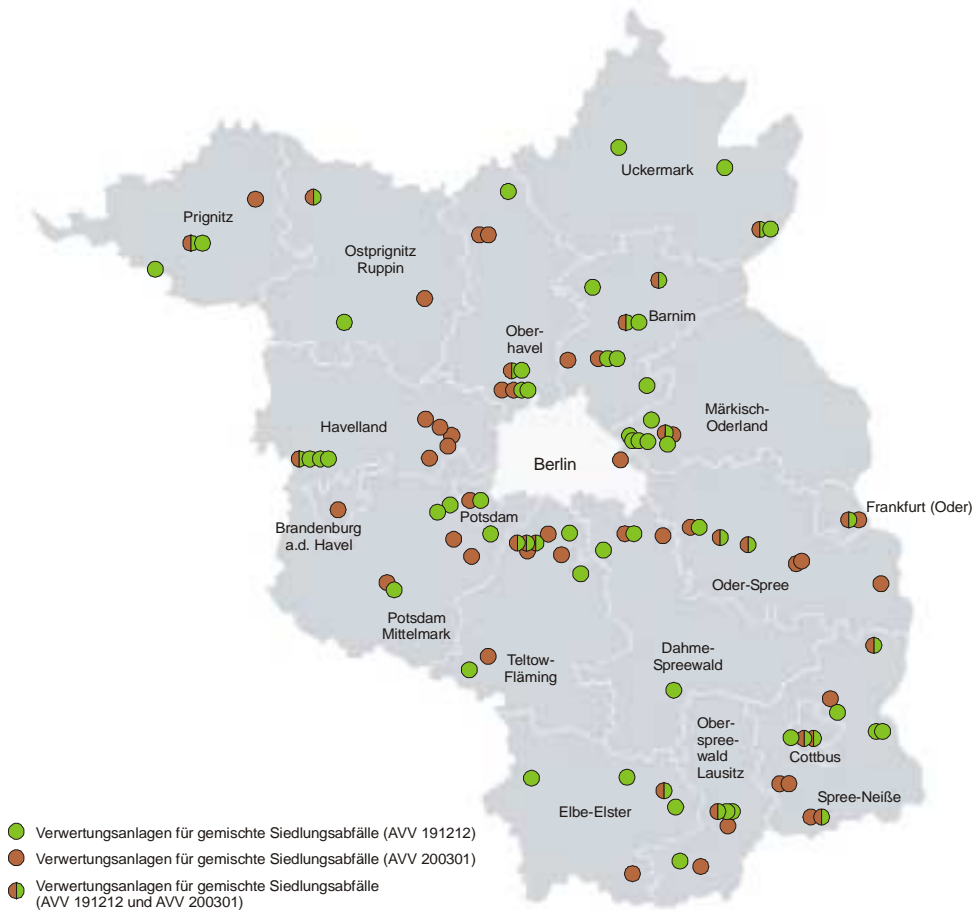
## Einige Defizite:

- Minimale stoffliche Verwertung von PPK und Kunststoffen aus Gemischen
- Dominanz von Ersatzbrennstoffen geringer bis mittlerer Qualität
- GewerbeabfallV hat seine Lenkungsfunction (hohe stoffliche Verwertung (! KrWG!) nicht erreicht.

## Tendenzen:

**Verlagerung nach BB, Konzentrationsprozess und immer einfachere Anlagen – ohne Sortierung.**

# Regionale Situation: Brandenburg



- Illegale Entsorgungen, Brände
- Erhebliche Importmengen kommen zur Aufbereitung nach Brandenburg
- Quantitativ erfolgt nur eine Aufbereitung zu EBS durch Zerkleinerung, Metallabtrennung und Siebung
- **Verwertungsquote der Anlagen nach GewerbeabfallV erfüllt: 100 % ist die Regel.**
- **Aber ist das deshalb auch eine hochwertige Verwertung??**

