

## 20th Leibniz Conference - Recycling -

# Der Einfluss ökonomischer Rahmenbedingungen auf die Aufbereitungstiefe von Abfällen

Lichtenwalde, 19./20. Mai 2016

Dr.-Ing. Adele Clausen

# Definition Effizienz

Effizienz allgemein:

$$\frac{\text{Aufwand}}{\text{Nutzen}}$$

Technische Effizienz:

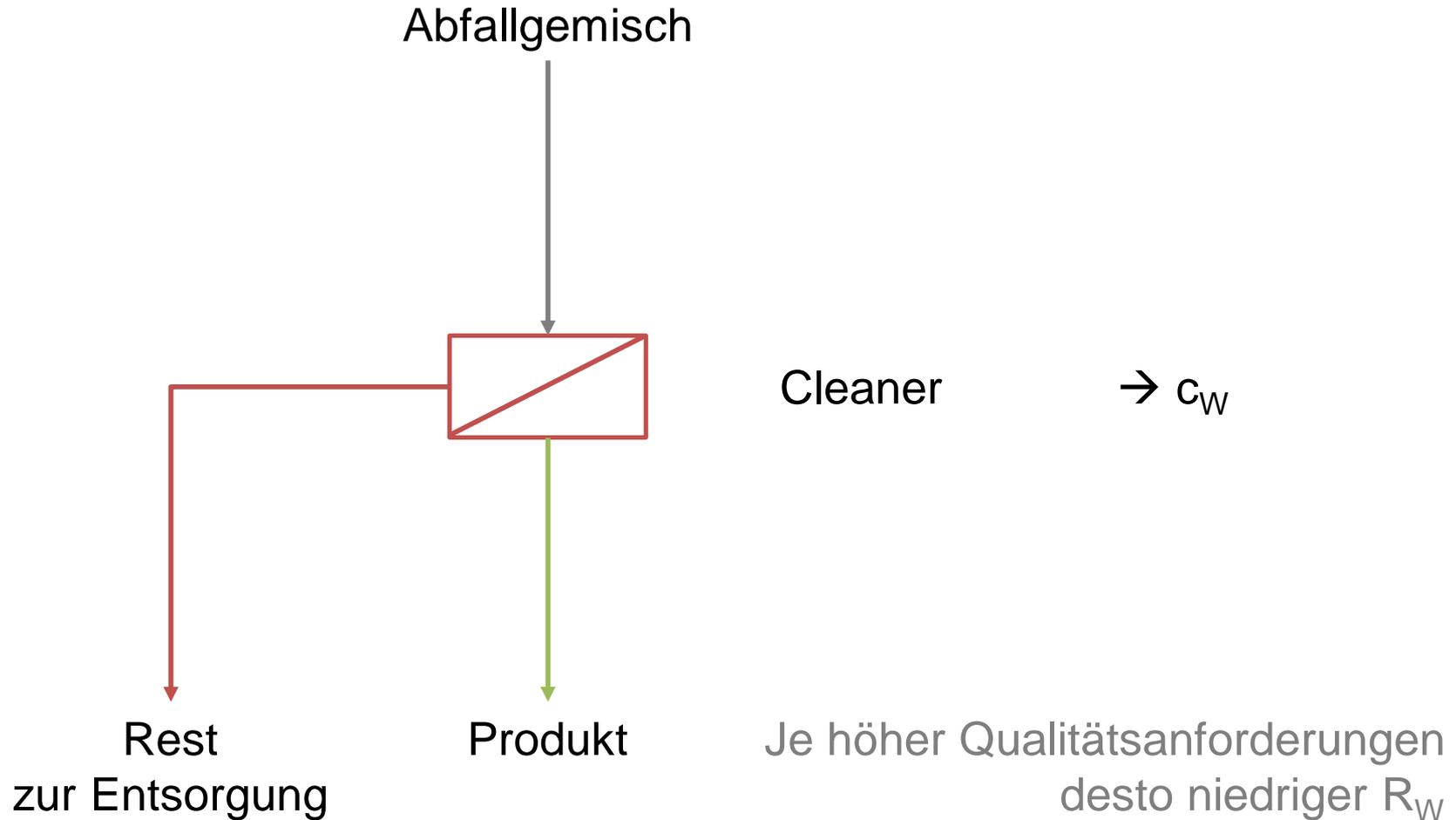
$$\frac{\text{Technischer Aufwand}}{\text{Erreichen Zielsetzung}}$$

Zielsetzung Anlagenbetreiber =  
 Hohe wirtschaftliche Effizienz:

