

Verbesserungspotentiale bei der Sortierung von LVP-Gemischen

Fachforum Ressourcen – Kunststoffe und Nachhaltigkeit

Leverkusen, 6. November 2018

Dr.-Ing. Alexander Feil

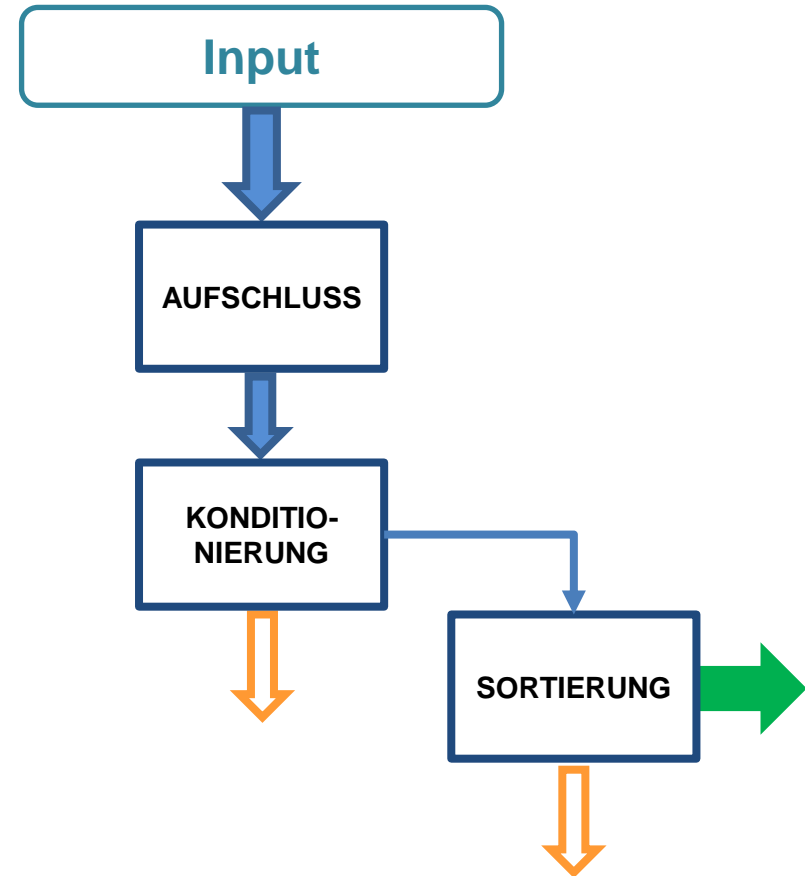
Status

- In deutschen Sortieranlagen (LVP-Anlagen) werden jährlich rund 2,3 Mio. Mg Verpackungsabfälle aus dem post-consumer-Bereich behandelt.
- Von den enthaltenen rund 1,15 Mio. Mg Kunststoffen werden rund 335.000 Mg/a der stofflichen Verwertung zugeführt, der größte Teil von 750.000 Mg/a (\cong ca. 65 %) wird thermisch verwertet.
- Unabhängige Sortieranalysen an Vorkonzentraten (Kunststoff-Folien, Po-Artikeln, Mischkunststoffe) haben aufgezeigt, dass die DKR-Qualitätsvorgaben deutlich unterschritten wurden.
- Novellierte Verpackungsverordnung fordert ab 2019 eine deutliche Steigerung der werkstofflichen Verwertung für Kunststoffe ein.

