



# Bestimmungsgrößen entsorgungsfreundlicher Verpackungen

Dr. Joachim Christiani  
HTP GmbH & Co. KG

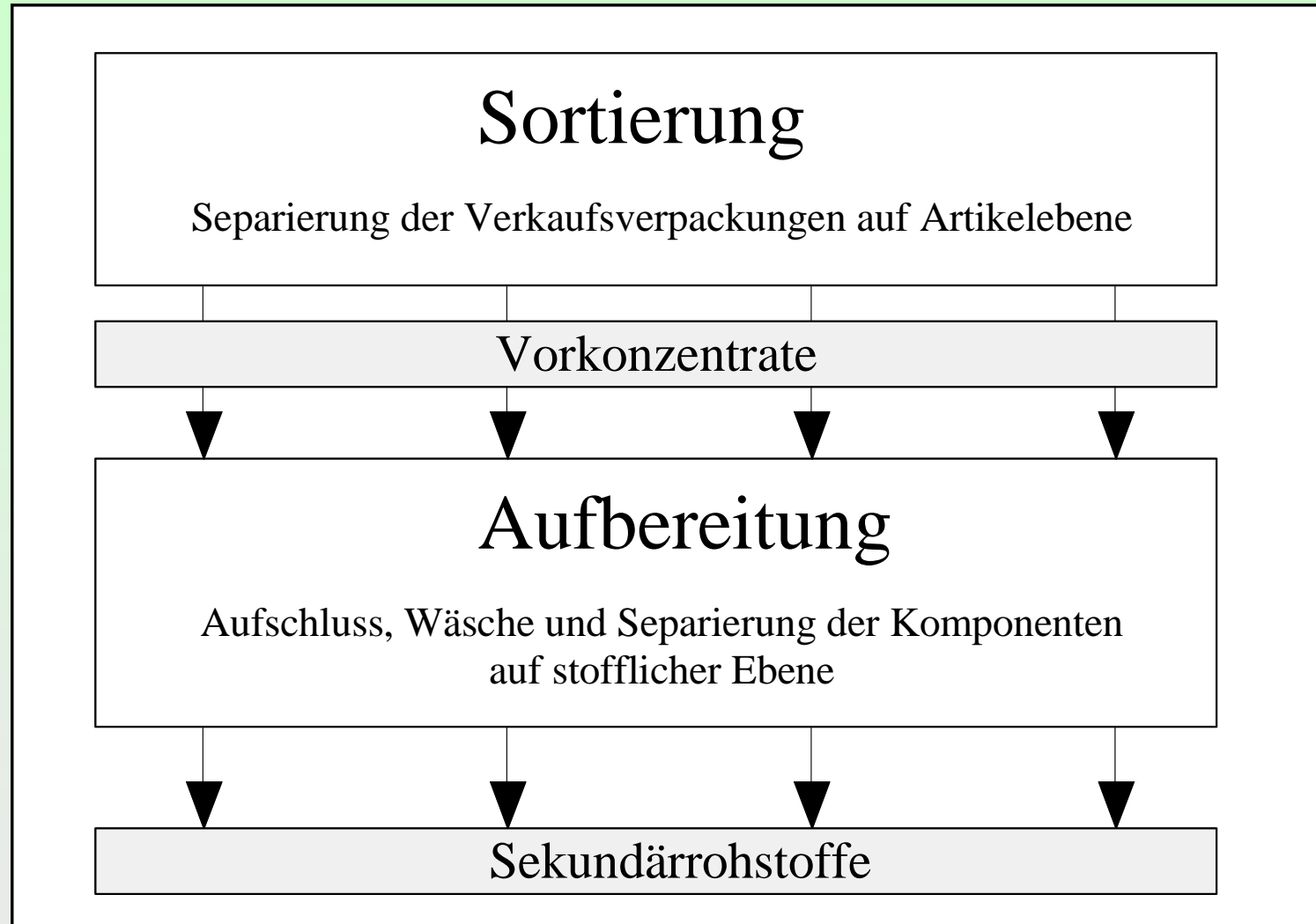
Frankfurt, 26. Mai 2011

# Verwertungsstruktur für Verpackungsabfälle

---

- Unabhängige, Inhaber-geführte Beratungs- und Engineering-Gesellschaft
- Tätigkeitsfelder:
  - Sachverständigenwesen (u. a. Maschinen- und Anlagen, Verpackungsentsorgung)
  - technische Unternehmensberatung (Unternehmensberatung, Strategieberatung, betriebliche Optimierung)
  - Verfahrensentwicklungen (Recyclingtechnologien, Abfallbehandlung)
  - Fachplanungsbüro (alle Leistungsphasen nach HOAI zzgl. Inbetriebnahmen)
- Referenzen im Bereich der Verpackungsentsorgung
  - Entwickler, Verfahrensgeber und Fachplaner aller heutigen Stand der Technik – Anlagen der LVP-Sortierung (Deutschland, Belgien, Niederlande) wie z.B. Leipzig, Berlin, Porta Westfalica, Walldürn, Rotterdam und maßgeblicher Innovationen der vergangenen Jahre wie z.B. Sortec Hannover, Kunststoffartensortierung
  - Gutachterfähigkeiten und Studien für Bund, Länder und Entsorgungswirtschaft (u.a. jährliche Prüfung der Mengenstromnachweise Dualer Systeme seit 1996), Zertifizierungen, Schiedsgutachten