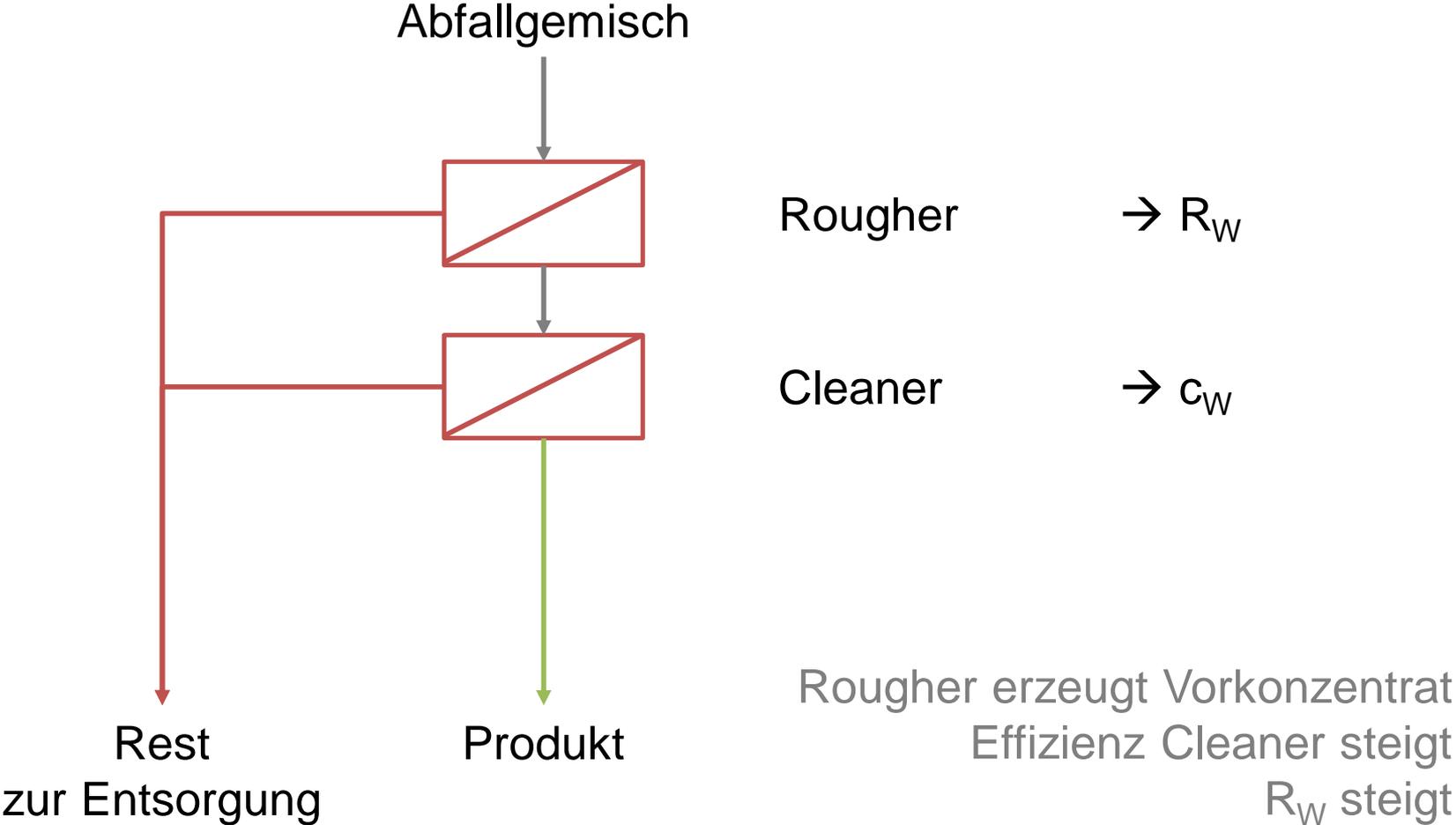
$$\frac{\text{€}}{\text{Tonne}}$$

→ Technischer Aufwand ~ wirtschaftliche Rahmenbedingungen

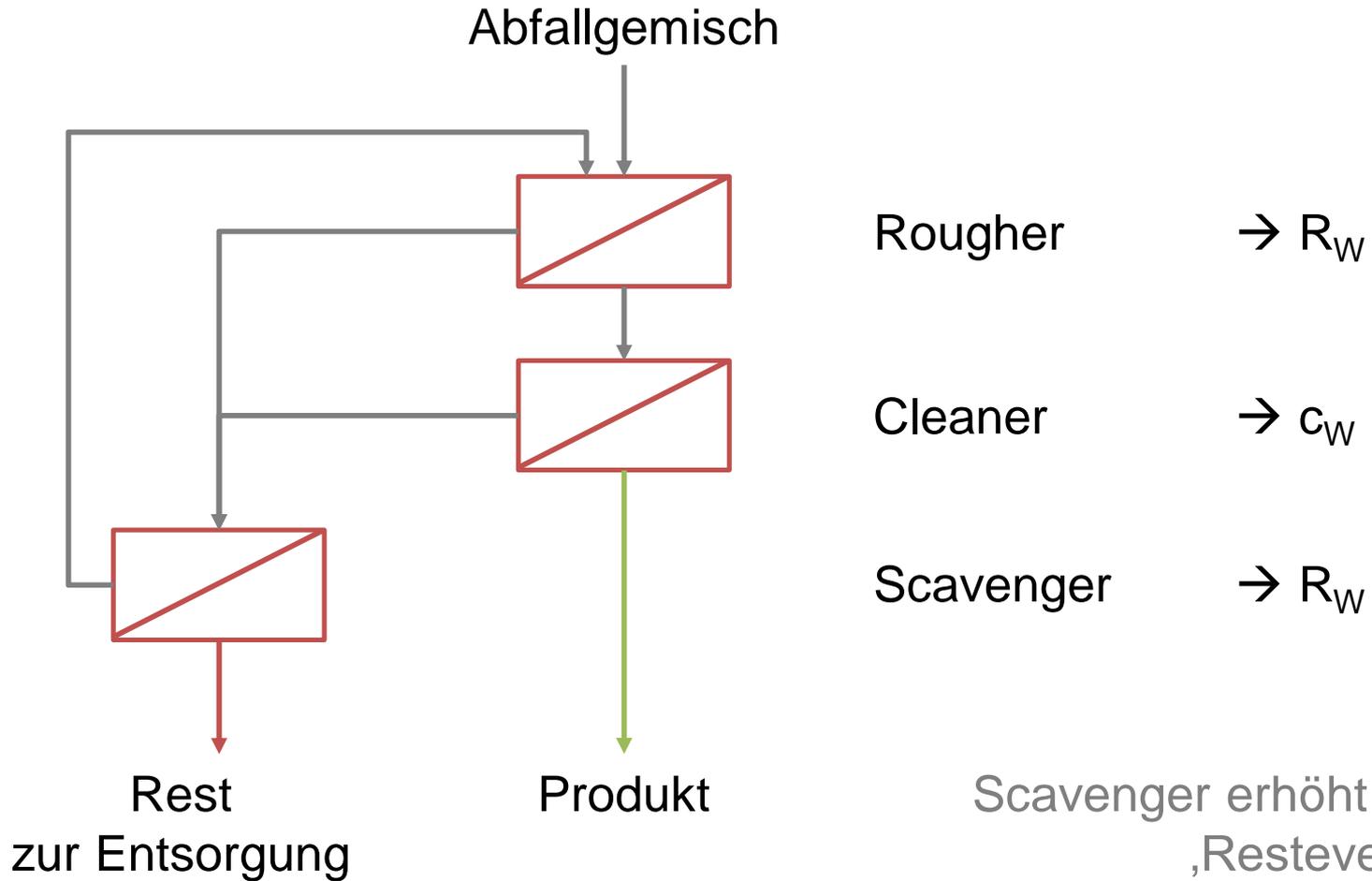
# Aufbereitungstiefe bei Sortierprozessen: 1. Niedrig



# Aufbereitungstiefe bei Sortierprozessen: 2. Mittel



# Aufbereitungstiefe bei Sortierprozessen: 3. Hoch



## Zielsetzung: Hohes $R_W$ **UND** hohe $c_W$

→ Hohe Aufbereitungstiefe

→ Hoher Kapitaldienst

→ Hohe Betriebskosten

→ Geringes  $R_M$  Produkt

→ Hohes  $R_M$  Rest

→ Hohe Entsorgungskosten

Behandlungskosten:

