

---

# Reststoffarme Produktion

---

## 1. Rechtliche Grundlagen

è siehe EAPW Kapitel 2

## 2. Entsorgungslogistik

Aufgabe: Optimierung der Rückstandsflüsse

Mikrologistik: innerbetrieblicher Bereich

Makrologistik: Materialfluß Abfallerzeuger è Entsorgungsanlagen

STULB - Prozeß:

Sammlung

- ungeordnetes Abfallaufkommen jeglicher Art an Sammelstellen so zusammenfassen, daß eine geordnete Entsorgung möglich ist
- Verfahren:
  - systemlose Sammlung
    - Abfallsammlung im Betrieb
    - Sperrmüllsammlung
  - Systemmüllsammlung
    - Umleerverfahren
    - Wechselverfahren (Abholung wenn voll)
    - Einwegverfahren (z.B. Krankenhaus)
- Hausmüll:
  - Integrierte Systeme (geteilte od. Separate Behälter, in einem Arbeitsgang)
  - Teilintegrierte Systeme (separate Sammlung in verschiedenen Touren)
  - Additive Systeme (z.B. Papier-, Glascontainer zusätzlich)
- Holsysteme ↔ Bringsysteme

Transport:

- Auslastung: voll, leer, Zwischentransport
- Entfernung: nah, fern

Umschlag

- Summe aller Förder- und Lagervorgänge mit Übergang von Gütern auf, von einem oder auf ein anderes Transportmittel
- Müllumladestation

Lagerung

- Aufbewahrung (1 Werktag)
- Ablagerung (unbegrenzt)

Behandlung

Abfallwirtschaftskonzepte (è Kapitel 2.4 [EAPW] )

Bsp. Brauereiunternehmen  
 Bsp. Heizungs- und Sanitärbranche  
 Transportverpackungen:

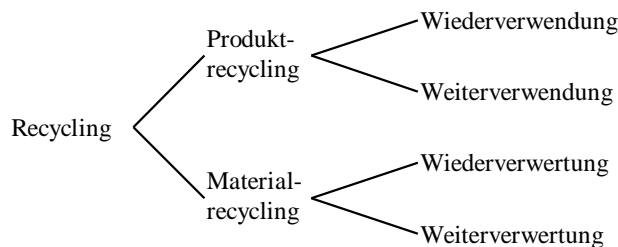
- Mehrwegverpackung durchschnittlich 20 x verwendet
- Standardisierung der Abmessungen

Regionale Abfallwirtschaftskonzepte

- Grundlage: umfassende Bestandsaufnahme
- realistische Vermeidungs- und Verwertungswege
- Prognose der zukünftigen Abfallmengen
- Information der Öffentlichkeit

### 3. Recycling

Def.: erneute Verwendung oder Verwertung von Produkten am Ende ihrer Lebenszeit durch Rückführung in den Wirtschaftskreislauf



- Produktrecycling
- Materialrecycling
- Altteilverwendung

Demontage: funktionale Trennung, und/ oder stoffliche Trennung

#### · recyclinggerechte Konstruktion (VDI 2299)

- Prinzipien:
  - Vermeiden, Vermindern von Abfällen  
 durch Materialausnutzung, Verschnittminimierung, Verminderung der Werkstoffvielfalt, Einsatz von Recyclaten
  - Langlebigkeit der Produkte  
 Verschleißteile vermeiden, Wartungsfreundlichkeit, Standardteile
  - Demontageorientierte Konstruktion:  
 reversible Verbindungen, Leitlinien zur Verwertung