# Verwertungsstruktur für Verpackungsabfälle

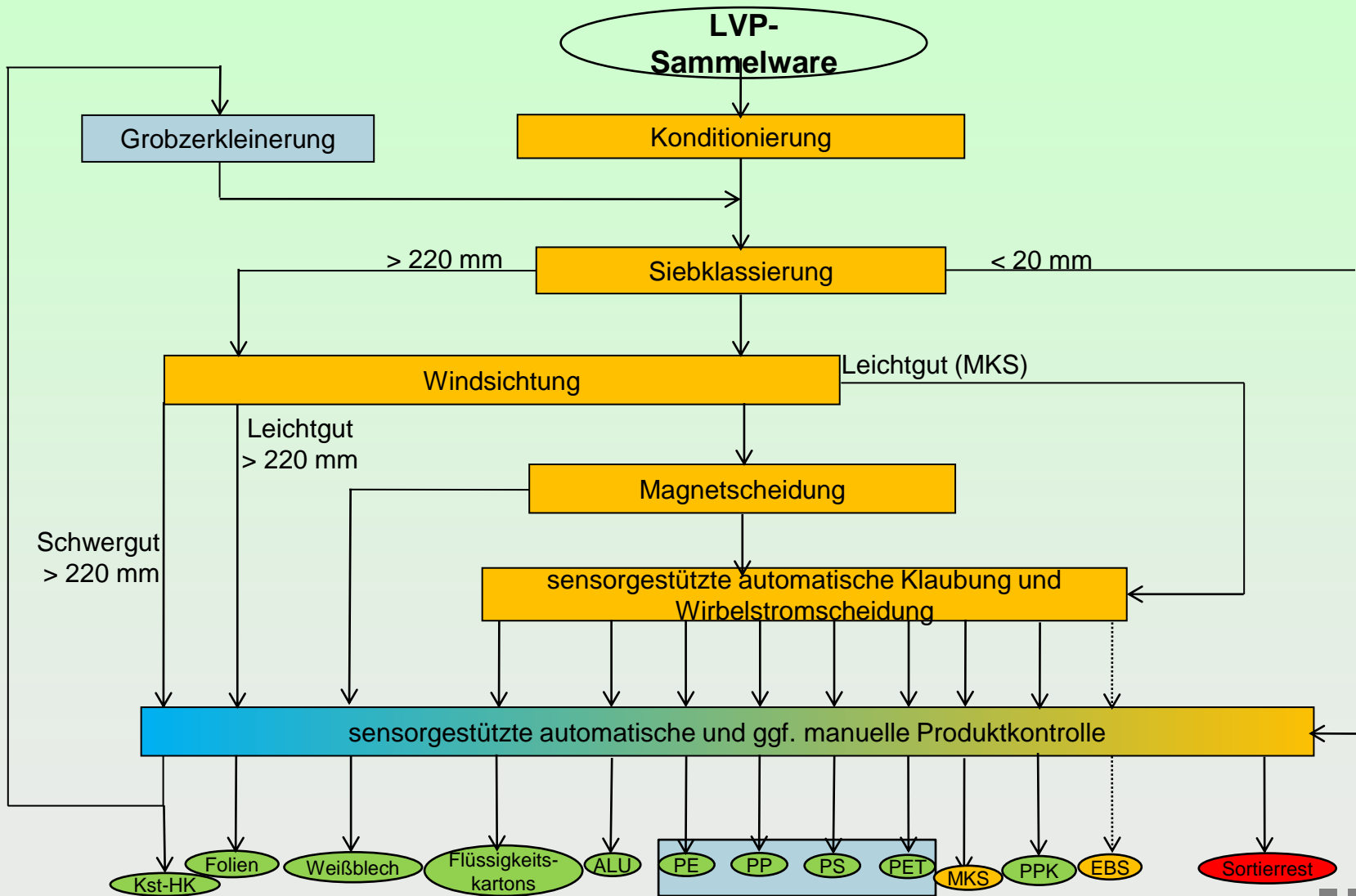


# Stand der Technik bei der LVP-Sortierung

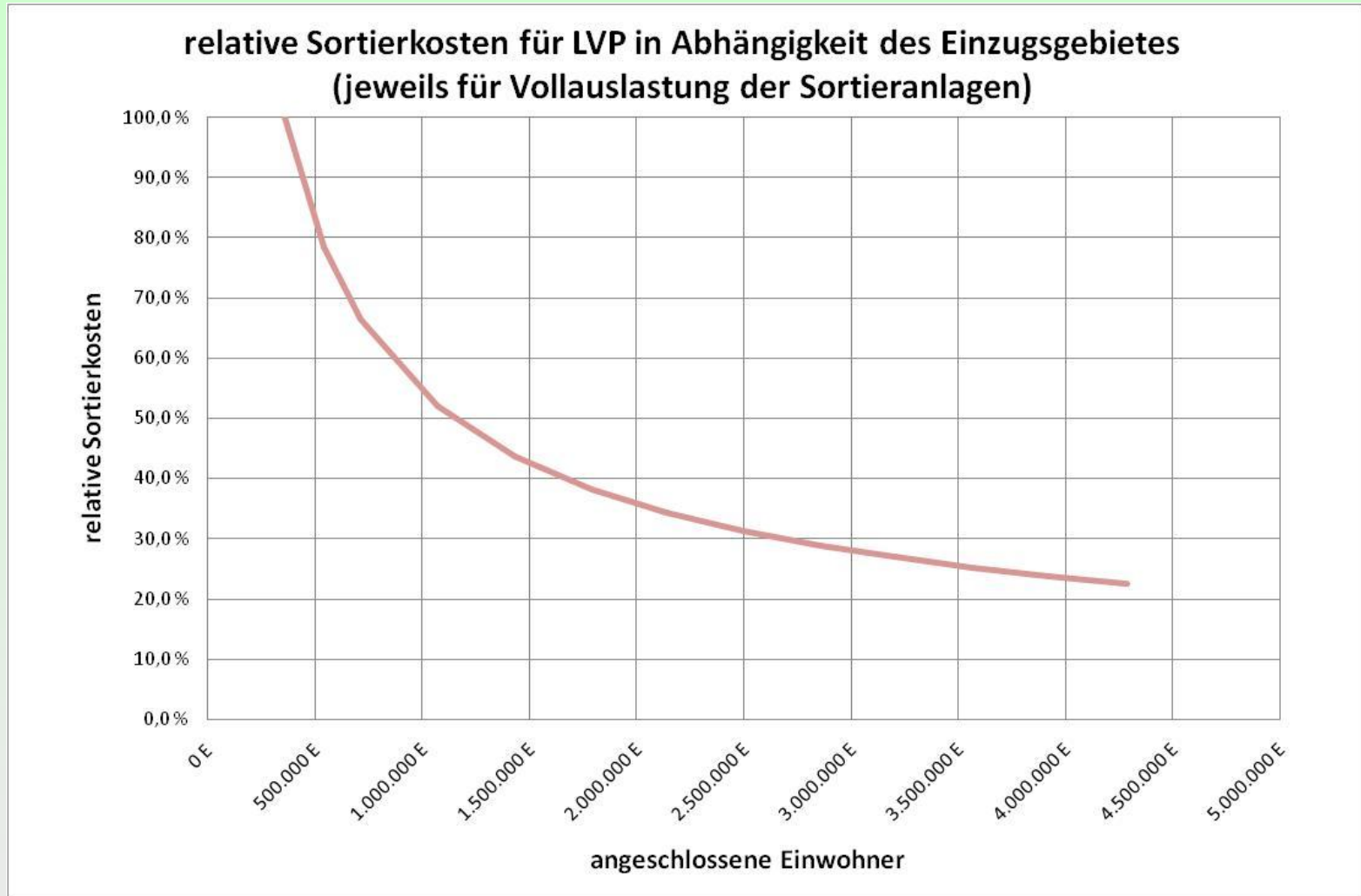
---

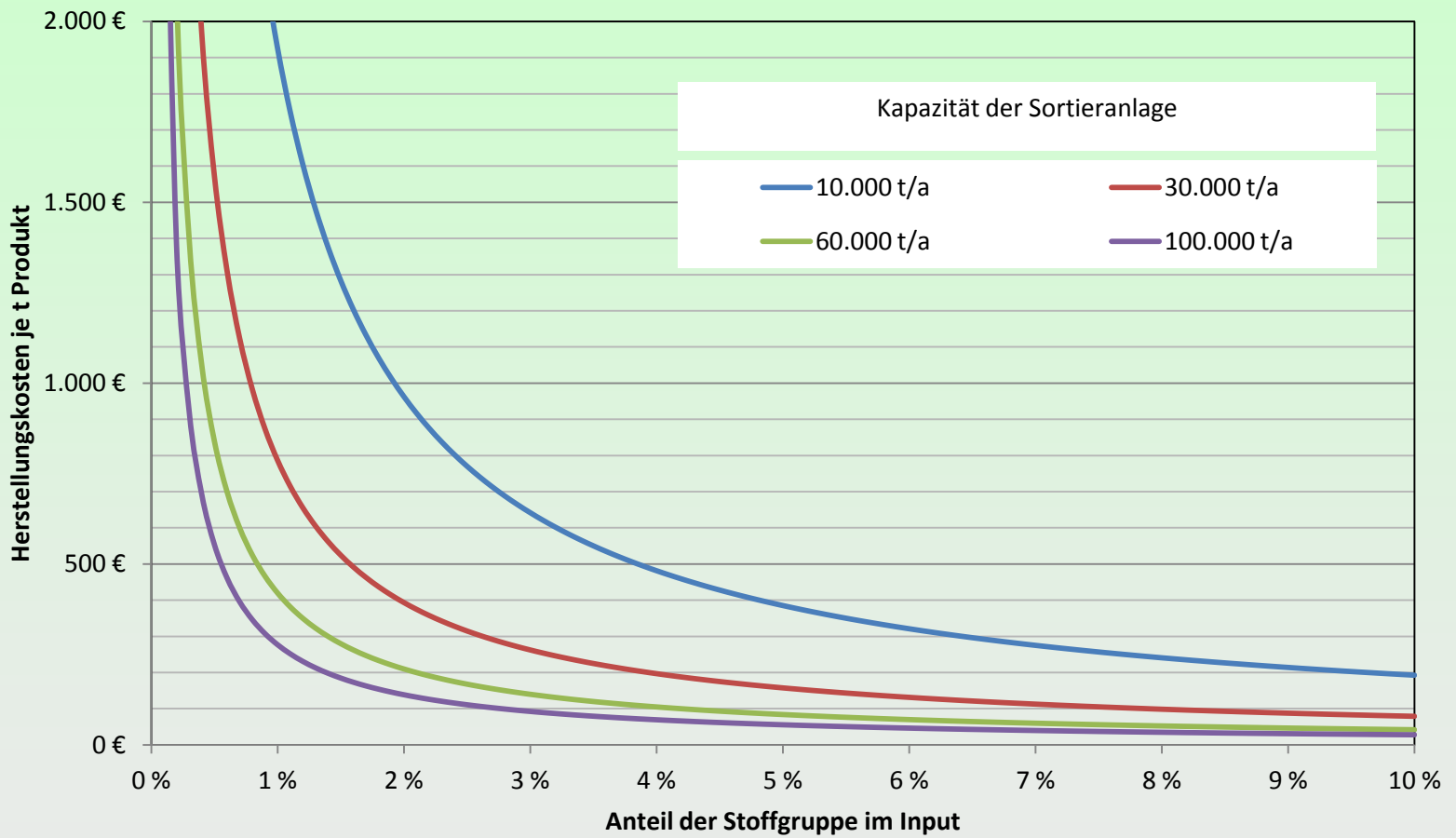
- bewährte, betriebliche Komponenten
- weitgehende Standardisierung in der Prozessführung
- Substitution manueller Sortierung durch Produktendkontrolle
- Reduzierung des spezifischen Personaleinsatzes verglichen mit den Anfängen der LVP-Sortierung auf < 10 %
- hohe Diversifizierung der Produktpalette
- Erhöhung der Wertschöpfung (9 von 11 Standardprodukten sind Erlösprodukte, Stand Mitte 2008)
- hohe Kapazität
- aktuelle Leistungspunkte: 100.000 – 120.000 t/a  
entsprechend ca. 4 Mio. angeschlossenen Einwohnern  
 $\dot{V} \approx 600 \text{ m}^3/\text{h} - 800 \text{ m}^3/\text{h}$
- hohe Wertstoffausbeute (Sortierreste ca. 20 %)