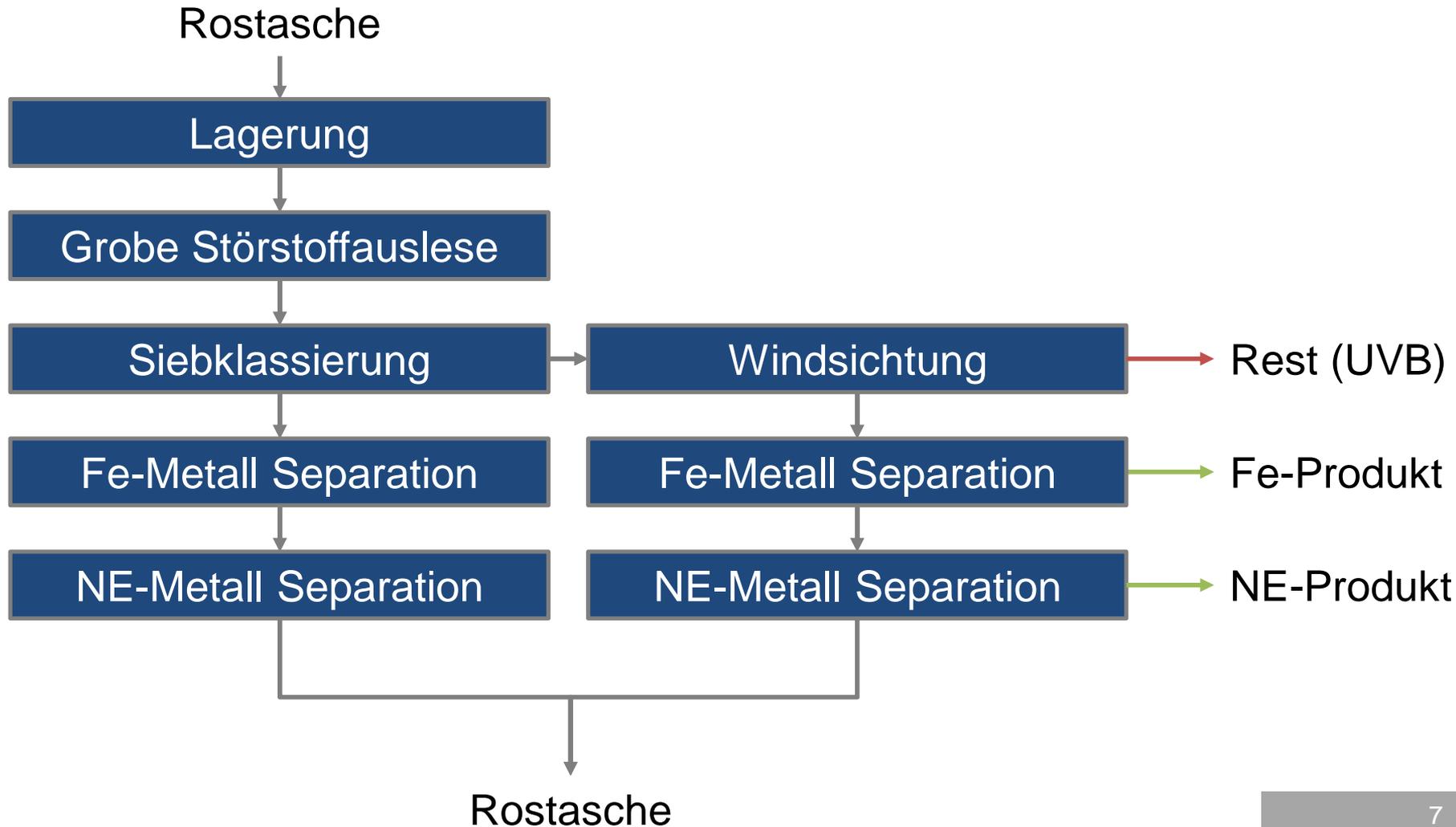
+ Kapitaldienst  
+ Betriebskosten  
+ Entsorgungskosten  
- Erlöse

Fragen:

- Rechtfertigen die Produkterlöse die höheren Betriebskosten?  
- Wie hoch ist das Risiko?