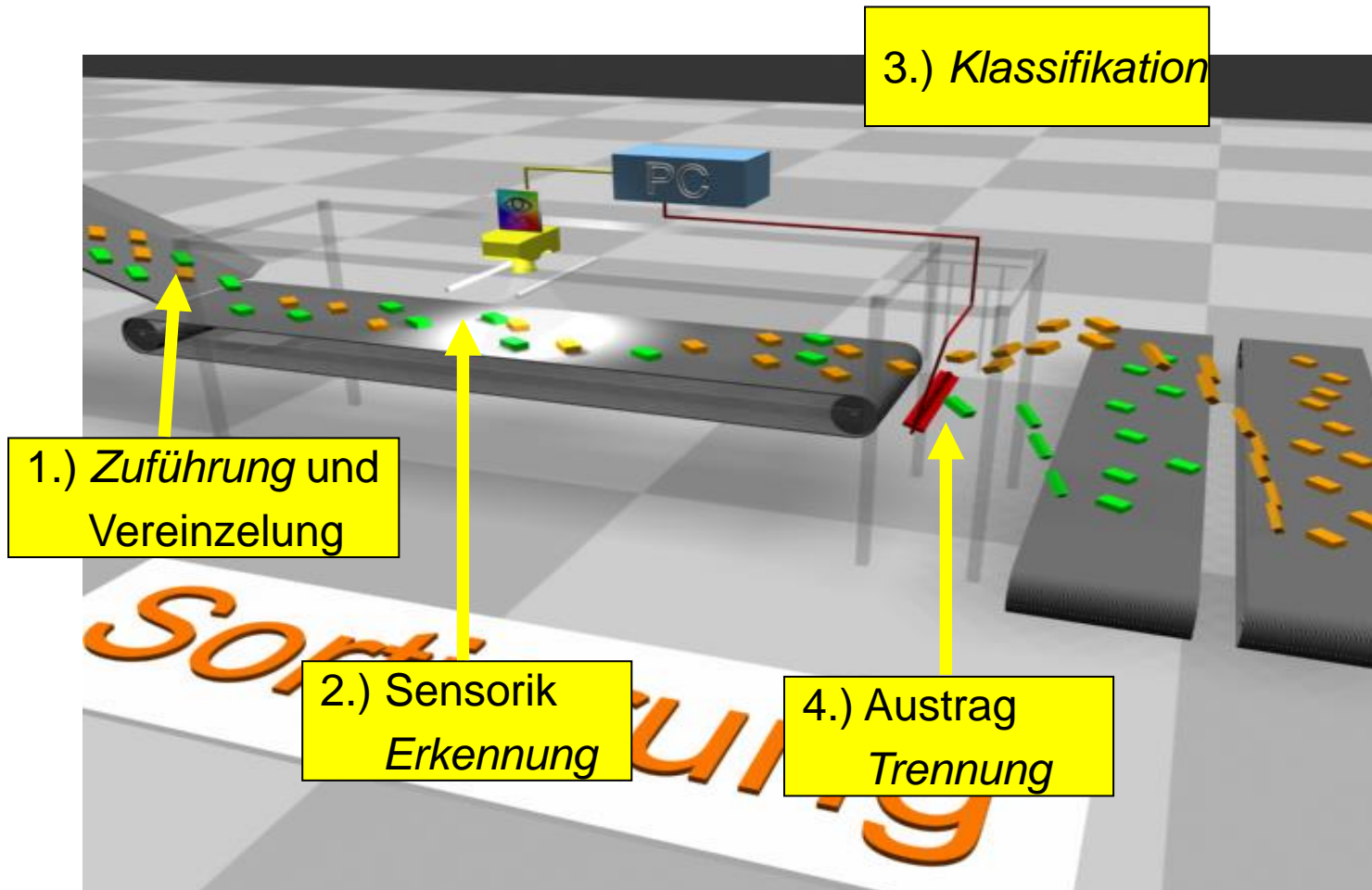
Wie kann eine verbesserte Effizienz der Sortierung erreicht werden?

Verfahrenskonzept für LVP-Sortieranlagen

- Diskontinuierliche Materialanlieferungen versus kontinuierlicher Anlagenbetrieb
- Einsatz von Mobiltechnik zur Anlagenbeschickung
- Aufschluss: Freilegen des Sackinhaltes
- Konditionierung dient u.a. der Vorabscheidung von Feinkorn/Grobkorn sowie der Vorbereitung der Stoffströme der für die im i.R. nach **Einzelkorn** trennenden Sortierstufen
- Sortentrennung erfolgt nach physikalischen (Fe- und Ne-Separation), chemischen (NIR) sowie Artikeleigenschaften (Formen)