# Schematische Darstellung der LVP-Sortierung



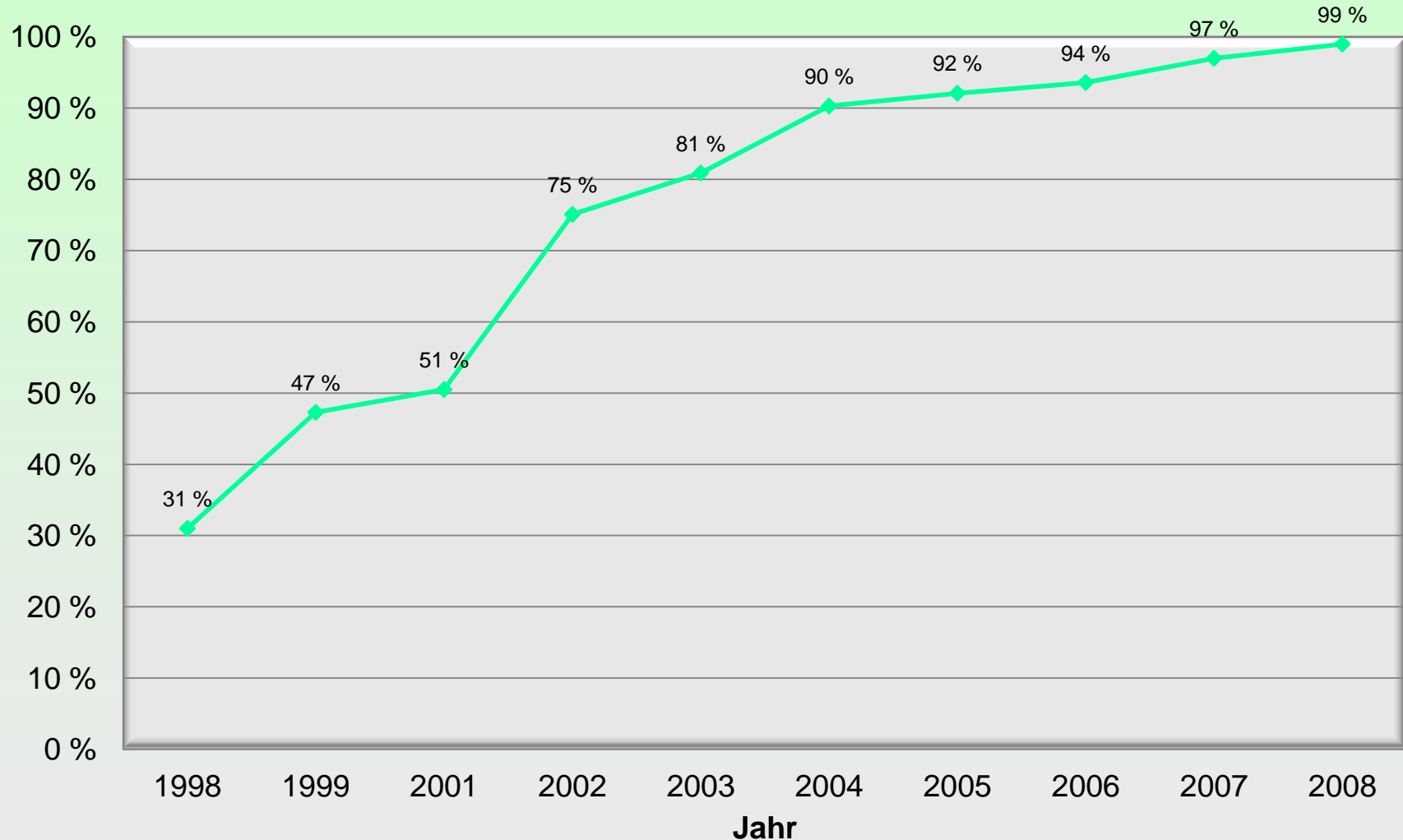
# Sortierkosten für LVP





# Entwicklungen in der LVP-Sortierung - Mischkunststoff

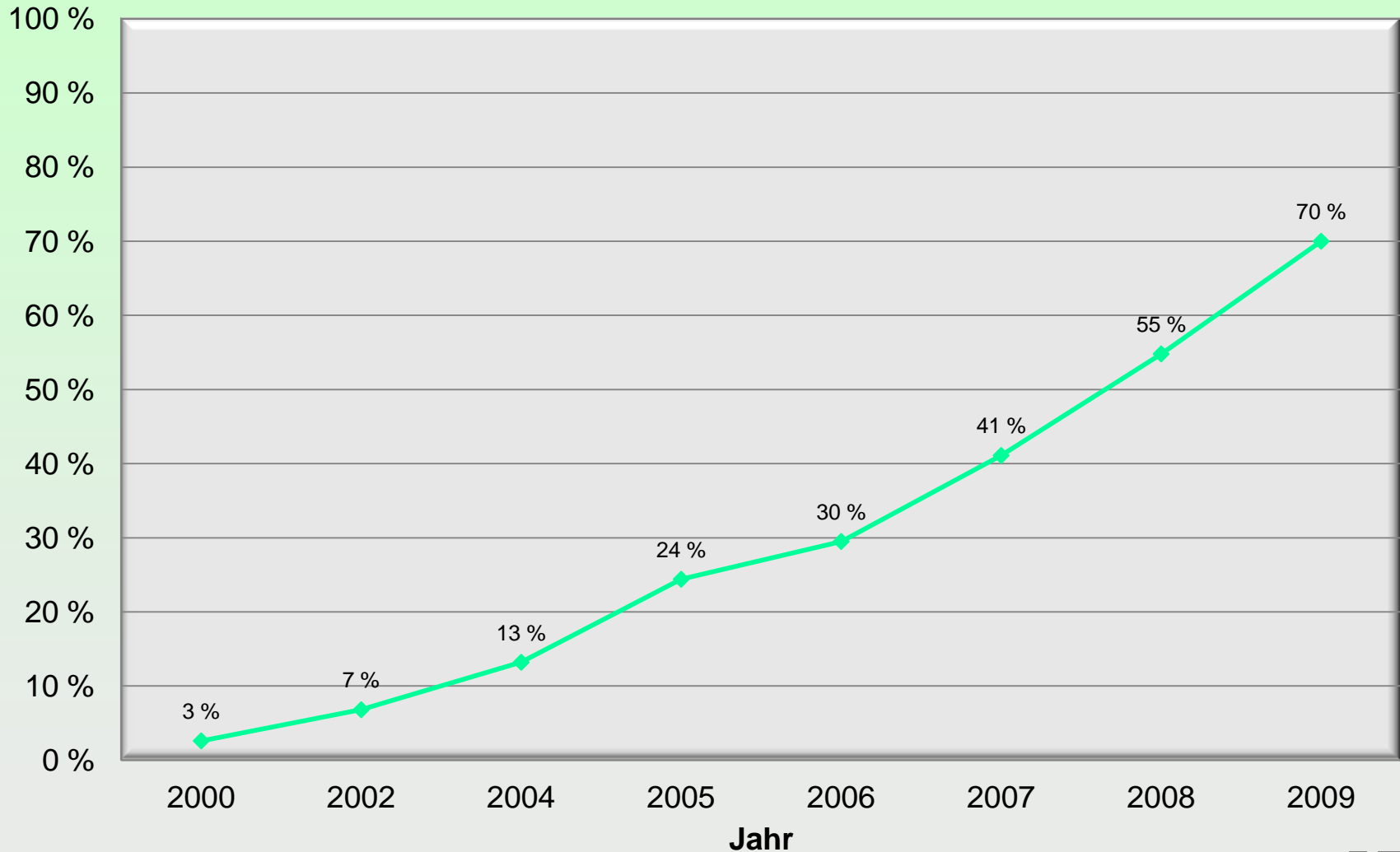
## Automatisierung der Mischkunststoffsartierung