# Beispiel: Aufbereitung Rostasche MVA

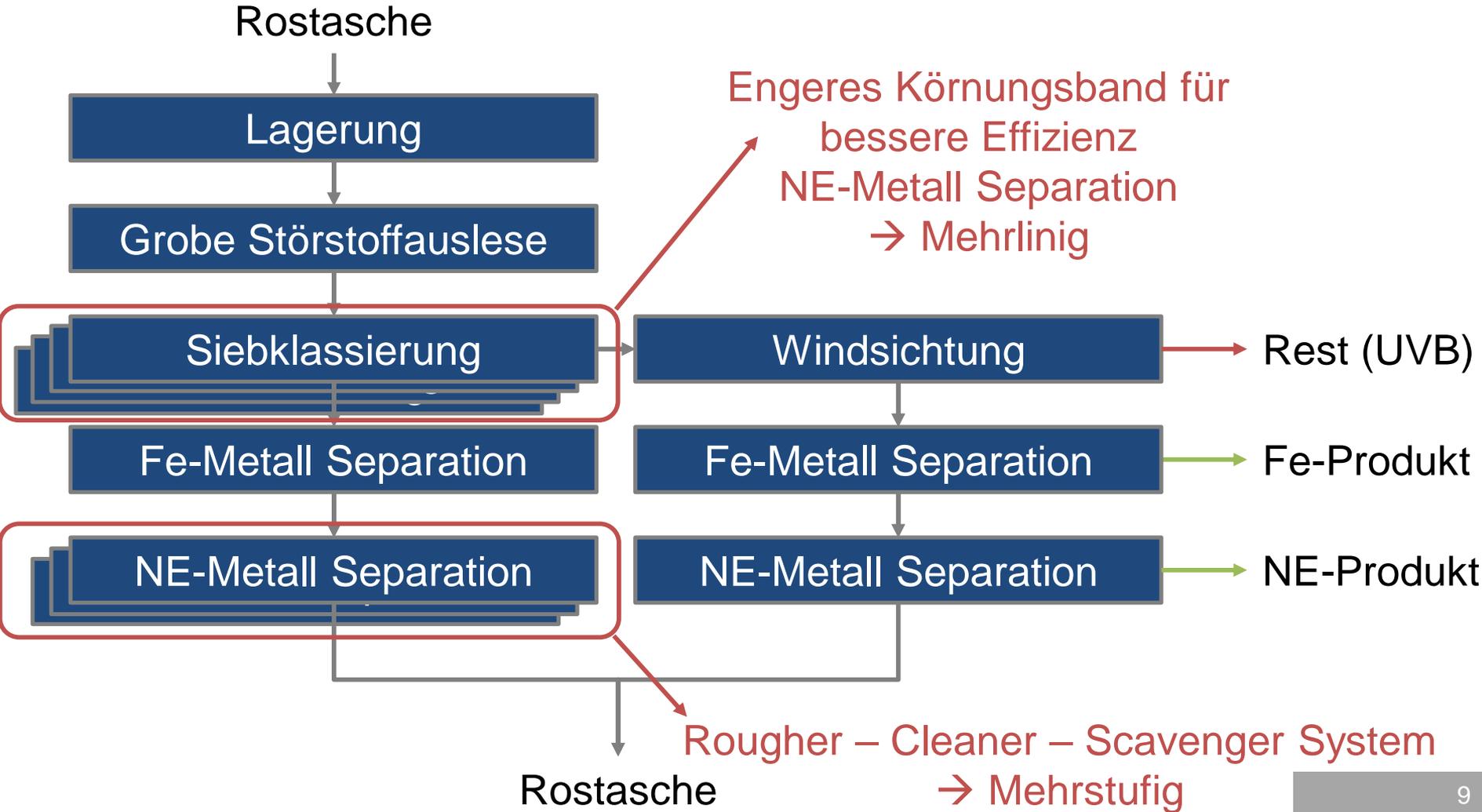
## Aufbereitungstiefe: Niedrig



# Beispiel: Behandlungskosten Aufbereitung MVA-Rostasche

Aufbereitungstiefe	niedrig		
	M.-%	€/t <sub>spez.</sub>	€/t
Kapitaldienst	100%	6,50€	6,50€
Betriebskosten	100%	6,00€	6,00€
Entsorgungskosten Rostasche	90,4%	10,00€	9,00€
Entsorgungskosten Rest	1,0%	40,00€	0,40€
<u>Σ Kosten</u>			<u>21,90€</u>
<b>Erlöse Szenario Niedrigpreis</b>			
Erlöse Fe-Schrott	8,0%	50,00€	-4,00€
Erlöse NE-Konzentrat	0,6%	400,00€	-2,40€
<u>Σ Erlöse</u>			<u>-6,40€</u>
<b>→ Behandlungskosten Niedrigpreis</b>			<b>15,50€</b>
<b>Erlöse Szenario Hochpreis</b>			
Erlöse Fe-Schrott	8,0%	100,00€	-8,00€
Erlöse NE-Konzentrat	0,6%	800,00€	-4,80€
<u>Σ Erlöse</u>			<u>-12,8€</u>
<b>→ Behandlungskosten Hochpreis</b>			<b>9,10€</b>

# Beispiel: Aufbereitung Rostasche MVA Aufbereitungstiefe: Hoch



# Beispiel: Behandlungskosten Aufbereitung MVA-Rostasche

Aufbereitungstiefe	Niedrig (~2005)			Hoch (~2012)		
	M.-%	€/t <sub>spez.</sub>	€/t	M.-%	€/t <sub>spez.</sub>	€/t
Kapitaldienst	100%	6,50€	6,50€	100%	9,30€	9,30€
Betriebskosten	100%	6,00€	6,00€	100%	7,30€	7,30€
Entsorgungskosten Rostasche	90,4%	10,00€	9,00€	89,0%	10,00€	8,90€
Entsorgungskosten Rest	1,0%	40,00€	0,40€	1,0%	40,00€	0,40€
<u>Σ Kosten</u>			<u>21,90€</u>			<u>25,90€</u>
<b>Erlöse Szenario Niedrigpreis</b>						
Erlöse Fe-Schrott	8,0%	50,00€	-4,00€	8,0%	50,00€	-4,00€
Erlöse NE-Konzentrat	0,6%	400,00€	-2,40€	2,0%	400,00€	-8,00€
<u>Σ Erlöse</u>			<u>-6,40€</u>			<u>12,00€</u>
<b>→ Behandlungskosten Niedrigpreis</b>			<b>15,50€</b>			<b>13,90€</b>
<b>Erlöse Szenario Hochpreis</b>						
Erlöse Fe-Schrott	8,0%	100,00€	-8,00€	8,0%	100,00€	-8,00€
Erlöse NE-Konzentrat	0,6%	800,00€	-4,80€	2,0%	800,00€	-16,00€
<u>Σ Erlöse</u>			<u>-12,8€</u>			<u>24,00€</u>
<b>→ Behandlungskosten Hochpreis</b>			<b>9,10€</b>			<b>1,90€</b>

## Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

	Auftraggeber	Vertragslaufzeit	Eigentum Produkte	Verantwortung Reste
Rostasche D	MVA Betreiber	1 - ? a	ja	ja
Verpackungen D	Duale Systeme	2 a	nein	ja
Verpackungen UK	Kommunen	5 - 7 a	ja	ja
Verpackungen F	Kommunen	10 - 20 a	nein	nein

→ Es gelten branchenspezifische Marktregeln (€)

→ Beispiele Position Anlagenbetreiber:

- Erfüllen von Entsorgungsauftrag als Dienstleistung (t)
- Erfüllen von Mindestanforderungen:  
 $R_{M/W}$  (§ Abfall) in Verbindung mit Qualitätsanforderungen (€)
- Eigentümer Outputströme: Ja / Nein

## Zielsetzung: Hohes $R_M$ **UND** mind. $c_W$

DSD fordert Mindestqualitäten für Sortierprodukte.

Beispiel Produktspezifikation DKR:

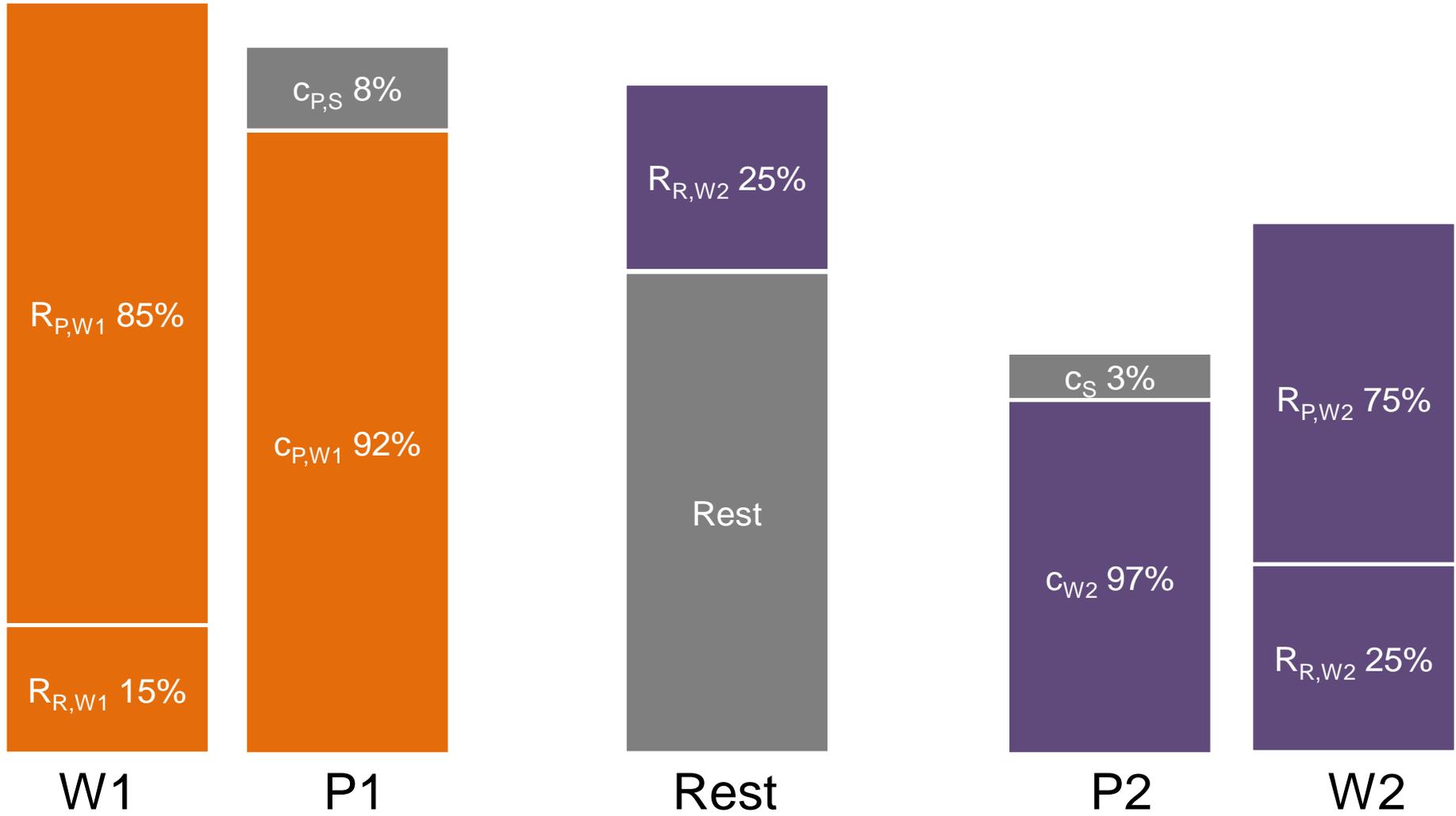
Kunststoff-Folien  
 $c_W \geq 92$  Masse-%