Sensorgestützte Sortierung – Systemaufbau



Prinzip der Sortentrennung - Theorie und Praxis

- Sortierprinzip

1. „Rougherstufe“

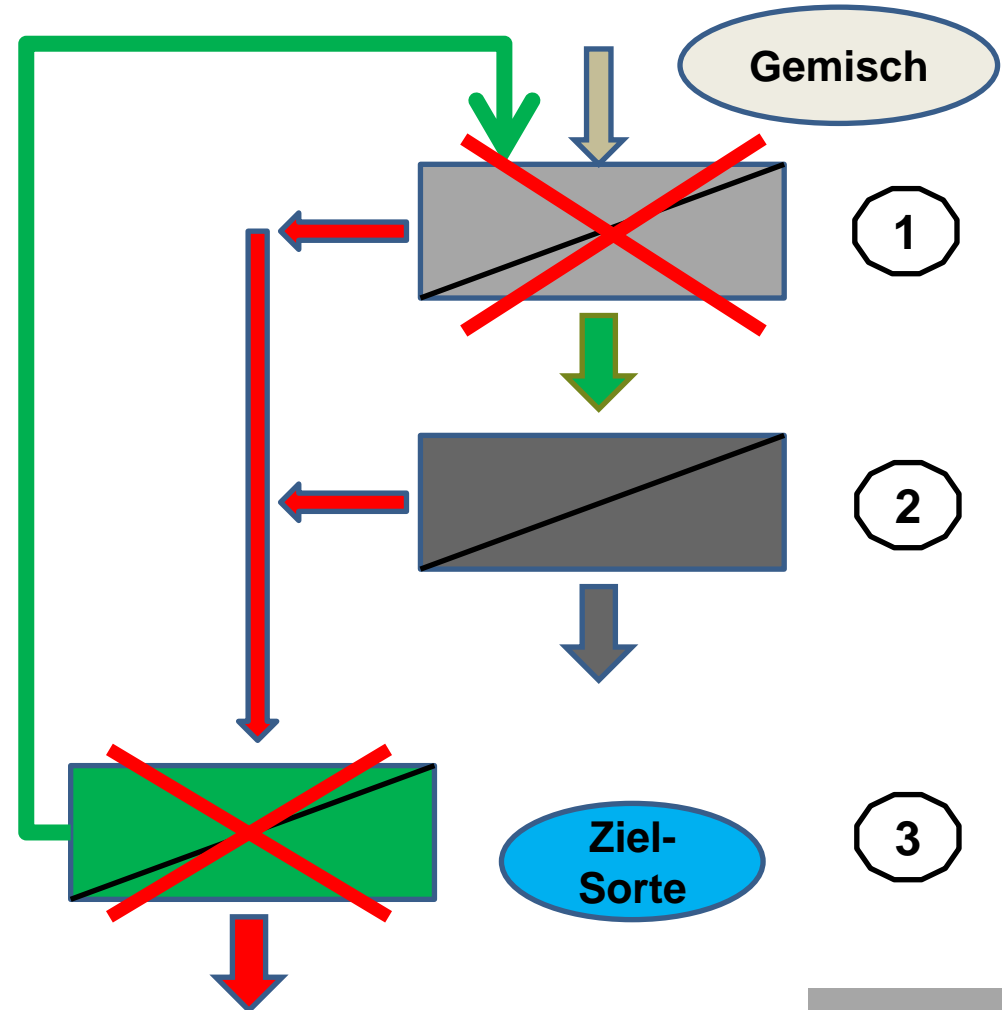
wird auf **maximales Wertstoff-**
ausbringen eingestellt

2. „Cleanerstufe“