# Stand der Technik: Shredder-Sieb-Kombination?

1

- Aufgabe per Radlader/Greifer
- Vorzerkleinerung

Greifer sortiert große Störstoffe und Holz aus

2

- (Magnet)

z.T. auch erst am Ende positioniert

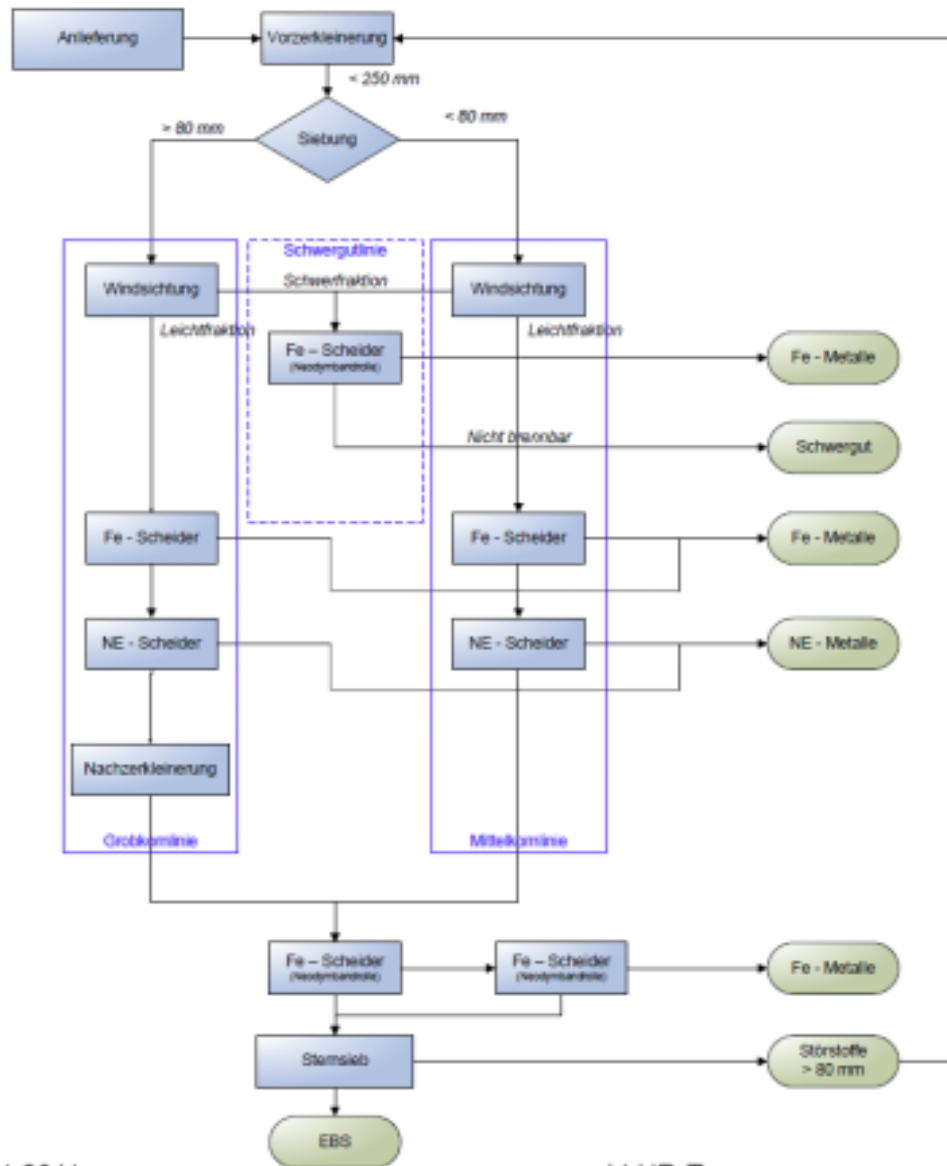
3

- Siebung; Überkorn wird zurückgeführt und erneut zerkleinert

Keine NE-Metallaushaltung  
Teilweise wird Unterkorn aus  
1. Durchgang als AS 191209,  
„Mineralik“, ausgeschleust.