# Entwicklungen in der LVP-Sortierung – Kunststoffarten

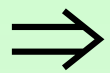
## Diversifizierung in Kunststoffarten



# Merkmale der Sortierung

---

Sortierung erfolgt auf Artekelebene



neben der Materialart sind die physikalischen Eigenschaften der Verpackung in Gänze relevant

## Wesentliche Trennkriterien

Formgebung



Größe

Stoffeigenschaften



Luftwiderstand



Magnetisierbarkeit



elektrische Leitfähigkeit

Oberflächeneigenschaften



Reflexion im Nah-Infrarot-Bereich

# Ausgewählte Sortierverfahren mit Grobcharakterisierung der Trennschärfe

		Sortiererfolg in Standardanwendungen*			
Sortierverfahren/ Verfahrensgruppe	Trennmerkmal	Trennschärfe Bezug Trennmerkmal	in auf	funktionaler Wirkungsgrad	Anwendungsbeispiele in betrieblicher Praxis
Schwachfeld- Magnetscheidung	Magnetisierbarkeit	sehr hoch		i.d.R. hoch	Gewinnung Fe-Schrotte aus Siedlungs- und Produktionsabfällen
Wirbelstromscheidung	vorrangig elek. Leitfähigkeit	i.d.R. hoch		mittel – hoch	Gewinnung NE-Schrotte aus Siedlungsabfällen und Produktionsabfällen
Windsichtung	Gleichfälligkeit (Dichte, Partikelgröße, Partikelfaser)	i.d.R. hoch		mittel – hoch	EBS-Erzeugung Folienaussortierung
Sortierung durch Klassierung	Partikelgröße	hoch		i.d.R. niedrig	Anreicherung Hochkalorik Anreicherung organische Substanz in MBA
gravimetrische Verfahren	Dichte	sehr hoch - hoch		i.d.R. hoch	Kunststoffaufbereitung Bodenwäsche
sensorgestützte Klaubung	jeweilige Messgröße z.B. NIR-Reflexion Optische Eigenschaften	hoch		mittel – hoch	Materialtrennung bei LVP PVC-Abtrennung Holzsortierung bei Sperrmüllaufbereitung Farbglassortierung

* Einstufung	Reinheit x Ausbringen
sehr hoch	> 0,9
hoch	0,8 – 0,9
mittel	0,5 – 0,8
niedrig	< 0,5

# Sensorgestützte automatische Klaubung

NIR-Trenner mit  
Detektionseinheit



Düsenleiste  
(Austragseinheit)



# Nachteilige Effekte für die Sortierung durch die Gestaltung der Verpackung

---

## Verschleppung unerwünschter Anteile in die Zielfraktion

Bei der Sortierung nach Stoffeigenschaften wie bei der Sortierung nach dem spektrometrischen Profil der Oberfläche werden Artikel auch dann ausgetragen, wenn die durch das Trennmerkmal angesprochene Komponente nur einen geringen Massenanteil aufweist.

Beispiele:

- Verbunde
- Packhilfsmittel
- Trennbare Kombinationsverpackungen, die durch den Verbraucher nicht getrennt wurden

## Separierung in die gewünschte Zielfraktion nicht möglich aufgrund des Fehlens eines geeigneten Trennmerkmals

Beispiele:

- Schwarze oder sehr dunkel gefärbte Kunststoffe (keine ausreichende Reflexion)
- Nicht sichtbare Oberfläche der Kunststoffkomponente

# Praktische Beispiele von Verpackungen und deren Verhalten auf der Ebene Sortierung

Kunststoff-Flasche, schwarz

Nicht identifizierbar



Kunststoff-Flasche, dunkel  
Austrag im Produkt  
eindeutiges Sortierverhalten



# Praktische Beispiele von Verpackungen und deren Verhalten auf der Ebene Sortierung

## Kombidose mit Weißblechboden

diffuses Sortierverhalten, bzw. maßgeblich bestimmt durch Nebenmaterial



## Weißblechdose

eindeutiges Sortierverhalten



# Praktische Beispiele von Verpackungen und deren Verhalten auf der Ebene Sortierung

Kunststoff-Becher mit  
Pappummantelung  
Trennverhalten bestimmt durch  
Packhilfsmittel