wird auf **maximale Reinheit**
eingestellt

3. „Scavangerstufe“

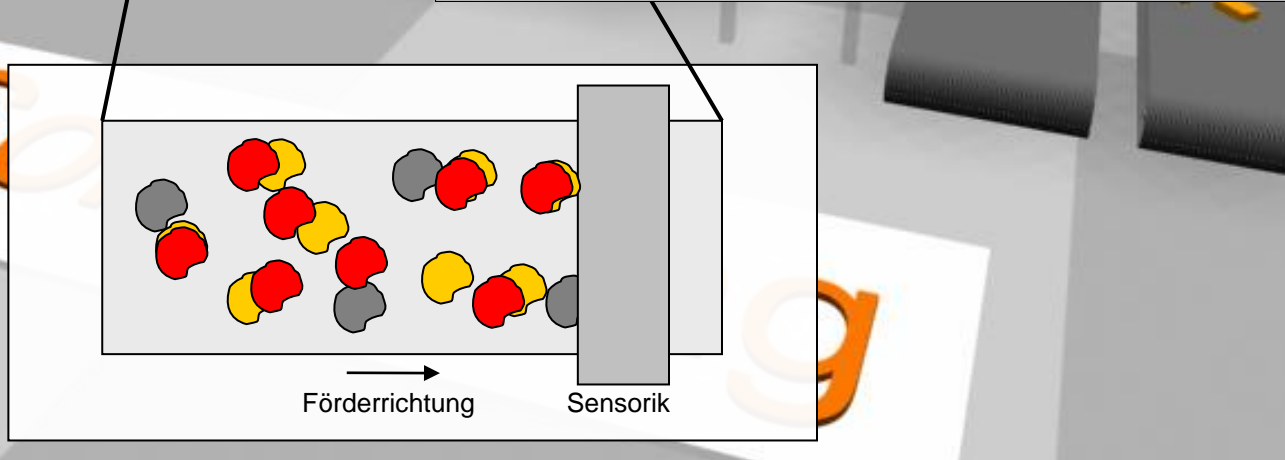
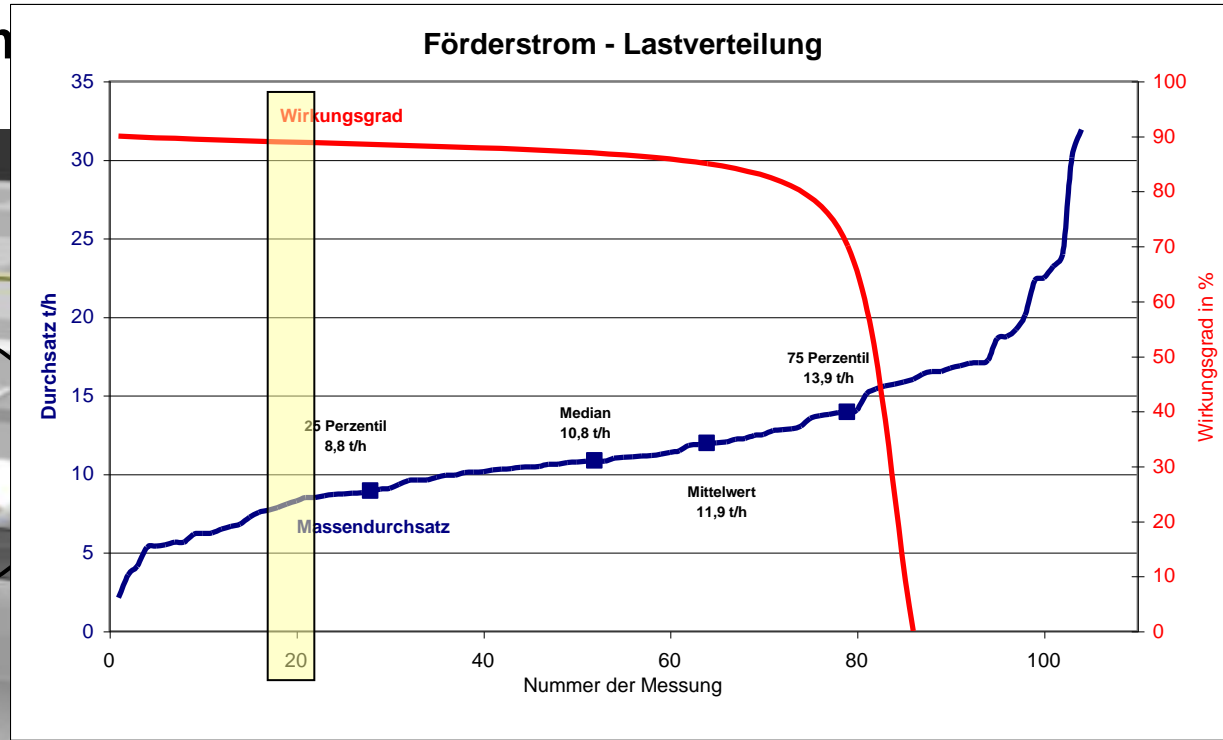
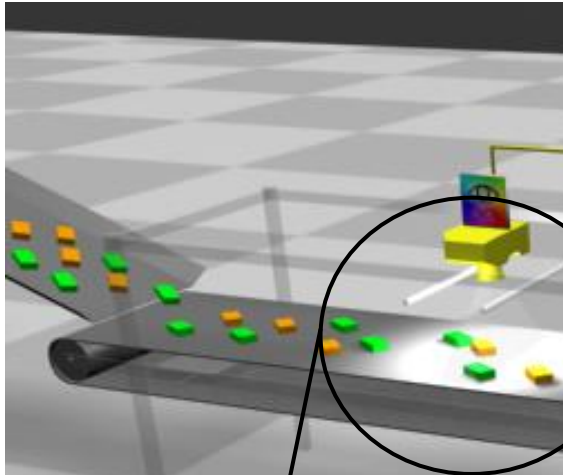
wird auf **maximales Wertstoff-**
ausbringen eingestellt