Position Anlagenbetreiber:

- **Nicht** Eigentümer der Produkte
- Verantwortlich Entsorgung Reste
- Auftrag für 2 a

Sortierfraktion: KUNSTSTOFF-FOLIEN																							
<b>A Spezifikation/Beschreibung</b>	Gebrauchte, restentleerte, systemverträgliche Artikel aus Kunststoff-Folie, Fläche > DIN A4 wie z. B. Beutel, Tragetaschen und Schrumpffolien, inkl. Nebenbestandteilen wie Etiketten usw. Das Beiblatt ist Bestandteil dieser Spezifikation!																						
<b>B Reinheit</b>	mindestens 92 Masse-% gemäß Spezifikation/Beschreibung.																						
<b>C Störstoffe</b>	<table> <tr> <td>Maximaler Gesamtstörstoffanteil</td> <td>8 Masse-%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Metallische und mineralische Störstoffe mit einem Stückgewicht &gt; 100 g dürfen nicht enthalten sein!</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Metall-Artikel</td> <td>&lt; 0,5 Masse-%</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Kunststoff-Artikel</td> <td>&lt; 4 Masse-%</td> </tr> <tr> <td>Sonstige Reststoffe</td> <td>&lt; 4 Masse-%</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Störstoffbeispiele: - Glas</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Papier, Pappe, Karton</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- PPK-Verbundmaterialien (z. B. Flüssigkeitskartons)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Aluminium-bedampfte Kunststoffe</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- Fremdmaterialien (z. B. Gummi, Steine, Holz, Textilien, Windeln)</td> </tr> <tr> <td colspan="2">- kompostierbare Abfälle (z. B. Lebensmittel, Gartenabfälle)</td> </tr> </table>	Maximaler Gesamtstörstoffanteil	8 Masse-%	Metallische und mineralische Störstoffe mit einem Stückgewicht > 100 g dürfen nicht enthalten sein!		Sonstige Metall-Artikel	< 0,5 Masse-%	Sonstige Kunststoff-Artikel	< 4 Masse-%	Sonstige Reststoffe	< 4 Masse-%	Störstoffbeispiele: - Glas		- Papier, Pappe, Karton		- PPK-Verbundmaterialien (z. B. Flüssigkeitskartons)		- Aluminium-bedampfte Kunststoffe		- Fremdmaterialien (z. B. Gummi, Steine, Holz, Textilien, Windeln)		- kompostierbare Abfälle (z. B. Lebensmittel, Gartenabfälle)	
Maximaler Gesamtstörstoffanteil	8 Masse-%																						
Metallische und mineralische Störstoffe mit einem Stückgewicht > 100 g dürfen nicht enthalten sein!																							
Sonstige Metall-Artikel	< 0,5 Masse-%																						
Sonstige Kunststoff-Artikel	< 4 Masse-%																						
Sonstige Reststoffe	< 4 Masse-%																						
Störstoffbeispiele: - Glas																							
- Papier, Pappe, Karton																							
- PPK-Verbundmaterialien (z. B. Flüssigkeitskartons)																							
- Aluminium-bedampfte Kunststoffe																							
- Fremdmaterialien (z. B. Gummi, Steine, Holz, Textilien, Windeln)																							
- kompostierbare Abfälle (z. B. Lebensmittel, Gartenabfälle)																							
<b>D Lieferform</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- transportfähige Ballen</li> <li>- Abmessungen und Dichte der Ballen sind so zu bemessen, dass ein Planen-LKW (Ladefläche 12,60m x 2,40m; seitl. Durchladehöhe min 2,60m) mit einer Mindestauslastung von 23 t beladen werden kann</li> <li>- trocken gelagert</li> <li>- Herstellung durch handelsübliche Ballenpressen</li> <li>- Kennzeichnung durch Ballenanhänger versehen mit Sortieranlagen-Nr., Fraktionsnummer und Produktionsdatum</li> </ul>																						