# Aufbau komplexer EBS-Anlagen

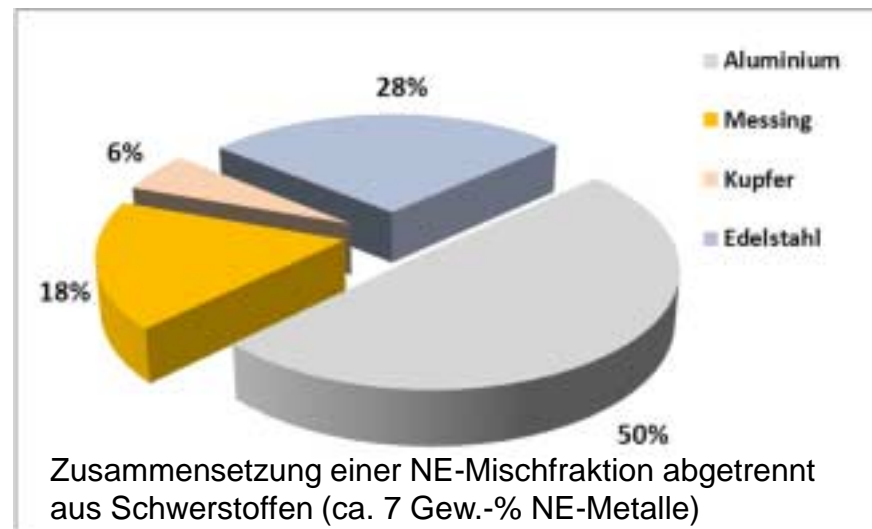


- PVC-Abtrennung zur Reduzierung der Chlor-Konzentration im EBS?
- Praxis: Da diese Fraktion nicht entsorgt werden kann, wird die PVC-Abtrennung eingestellt – stattdessen erfolgt eine Beimischung anderer Fraktionen.
- NE-Metall-Abscheider: oft nicht richtig ausgelegt
- Wertstoffaushaltung nur für Fe- und NE-Metalle, aber nicht für andere Sekundärrohstoffe



## Metallabscheidung

- Fe-Metallaushaltung oft nicht richtig ausgelegt und/oder nur einstufig: Geringe Abscheideleistung, Probleme mit EBS-Qualität
- Nichteisenmetall-Aushaltung: oft gar nicht vorhanden -> Ressourcenverschwendung bei Aluminium, mangelnde Wertschöpfung, Probleme mit EBS-Qualität