Status (Sensor)-Sortierung in LVP-Anlagen

- Von den LVP-Anlagen arbeiten nur ein kleiner Teil mit mehrstufiger Sensortechnik
- Konsequenz: Bei einstufigen Sensorsystemen muss entschieden werden, ob ein hohes Ausbringen **oder** ein hoher Wertstoffgehalt angestrebt wird.
- Konsequenzen:
 - hohes Ausbringen bedeutet schlechte Produktqualität ⇒ DKR-Spezifikationen?
 - gute Produktqualität ⇒ hohe Wertstoffverluste
- Rahmenbedingungen:
 - Vertragszeiträume für die Sortierung sind durch Gerichtsentscheid auf 2 Jahre begrenzt, danach muss sich wieder beworben werden ⇒ RISIKO CAPEX
- Voraussetzung für hohe Sortiereffizienzen: „**bestimmungsgemäßer Betrieb**“
 - **Monoschichtbelegung** auf dem Förderband für Magnet- und Wirbelstromscheidung
 - **zusätzlich räumliche Abgrenzung** der Partikel für sensorische Trennung

Problem

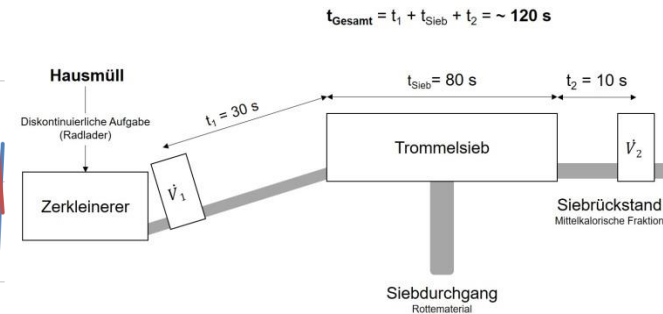
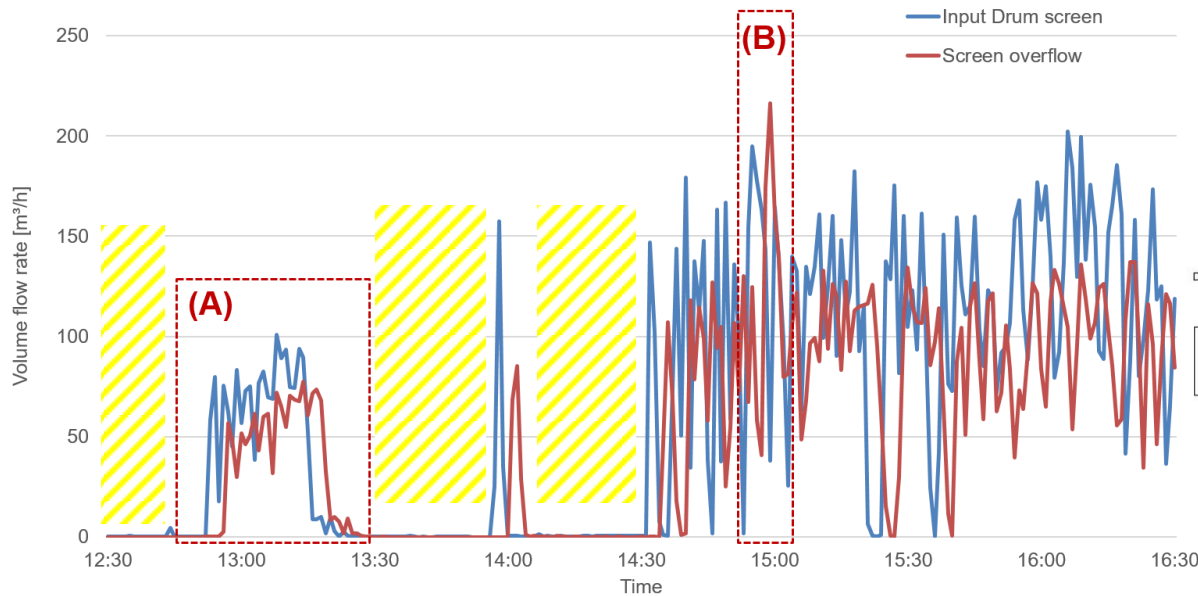


Problem Überfüllung im Input zum ÜMS



Film

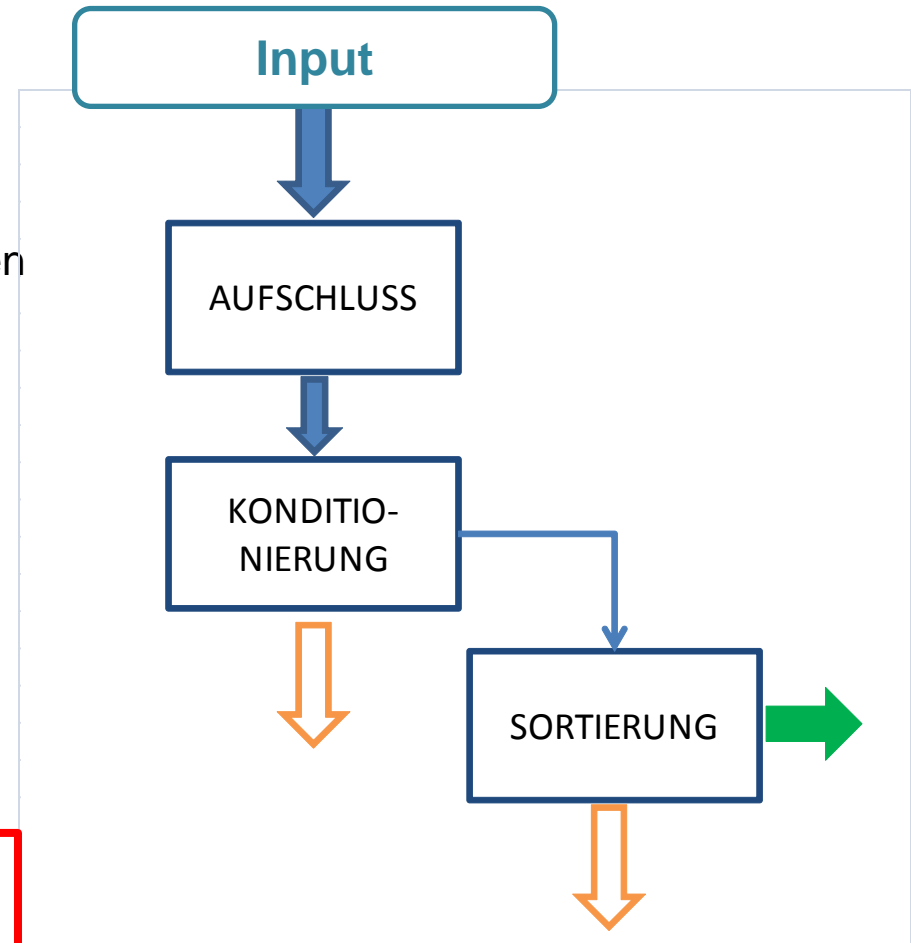
Staus-Quo Beschickung – Volumenströme Input Trommelsieb und Austrag Siebüberlauf