Zielsetzung: Hohes  $R_M$  **UND** mind.  $c_W$



# Beispiel: Behandlungskosten Sortierung LVP

Aufbereitungstiefe	niedrig		
	R <sub>M</sub>	Einzelpreis €/t	€/t <sub>LVP</sub>
<u>Σ Kosten Anlagenbetrieb</u>	<u>100%</u>	<u>71,00€</u>	<u>71,00€</u>
Dienstleistungsprodukte	48%		0,00€
Mischkunststoffe	20%	-	-
Folien >DIN A 4	5%	-	-
Kunststoffflaschen	2%	-	-
Weißblech	10%	-	-
Aluminium	2%	-	-
Getränkekartonverpackungen	6%	-	-
Verpackungspapiere	3%	-	-
<u>Σ Erlöse Eigenvermarktung</u>	<u>-</u>		<u>0,00€</u>
Mischkunststoffe	-	-	-
Folien >DIN A 4	-	-	-
Kunststoffflaschen	-	-	-
Weißblech	-	-	-
Aluminium	-	-	-
Getränkekartonverpackungen	-	-	-
Verpackungspapiere	-	-	-
<u>Σ Entsorgung Ersatzbrennstoff</u>	<u>52%</u>	<u>60,00€</u>	<u>31,00€</u>
<b>Behandlungskosten</b>			<b>102,00€</b>

Reale Vergütung  
 Sortierung LVP: 80-90€/t

Hohe Aufbereitungstiefe:  
 + 5 Sortierstufen  
 → +1,5 Mio. Invest

**Kosten 1 Sortierstufe**

Invest Bauteil:	300.000€
Kapitaldienst (5% Zins):	39.000€/a
RWU:	9.000€/a
Strom:	28.800€/a
Sonstiges:	3.200€/a
<b>Gesamt:</b>	<b>80.000€/a</b>

# Beispiel: Behandlungskosten Sortierung LVP

Aufbereitungstiefe	niedrig			hoch		
	R <sub>M</sub>	Einzelpreis €/t	€/t <sub>LVP</sub>	R <sub>M</sub>	Einzelpreis €/t	€/t <sub>LVP</sub>
<u>Σ Kosten Anlagenbetrieb</u>	<u>100%</u>	<u>71,00€</u>	<u>71,00€</u>	<u>100%</u>	<u>80€</u>	<u>80€</u>
Dienstleistungsprodukte	48%		0,00€	48%		0,00€
Mischkunststoffe	20%	-	-	20%	-	-
Folien >DIN A 4	5%	-	-	5%	-	-
Kunststoffflaschen	2%	-	-	2%	-	-
Weißblech	10%	-	-	10%	-	-
Aluminium	2%	-	-	2%	-	-
Getränkekartonverpackungen	6%	-	-	6%	-	-
Verpackungspapiere	3%	-	-	3%	-	-
<u>Σ Erlöse Eigenvermarktung</u>	<u>-</u>		<u>0,00€</u>	<u>20%</u>		<u>-19,50€</u>
Mischkunststoffe	-	-	-	6%		
Folien >DIN A 4	-	-	-	3%	-100€	-3,00€
Kunststoffflaschen	-	-	-	3%	-300€	-9,00€
Weißblech	-	-	-	2%	-50€	-1,00€
Aluminium	-	-	-	1%	-300€	-3,00€
Getränkekartonverpackungen	-	-	-	2%	-100€	-2,00€
Verpackungspapiere	-	-	-	3%	-50€	-1,50€
<u>Σ Entsorgung Ersatzbrennstoff</u>	<u>52%</u>	<u>60,00€</u>	<u>31,00€</u>	<u>32%</u>	<u>60€</u>	<u>19€</u>
<b>Behandlungskosten</b>			<b>102,00€</b>			<b>79,50€</b>

## Zusammenfassung

- Kapitaldienst / Betriebskosten ~ Länge / Komplexität der Prozesskette
- Erlöse ~  $R_W$ ,  $R_M$ ,  $c_W$  (je nach wirt. Rahmen)
- Hohe technische Effizienz ( $R_W$  und  $c_W$ ) mit entsprechendem Aufwand möglich
- Marktbedingungen = Nadelöhr
- Entsorgungskosten Restfraktion häufig entscheidend für technische Zielsetzung ( $R_M$ )
- Vertragslaufzeiten definieren den Spielraum technisch Machbares umzusetzen (Risikominimierung)
- u. U. Aufbereitungsziele unterhalb der technischen Machbarkeit