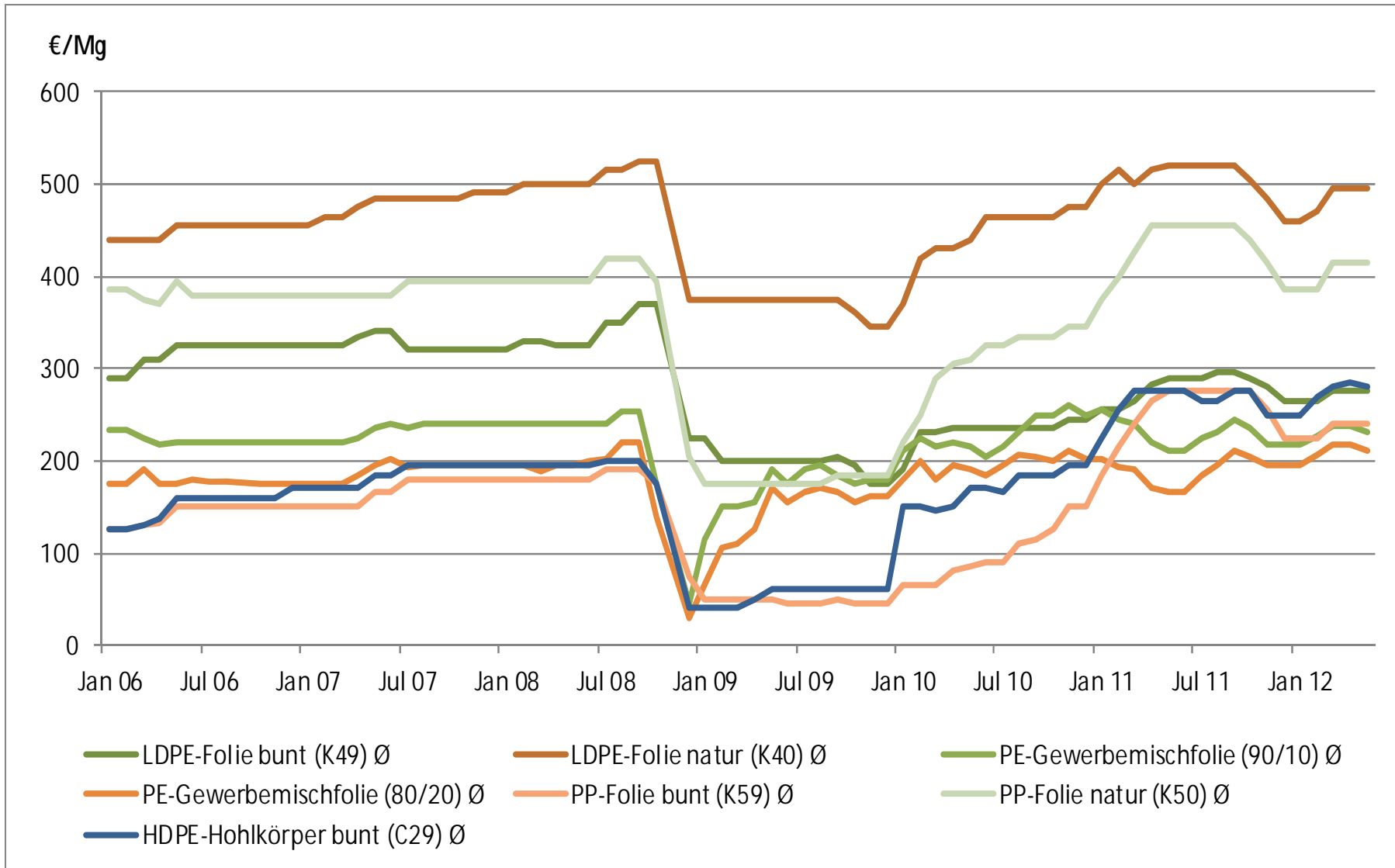
Prozess	Fraktion	Spezifisches GWP kg CO <sub>2,eq</sub> /t Verwertungsinput
Stoffliche Verwertung	Weißblech	-945
	Aluminium	-7.839
	Flüssigkeitskarton	-743
	PPK aus LVP	-398
	→ Folien	-1.445
	Kunststoffarten und vergleichbare Prod.	-2.046
	Mischkunststoffe (Regranulat)	-1.451
	Mischkunststoffe (Holz-/Betonersatz)	-725
CO-Verbrennung der Aufbereitungsreste der Fraktionen:	Weißblech	-365
	Flüssigkeitskarton	-1.909
	PPK aus LVP	-1.213
	Sortierreste	-365
	→ Folien	-504
	Kunststoffarten und vergleichbare Prod.	-504
	Mischkunststoffe	-387
	Mischkunststoffe (Stahlwerk/Hochofen)	-616
	Thermische Behandlung MVA	Sortierreste

## Kunststoffabtrennung

- Kunststoffe lassen sich nur selten manuell wirtschaftlich sortieren.
- Mechanische Anreicherungs- und Sortierschritte (Sichtung, NIR etc.) sind am Markt seit langem verfügbar, werden aber kaum genutzt.