- Anlagenbeschickung 2,5 h/4 Stunden, davon 1,5 h Leerlauf!
- Siebmaschinenüberfüllung $> V_{\text{max}}$ ca. = 175 m³/h: insgesamt fünfmal!
- Suboptimale Beschickung wird nicht innerhalb der Siebmaschine kompensiert!
Folge: Über-/Unterfüllung in der Beschickung führt zur Über-/Unterfüllung im weiteren Prozessverlauf!

Einfluss der Stoffstromzuführung auf das technisch- betriebswirtschaftliche Ergebnis

- **Überfüllung:** Verschlechterung der Siebgüte (SG) und der Sortiereffizienz, evtl. auch Maschinenstillstand, Entsorgungskosten steigen
- **Unterfüllung:** Erhöhung der spezifischen Betriebskosten (BK) in €/t und Verschlechterung der Siebgüte (SG)
- **Leerlauf:** Erhöhung der BK



Ziel: Bereitstellung von vergleichmäßigten
Volumenströmen mit $\dot{V} \sim \dot{V}_{\text{Auslegung}}$

Bewertungskriterien

- Gleichmäßigkeitsfaktor f_c
 - Dimensionsloses Bewertungskriterium für die Verstetigung von Feststoffvolumenströmen:

$$f_c = \frac{V_{90}}{V_{10}}$$

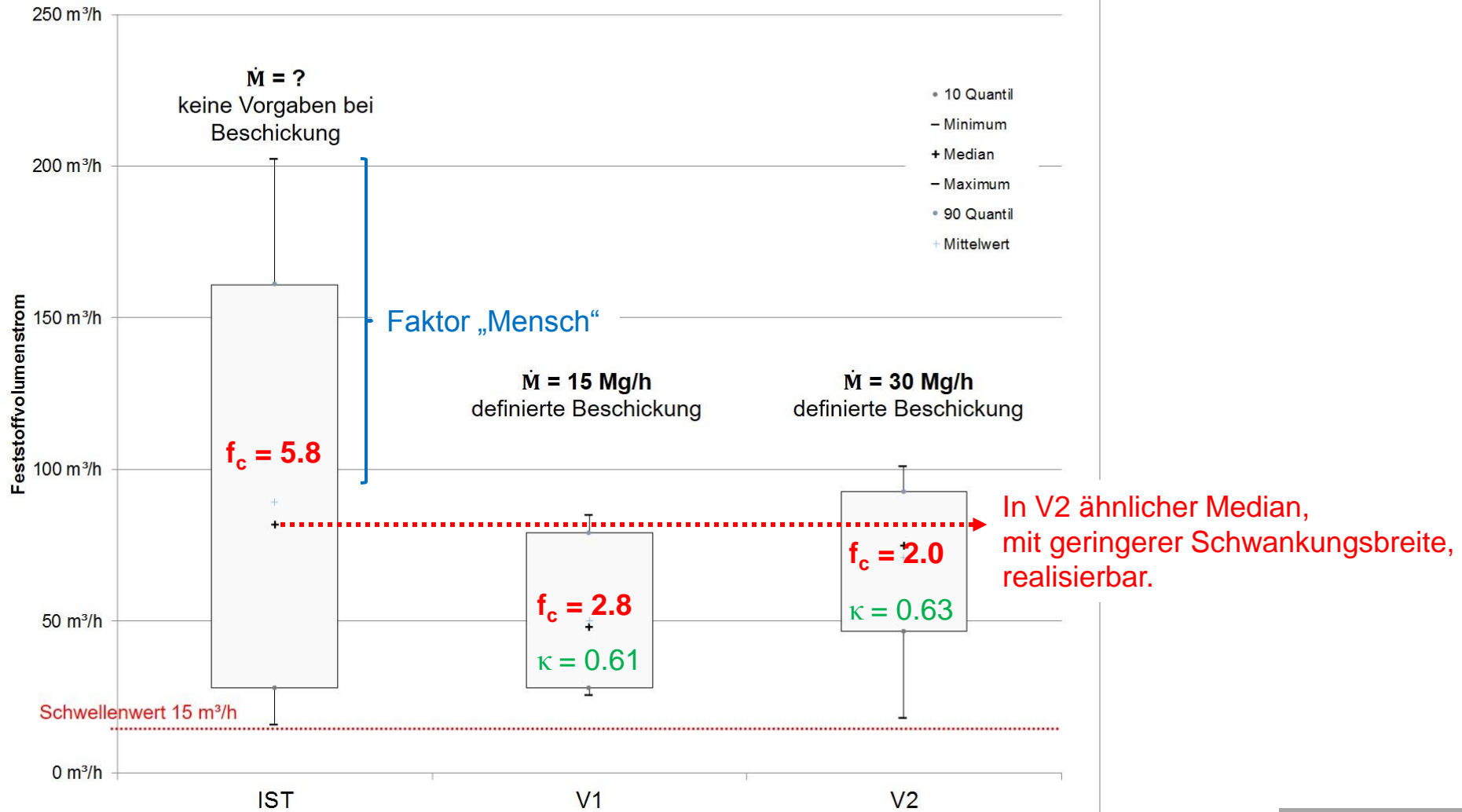
mit V_{90} = 90-Perzentil der Volumenstrommessdaten in [m³/h]