#### 4. Sortierung und Rohstoffrückgewinnung

- Sortierung von Wertstoffen im Hausmüll
  - 6 Fraktionen im „gelben Sack“: Alu, Getränkeverp., Kunststoffe, Weißblech, ...
  - Sortierung hauptsächlich manuell  $\Rightarrow$  Personalkosten  
 $\Rightarrow$  Sortierkosten 800-1300 DM/t
  - Halbautomatische Sortierung:
    - Windsichter, Überbandmagnet, Wirbelstromscheider, Walzenscheider
    - Kosten: 500 DM/t, Investitionskosten: 2,5 Mio DM
- **Kunststoffe**
  - Kunststoffsartierung
    - derzeit hauptsächlich Dichtentrennverfahren
      - Schwimm- Sink- Scheider:
        - Flüssiges Trennmedium, Strömungsgeschwindigkeit
        - Probleme: variable Korngrößen, Luftbläschen, Wassermenge, Platzbedarf
      - Hydrozyklon:
        - Kraftfeld, Rotation durch Strömungsenergie
        - Vorteile: hoher Durchsatz, stabile Trennung
    - Sortierung nach magnetische Eigenschaften (ferromagnetische Partikel)
    - Elektrostatische Sortierung (unterschiedliches Aufladeverhalten der Partikel)
    - Kryogene Verbundstofftrennung
      - mit flüssigem Stickstoff
      - Trennparameter: Wärmeausdehnungskoeffizient, Scherkräfte
  - Kunststoffrecycling
    - Thermoplaste
      - schmelzbar, schweißbar, warm umformbar, Erweichen bei Erwärmen wiederholbar
      - amorphe  $\rightarrow$  teilkristaline Thermoplaste
    - Duroplaste
      - irreversibel ausgehärtet, Abfall nicht regenerierbar, nicht schmelzbar
    - Elastomere
      - gummielastisches Verhalten, nicht schmelzbar
    - Koextrusion
      - äußerer Extruder: Neuware
      - innerer Extruder: Recyclat
    - Recycling
      - Regranulieren (für Thermoplaste)
        - Mahlen
        - Extruder: Aufbereitung (aufschmelzen und homogenisieren)
        - Granulieren
        - $\rightarrow$  Kunststoffgranulat

- z.B. PVC: Fensterprofile, Rohre, Bodenbeläge, Telefonkarten
- Sintern bzw. Spritzpreßtechnik (für Thermoplaste)
  - vermischte Kunststoffe ( $\geq 20\%$  von einer Sorte)
  - Zerkleinern, Trocknen, Homogenisieren, Verdichten
  - Farbpigmente in Schmelze hinzu
  - Injektor: in Form einspritzen
  - Bsp. Palettenproduktion
- Chemische Recycling
  - Thermolyse:
    - Pyrolyse (Zerlegung der Makromolekülstruktur)
    - Hydrierung  $\Rightarrow$  Rohöle
    - Vergasung (Synthesegas, Energie)
  - Solvolyse:
    - naßchemischer Prozeß
    - Bindungen bis zu Ausgangsmonomeren spalten
    - Umkehr der Polymerisation
- **Bauschutt**
  - Sortierung von Baustellenabfällen
    - Vortrennung auf der Baustelle
      - $\Rightarrow$  Kostenreduktion durch Trennung
      - Problem: Platzverhältnisse, Mitarbeiterinformation
    - Sortieranlage für Baumischabfälle
      - Verfahren: Siebe, Magnetabscheidung
  - Bauschuttaufbereitung
    - Grundoperationen: Zerkleinern, Klassieren, Abscheiden
    - primäre  $\leftrightarrow$  sekundäre Aggregate
    - 50-80% der Energie für Zerkleinerung
    - Verwertung:
      - klassisch: Tiefbau
      - Forschung: Hochbau (Betonzuschläge)
    - LAGA (Ländergemeinschaft Abfall)
      - $\rightarrow$  Technische Regeln für Bauschutt

## 5. Ablagerung (Deponie)

- bauliche Bestandteile
  - Basis- und Oberflächenabdeckung
  - Sickerwassererfassung (zur Kläranlage)
  - Entgasung (Explosionsgefahr, energetische Verwertung wg. hohem Heizwert in Heizkraftwerken)
- Deponieklassen I,II nach Müllqualität (Inertisierungsgrad)
- Multibarrierekonzept
- Deponielangzeitverhalten