# Optimierungsansätze





- Durch gesunkene Kosten für die EBS-Verwertung ist die Wertstoffsartierung wirtschaftlich unter Druck geraten.
- Die spezifischen Personalkosten für Sortierkräfte können oftmals nicht die Wertstoffertlöse decken. Investitionen in Sortiertechnik (NIR, NE-Metallscheider etc.) unterbleiben.
- Das Wertstoffpotential in den Gemischen sinkt zwar mit zunehmenden Wertstoffertlösen (Anreiz zur Getrennterfassung beim Erzeuger). Aber: nur EBS zu erzeugen, geht am Ziel der Abfall- und Ressourcenwirtschaft vorbei!
- Es müssen neue Randbedingungen geschaffen werden, um die 5-stufige Abfallhierarchie künftig umzusetzen und die Potentiale stofflich und energetisch hochwertig zu nutzen!

# Randbedingungen ändern: Effizientere Ressourcennutzung, Stand 2007

- Zuführung aller entstehenden Gemische zu Vorbehandlungsanlagen
  - ↻ Steigerung der herstellbaren Sekundärrohstoffe von 0,46 Mio. Mg/a auf **1,1 Mio. Mg/a** bei einer Wertstoffausbeute von 16,5 Ma.-%.
- Steigerung der Wertstoffausbeute in Vorbehandlungsanlagen
  - ↻ Steigerung der herstellbaren Sekundärrohstoffe von 16,5 Ma.-% auf 30 Ma.-%, Menge steigt auf **1,9 Mio. Mg/a**.
- Optimierung der stofflichen Verwertung für (Misch-)Kunststoffe
  - ↻ Die Steigerung der Kunststoffausbeute führt zur Entwicklung neuer Verwertungswege außerhalb der energetischen Nutzung.
- Optimierung der Abtrennung von NE-Metallen
  - ↻ Nutzung neuer Verfahrensentwicklungen für die NE-Metallausbringung vor dem Hintergrund hoher Erlöse für NE-Metalle und der Anforderungen der EBS-Verwerter.

- Erzeugung hochwertiger und schadstoffarmer Ersatzbrennstoffe (SBS)
  - ↻ Herstellung von rund 2 Mio. Mg/a hochkalorischem SBS
- Energetische Verwertung der Aufbereitungsreste
  - ↻ Nach Wertstoffaussortierung und Abtrennung von SBS verbleiben rund 2,6 Mio. Mg/a Aufbereitungsreste, die in übrigen Verbrennungsanlagen (EBS-Rostfeuerungen, Müllverbrennungsanlagen) energetisch zu verwerten sind.
- Behandlung der Unterkornfraktionen aus Klassieraggregaten
  - ↻ Unterkornfraktionen aus Klassieraggregaten müssen entweder nachbehandelt, gemeinsam mit den Sortierresten energetisch verwertet oder anderweitig beseitigt werden.
- Transparenz der Stoffströme
  - ↻ Unterbindung nicht ordnungsgemäßer Entsorgung

# Gewerbeabfallverordnung

## Quo vadis?

- Abfallhierarchie der Abfallrahmenrichtlinie bzw. des Kreislaufwirtschaftsgesetzes
  - ✓ Vermeidung,
  - ✓ Vorbereitung zur Wiederverwendung,
  - ✓ Recycling,
  - ✓ sonstige Verwertung, insbesondere energetische Verwertung und Bergversatz,
  - ✓ Beseitigung.
  