V_{10} = 10-Perzentil der Volumenstrommessdaten in [m³/h]

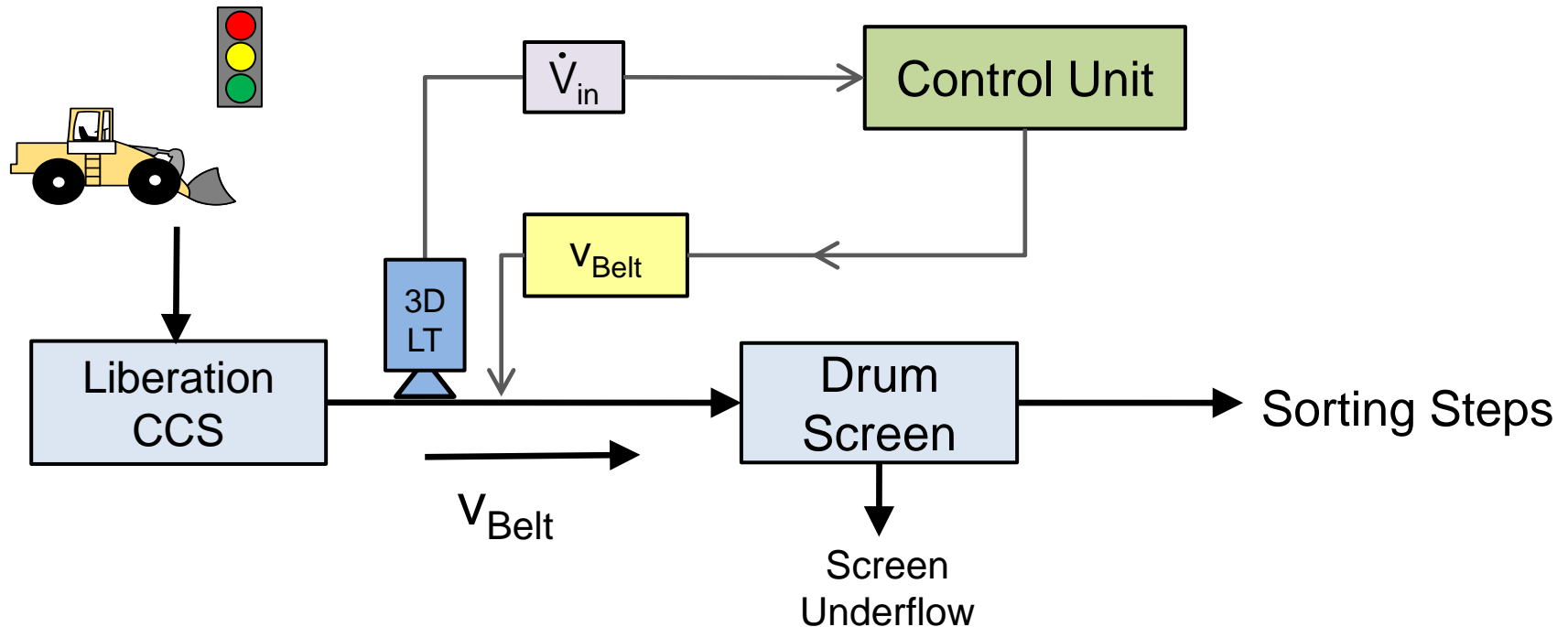
$f_c = 1 \rightarrow$ keine Schwankung, idealer Zustand

