

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

# Einfluss der AP- Sammelpraktiken auf die Sortieranlagen-Gestaltung (Prozess-Benchmarking)

Dr.-Ing. Winfrid Rauch

Vortrag im 11. GesPaRec-Workshop

Am 6. September 2017 in Heimbuchenthal

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

**Benchmarking**

**d. Teilprozesse**

Und?

Alternativ-

Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-  
Lösungen

# Inhaltsverzeichnis

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

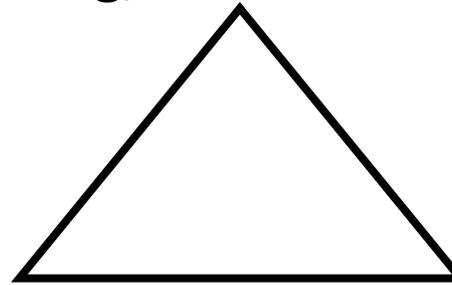
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 **Einsammeln und  
Transportieren**

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

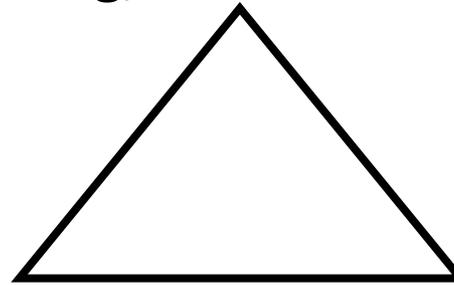
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

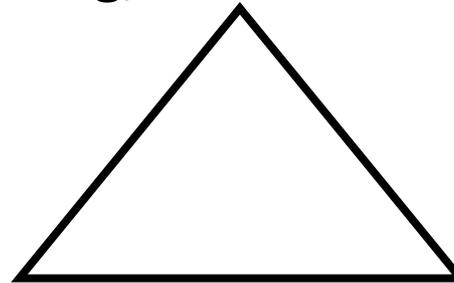
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

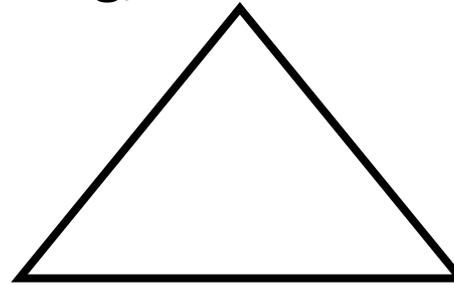
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

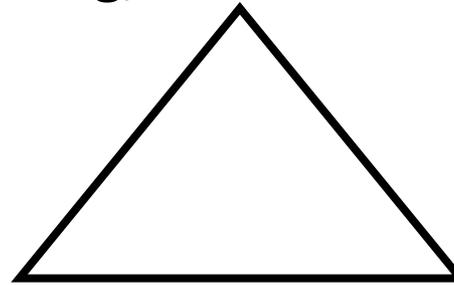
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

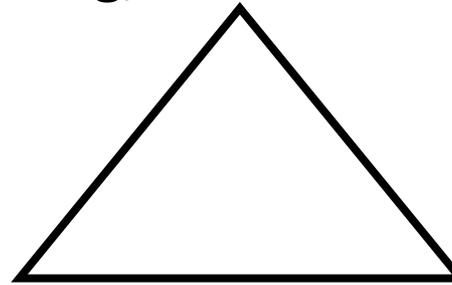
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

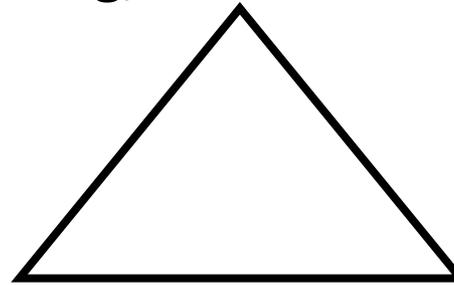
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

## Werkstofftechnische Abfallqualitäten

(Zusammensetzung, Größenverteilung, Feuchte, ...)



### Maschinentechnik

(Wirkweise,  
Maschinentyp,  
Grundprozess,  
Erzielbare  
Wirkungsgrade,  
Reinheitsgrade d.  
Einzelfraktionen)

### Anlagenmodelle

(regionales AP-  
Materialaufkommen,  
Kundenanforderungen,  
Gesetzes- und Normvorlagen,  
lokale Anlagenauslegung,  
Verknüpfung mit der "nassen"  
AP-Sortierung)

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Detaillierte  
Matrix-  
Massenbilanz [%]

Wie?