- **Neuausrichtung der Gewerbeabfallverordnung – aber wie?**

# Vorschläge zur Neuausrichtung der Gewerbeabfallverordnung

- Freiwillige getrennte Erfassung in den Gewerbebetrieben
  - ↪ Die getrennte Wertstofffassung in Gewerbebetrieben kann nicht wirksam kontrolliert werden. Es kann deshalb, wie bisher auch, der Entsorgungswirtschaft überlassen werden, die wirtschaftlichen Anreize aus den Rohstoffmärkten zu nutzen und umzusetzen.
- Vorbehandlungspflicht für gemischte gewerbliche Siedlungsabfälle/Verpackungsgemische
  - ↪ Zur Stärkung der stofflichen Verwertung gemischter gewerblicher Siedlungsabfälle ist die unmittelbare Verbrennung dieser Gemische auszuschließen.  
Gemische sind immer Vorbehandlungsanlagen zuzuweisen, für die ein technischer Mindeststandard festgelegt wird.  
Damit wird der ungleiche Preiskampf zwischen Vorbehandlungsanlagen und Verbrennungsanlagen genau so unterbunden wie der frühere zwischen Deponien und Verbrennungsanlagen.

# Neuausrichtung der Gewerbeabfallverordnung

- Quotierung für die stoffliche und energetische Verwertung

↻ Vor dem Hintergrund des KrWG gilt folgende Zielstellung für die Entsorgung:

Erzeugung einer stofflich verwertbareren Fraktion



Erzeugung hochwertiger, schadstoffarmer Ersatzbrennstoffe für energetisch effiziente Anlagen (SBS)



Erzeugung von Ersatzbrennstoffen für energetische Anlagen (EBS)



Restfraktionen zur schadlosen Beseitigung

# Vorschlag zur Neuausrichtung der Gewerbeabfallverordnung

## ➤ Qualitative und quantitative Quotierung (Bewertungsquote)

$$\text{Bewertungsquote} = \frac{m_{\text{stoffliche Verwertung}} \cdot \text{Bf}_{\text{stoffliche Verwertung}} + m_{\text{SBS}} \cdot \text{Bf}_{\text{SBS}} + m_{\text{EBS}} \cdot \text{Bf}_{\text{EBS}}}{m_{\text{Anlagenoutput}}}$$

$$\text{Bewertungsquote} \geq 30$$

mit:

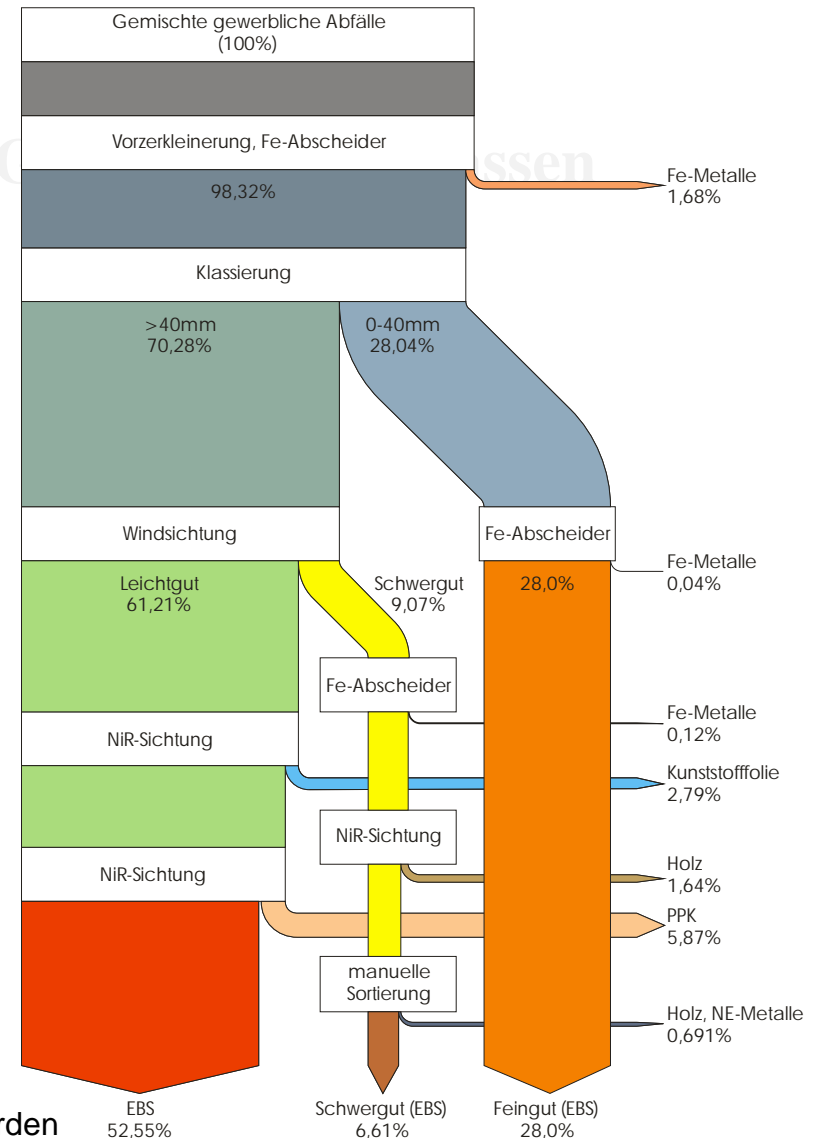
$m$  = Masse,  $\text{Bf}$  = Bewertungsfaktor,