Gleichmäßigkeitsfaktor ungeführte/geführte Beschickung

Feststoffvolumenströme Input Trommelsieb - Hausmüll



Steuerungskonzept für eine geführte Stoffstromführung



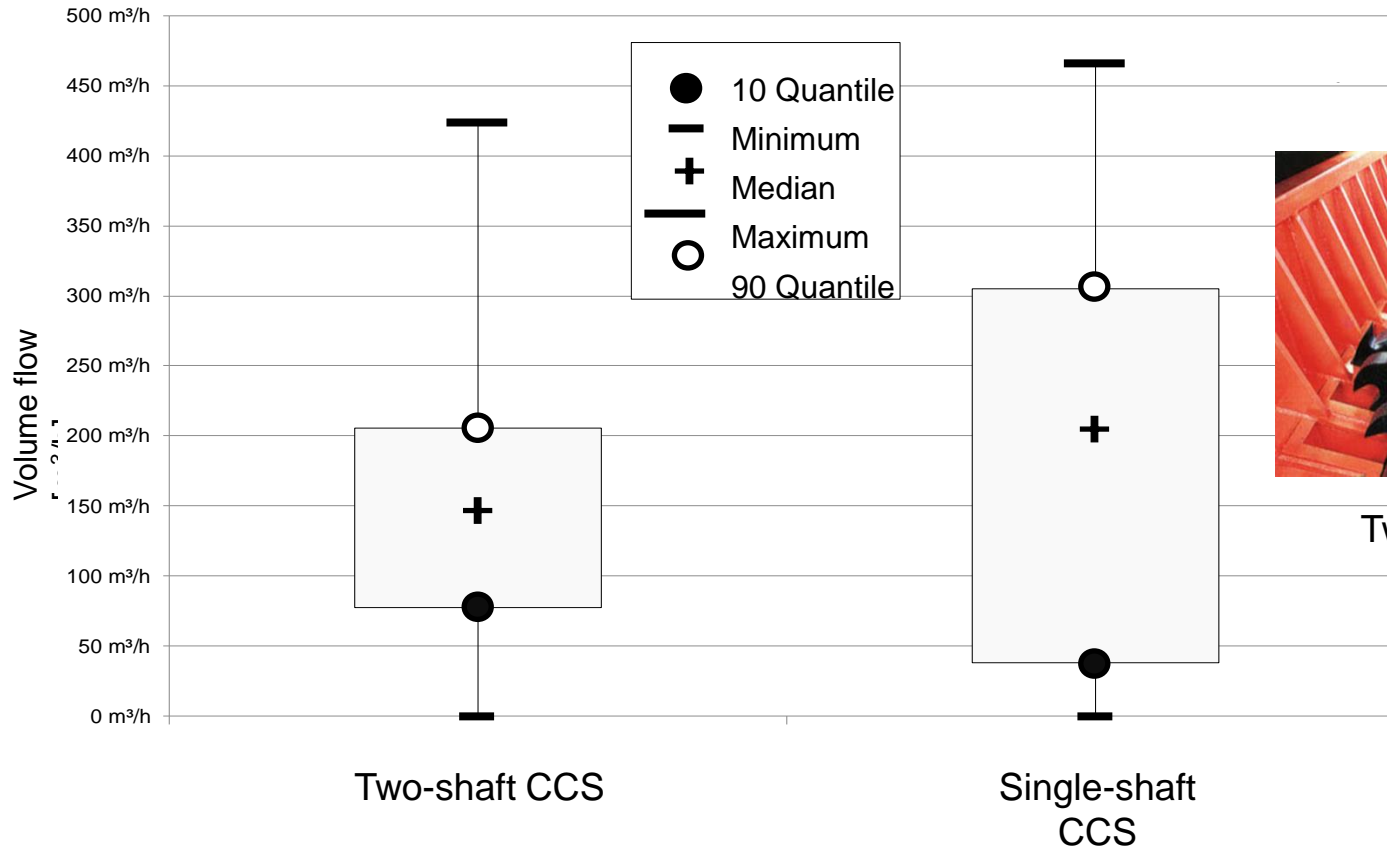
- Durch ein Ampelsystem wird dem Radladerfahrer der Status der Beschickung mitgeteilt (Füllstandsmessung)
- Volumenstromerfassung Input über 3D-Lasertriangulation
- Durch die steuerbare, volumenstromabhängige Bandgeschwindigkeit sollen temporäre Austragsmengenschwankungen aus der KW ausgeglichen werden
- Verifizierung des Systems steht noch aus

Zusammenfassung und Ausblick

- Effizienzsteigerungen in Sortieranlagen können durch die Implementierung *mehrstufig arbeitender Sortierungen* erzielt werden.
- Sortiereffizienzen werden zudem davon beeinflusst, ob die Anforderungen an eine *Stoffstromvereinzelung* und – im Falle der sensorbasierten Sortierung – der zusätzlichen *räumlichen Abgrenzung* der Partikel erreicht werden.
- Ursachen für suboptimale Sortierbedingungen setzen bereits bei der Anlagenbeschickung an, da Über- oder Unterfüllungen nicht im Prozessverlauf kompensiert werden.
- Neue Konzepte für eine optimierte, d.h. vergleichmäßigte Prozesszuführung sind erforderlich, da herkömmliche Dosiersysteme (wie z. B. Bandwaagen) für LVP-Material nicht geeignet sind.

Backup-Folien

Influence of reversing processes of the CCS on the volume flow in the discharge



Two-shaft CCS (M+J)

- Reversing actions of the shaft of the CCS result from a poor pull-in behavior of the input material and consequently lead to a reduced (or no) material discharge
- Indicator: increase in energy consumption (load bearing capacity) of CCS
- Two counter-rotating shafts improve the pull-in behavior and can reduce the amount of reversing actions