Methodik:  
Kenngröße

Energie-  
verbrauch  
[kWh/Mg]

Was?

Benchmarking  
d. Teilprozesse

Rohrleitungs- &  
Instrumenten-  
Fließschema

Und?

Alternativ-  
Lösungen

Behandlungs-  
strecke pro  
Durchsatz [m/Mg]

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

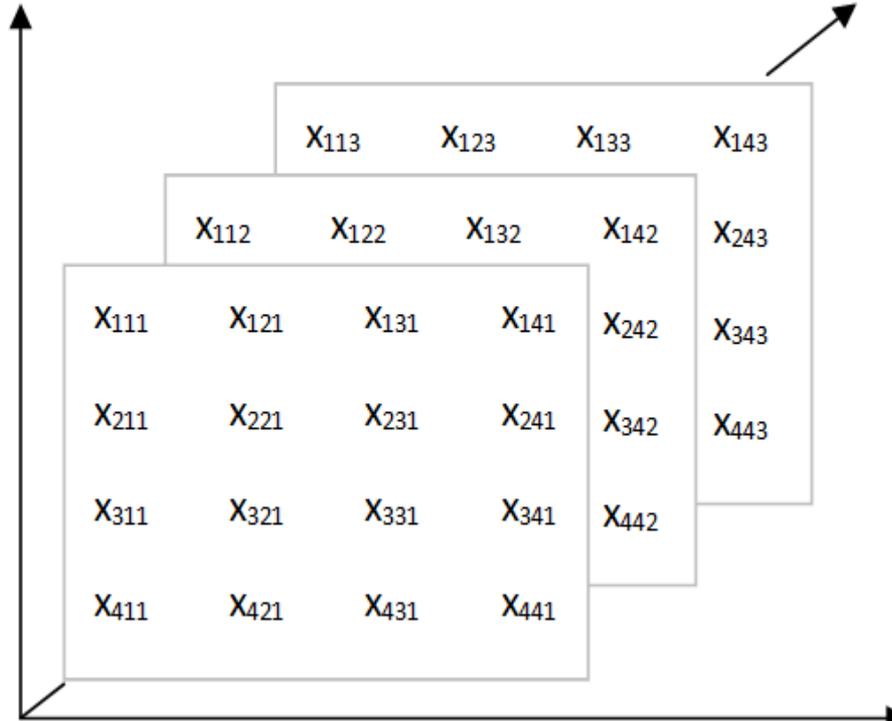
5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Diskrete Korngrößenklassen

Diskrete Feuchteklassen



Diskrete  
Materialklassen

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Detaillierte  
Matrix-  
Massenbilanz [%]

Energie-  
verbrauch  
[kWh/Mg]

Rohrleitungs- &  
Instrumenten-  
Fließschema

Behandlungs-  
strecke pro  
Durchsatz [m/Mg]

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?	Wie?	Was?	Und?
Arbeitsziel	<b>Methodik:</b>	Benchmarking	Alternativ-
Vergleichbarkeit	<b>KenngroÙe</b>	d. Teilprozesse	Lösungen

1 Erfassen beim Verbraucher

Detaillierte Matrix-Massenbilanz [%]

Energieverbrauch [kWh/Mg]

**Rohrleitungs- & Instrumenten-Fließschema**

Behandlungsstrecke pro Durchsatz [m/Mg]

2 Einsammeln und Transportieren

↓ **EN 643 Klasse 1.01 (A6 < Format < A1)**

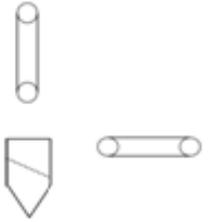


3 Vorbereiten zum Sortieren



→ **EN 643 Klasse 1.04 (Format > A3)**

4 Vorsortieren und Sieben



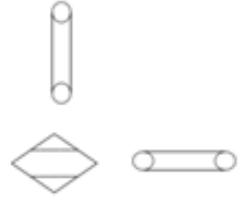
→ **EN 643 Klasse 1.11 (Format < A5)**

5 Sortieren der Hauptfraktion



→ **Reststoffe**

6 Kontrollieren und Nachsortieren



→ **EN 643 Klasse 1.04 (Format < A3)**

7 Vorbereiten auf den Transport



→ **EN 643 Klasse 1.11 (Format < A3)**

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Detaillierte  
Matrix-  
Massenbilanz [%]