Blister aus Pappe / Kunststoff  
Nicht getrennt  
diffuses Sortierverhalten





# Praktische Beispiele von Verpackungen und deren Verhalten auf der Ebene Sortierung

Kunststoff-Becher mit  
anhaftendem Alu-Deckel  
diffuses Sortierverhalten



Aluminiumdose  
eindeutiges Sortierverhalten



# Praktische Beispiele von Verpackungen und deren Verhalten auf der Ebene Sortierung

Kunststoffverbundverpackung  
aus PET / PP  
diffuses Sortierverhalten

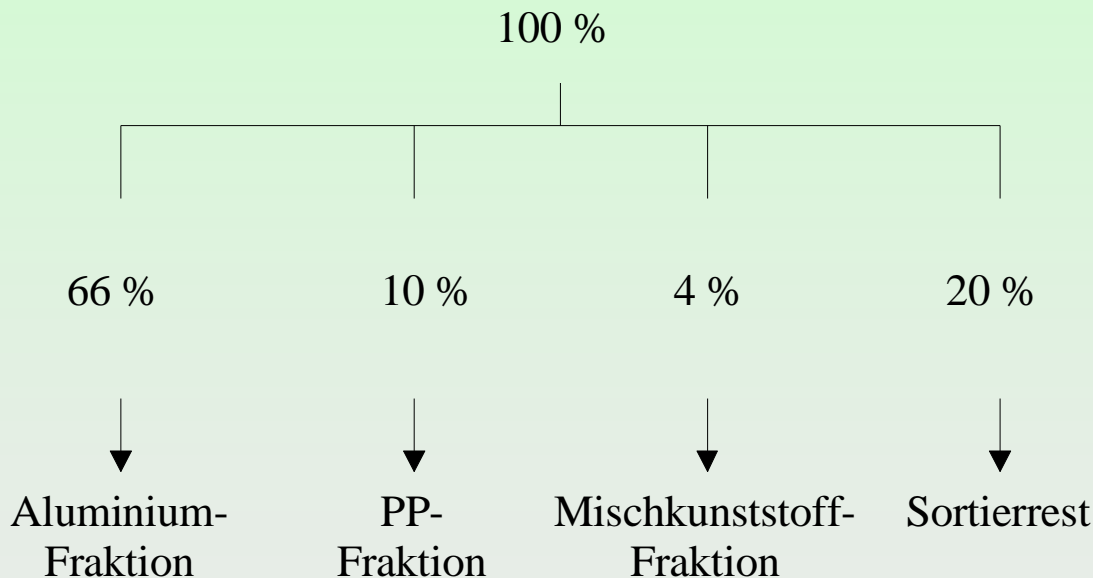


PET-Flasche  
eindeutiges Sortierverhalten

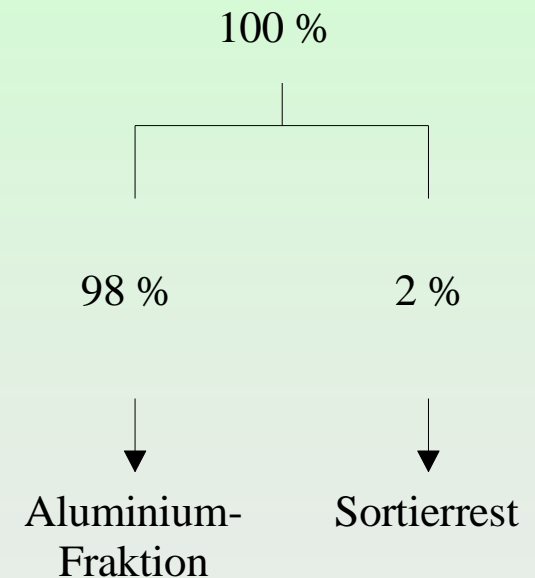


# Beispielhafte Bilanzierung von Verpackungen mit diffusem bzw. eindeutigem Sortierverhalten

**Beispiel 1:**  
**Portionsverpackung**  
Durchmesser: 30 mm, Werkstoff PP,  
nicht schwarz, Deckel aus Alu-Verbundfolie



**Beispiel 2:**  
**Aluminiumdose**



# Stand der Technik bei der Aufbereitung von Vorkonzentraten aus der LVP-Sortierung

---

## Metalle

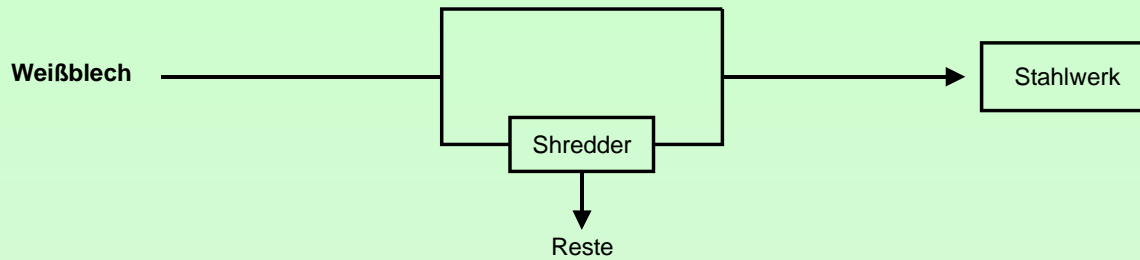
- Bewährte Technologie in der Aufbereitung der Metallvorprodukte zur Herstellung hochwertiger Konzentrate
- etablierte Vermarktungsstrukturen
- Mitverarbeitung der erzeugten Sekundärrohstoffe in der Primärindustrie