Bewertungsfaktor<sub>stoffliche Verwertung</sub> = 100, Bewertungsfaktor<sub>SBS</sub> = 20, Bewertungsfaktor<sub>EBS</sub> = 10



# Was kann kurzfristig regional getan werden?

- Freiwillige Maßnahmen:
  - ✓ Transparenz schaffen: Stoffstromkontrolle per EDV
  - ✓ Wettbewerb „Vorzeigelösungen“
  - ✓ Mindestkriterien zur hochwertigen Verwertung in Vergaben (der öffentlichen Hand) aufnehmen
  - ✓ Markenzeichen?
  - ✓ Selbstverpflichtung statt gesetzlicher Maßnahmen?
- Potentiale im In- und Output dokumentieren, Beitrag zur Ressourcenwirtschaft deutlich machen!



Siehe: Oetjen-Dehne et.al., Stärker stofflich nutzen- Am Beispiel Berlin wurden Stand und Optimierungsmöglichkeiten der Gewerbeabfallverwertung untersucht, in: ReSource 2010

# Wer wir sind

## Die u.e.c. Berlin

- ... ist seit 24 Jahren als planendes und beratendes Ingenieurunternehmen auf dem Gebiet der Abfallwirtschaft national und international tätig.
- ... hat Planungskompetenz für Anlagen zur Vergärung und Kompostierung, zur Wertstoffsartierung, Restabfallbehandlung und Ersatzbrennstoffherstellung.
- ... erstellt als Dienstleister nicht nur Abfallwirtschaftskonzepte und vielschichtige Gutachten, sondern berät beispielsweise auch bei der Projektentwicklung und der Betriebsoptimierung.
- Weitere Infos unter [www.uec-berlin.de](http://www.uec-berlin.de)



## Quellen: Bisherige und laufende Untersuchungen der u.e.c. Berlin



Die Ausführungen basieren im Wesentlichen auf den Folgenden Untersuchungen der u.e.c. Berlin:

- Anlagenplanungen, Anlagenbilanzen und Stoffstromanalysen im Zeitraum ab 2002 u.a. an Sortieranlagen und EBS-Anlagen
- Untersuchungen in Berlin (2005 und 2009) zur Verwertung gewerblicher Abfälle
- Untersuchungen in Sachsen-Anhalt zur Überwachung von Abfallentsorgungsanlagen – Recherche und Untersuchungen an Abfallbehandlungsanlagen in Sachsen-Anhalt und Abgrenzung der Abfallschlüssel 191209 und 191212 (2009-2010)
- UFOPLAN-Projekt „**Aufkommen, Verbleib und Ressourcenrelevanz von Gewerbeabfällen**“, veröffentlicht 2011
- UFOPLAN-Projekt „**Erarbeitung stoffstromorientierter Lösungsansätze für eine hochwertige Verwertung von gemischten gewerblichen Siedlungsabfällen**“, Laufzeit 2012 - 2014