## Kunststoffe und Getränkekartons

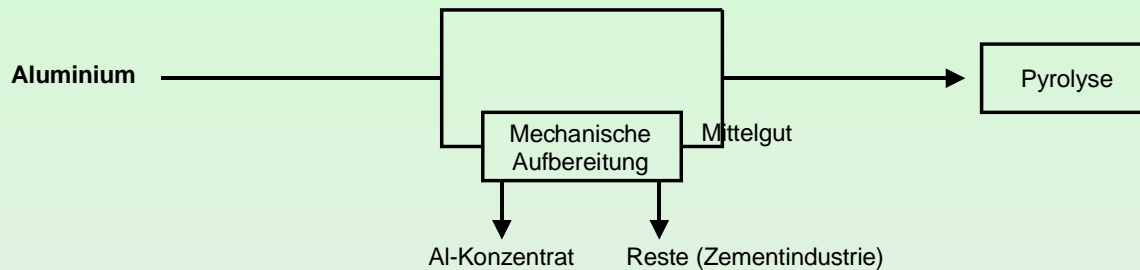
- Verarbeitung in spezialisierten Anlagen
- bewährte, betriebliche Komponenten
- weitgehende Standardisierung in der Prozessführung
- etablierte Märkte für die erzeugten Sekundärrohstoffe
- hohe Kapazität von bis zu 70.000 t/a

# Verwertungs- und Bestimmungsgröße

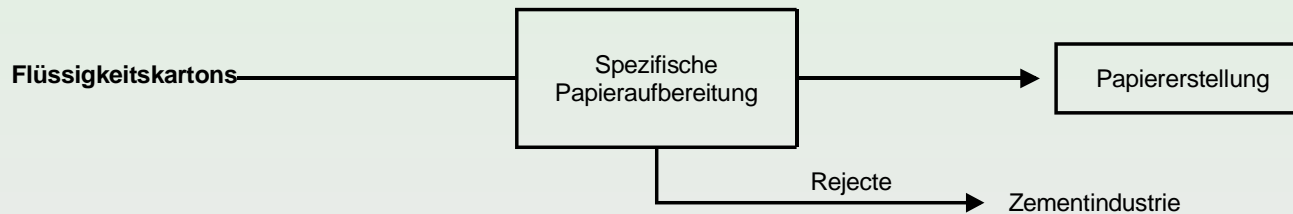
## Verwertungsart und -grad



Kriterien: Metallanteil



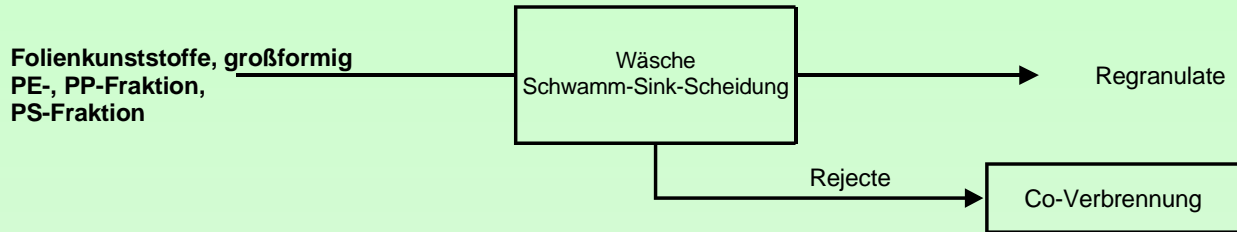
Kriterien: Metallanteil  
Stärke der Metallschicht



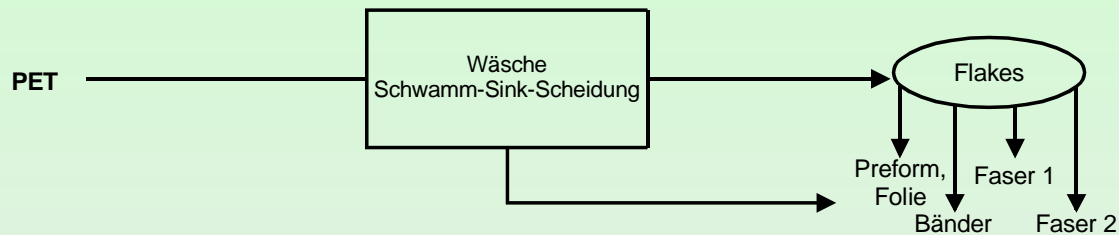
Kriterien: Faseranteil, -ausbeute

# Verwertungs- und Bestimmungsgröße

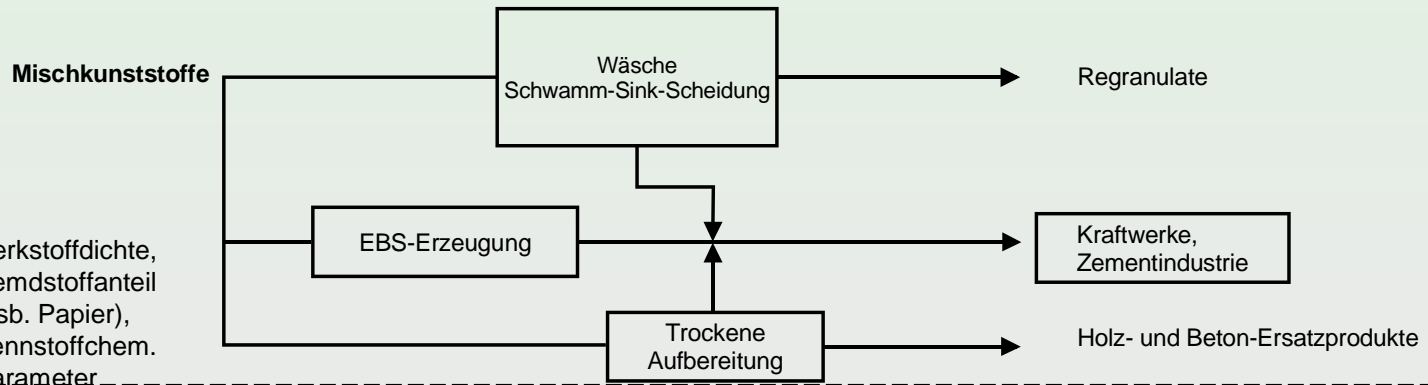
## Verwertungsart und -grad



Kriterien: Werkstoffdichte  
 Ausbeute (Fremdmaterialanteil)  
 Füllgut

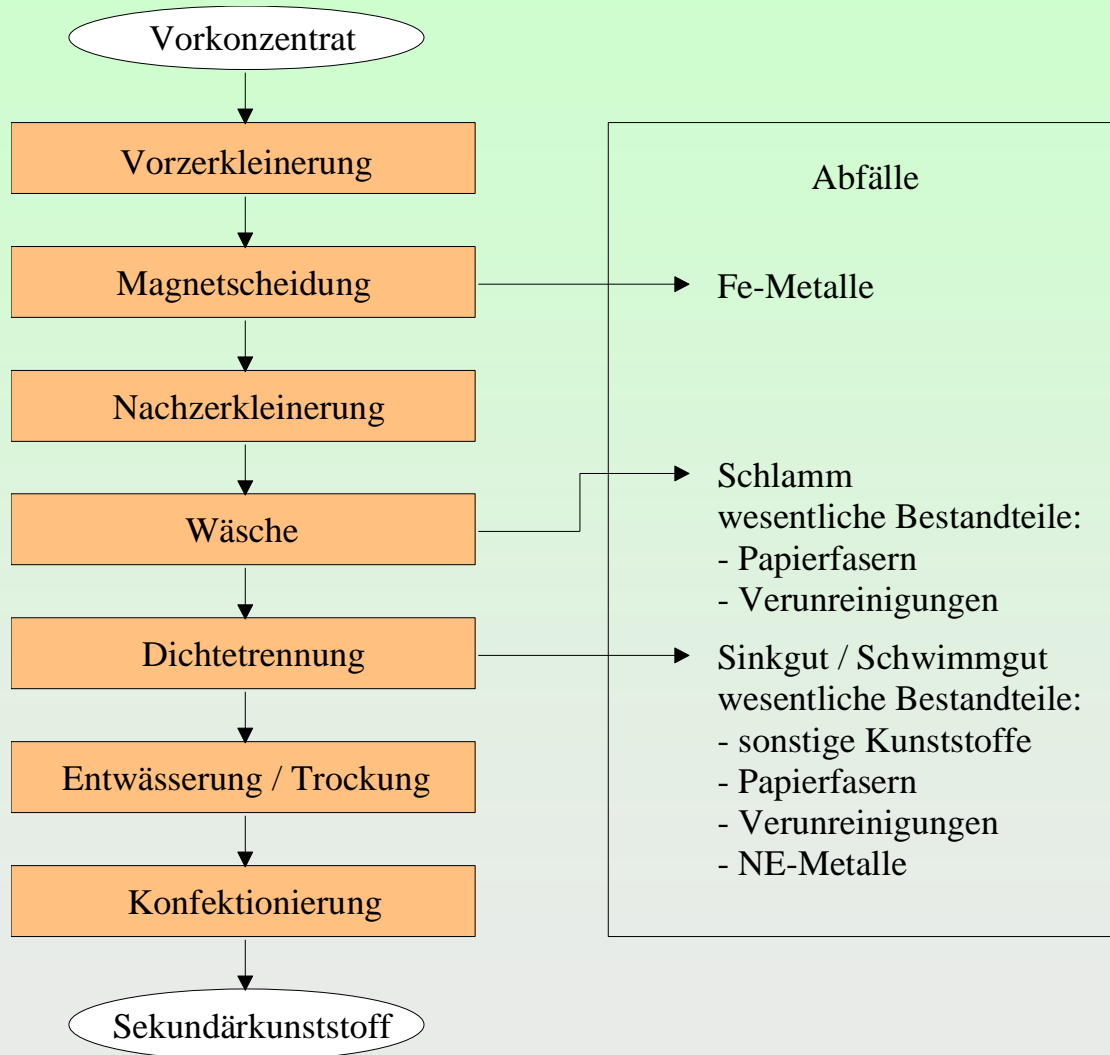


Kriterien: PET-Sorte  
 Farbe  
 Trennbarkeit Packhilfsmittel  
 (Dichte)  
 Kleber



Kriterien: Werkstoffdichte,  
 Fremdstoffanteil  
 (insb. Papier),  
 brennstoffchem.  
 Parameter

# Vereinfachtes Prozessschema der werkstofflichen Kunststoffaufbereitung



# Nachteilige Effekte für die Aufbereitung durch die Gestaltung der Verpackung

---

## Veränderung der Rohdichte durch Füllstoffe

### Hohe Restanteile aufgrund von Materialverschleppungen in der vorgeschalteten Artikelsortierung

Die bei der Artikelsortierung auftretenden Materialverschleppungen führen bei der Aufbereitung der Vorkonzentrate zu einer Verringerung der Ausbeute bei gleichzeitig zum Teil überproportionaler Erhöhung der Restanteile

### Trennung nicht möglich aufgrund eines fehlenden Trennkriteriums

Bei der Aufbereitung von Kunststoffen hat sich die Trennung nach der Dichte als Trennverfahren etabliert. Wenn die enthaltenen Nebenkomponenten eine der Zielkomponente vergleichbare Dichte aufweisen, ist eine Separierung nach diesem Trennmerkmal nicht möglich mit der Folge einer eingeschränkten Produktqualität und Vermarktungsmöglichkeit.

Beispiel:

Metalle und PVC-Anteile im PET-Vorkonzentrat (über Etiketten, Packhilfsmittel, Funktionsverschlüsse)



# Fazit

---

- Aufgrund der etablierten, weitgehend standardisierten Technologie auf dem Gebiet der Verpackungsverwertung besitzt jede Verpackung ein spezifisches, definierbares Verwertungsverhalten
- Das Verwertungsverhalten einer Verpackung ergibt sich aus der Einzelbetrachtung der Ebenen artikelbezogene Sortierung und stoffbezogene Aufbereitung
- Bei Kenntnis der ausschlaggebenden Kriterien lassen sich Anforderungen / Ansätze zur Optimierung im Hinblick auf eine „verwertungsfreundliche“ Produktgestaltung formulieren

# Determinanten Verwertungseignung