Energie-  
verbrauch  
[kWh/Mg]

Rohrleitungs- &  
Instrumenten-  
Fließschema

Behandlungs-  
strecke pro  
Durchsatz [m/Mg]

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

# Was? Benchmarking der Teilprozesse

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

**Bündelsamml. / CH**

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking  
d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

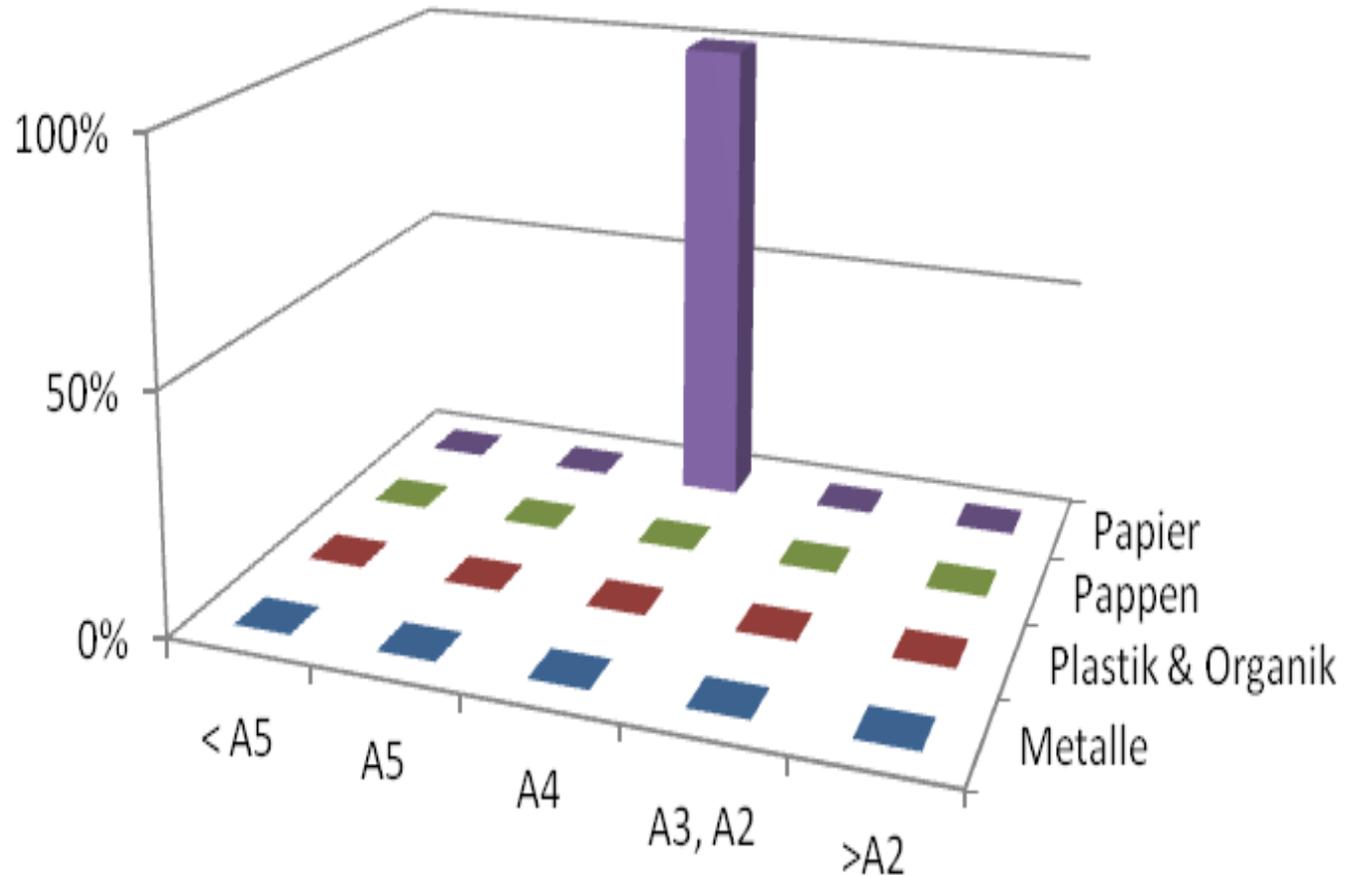
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

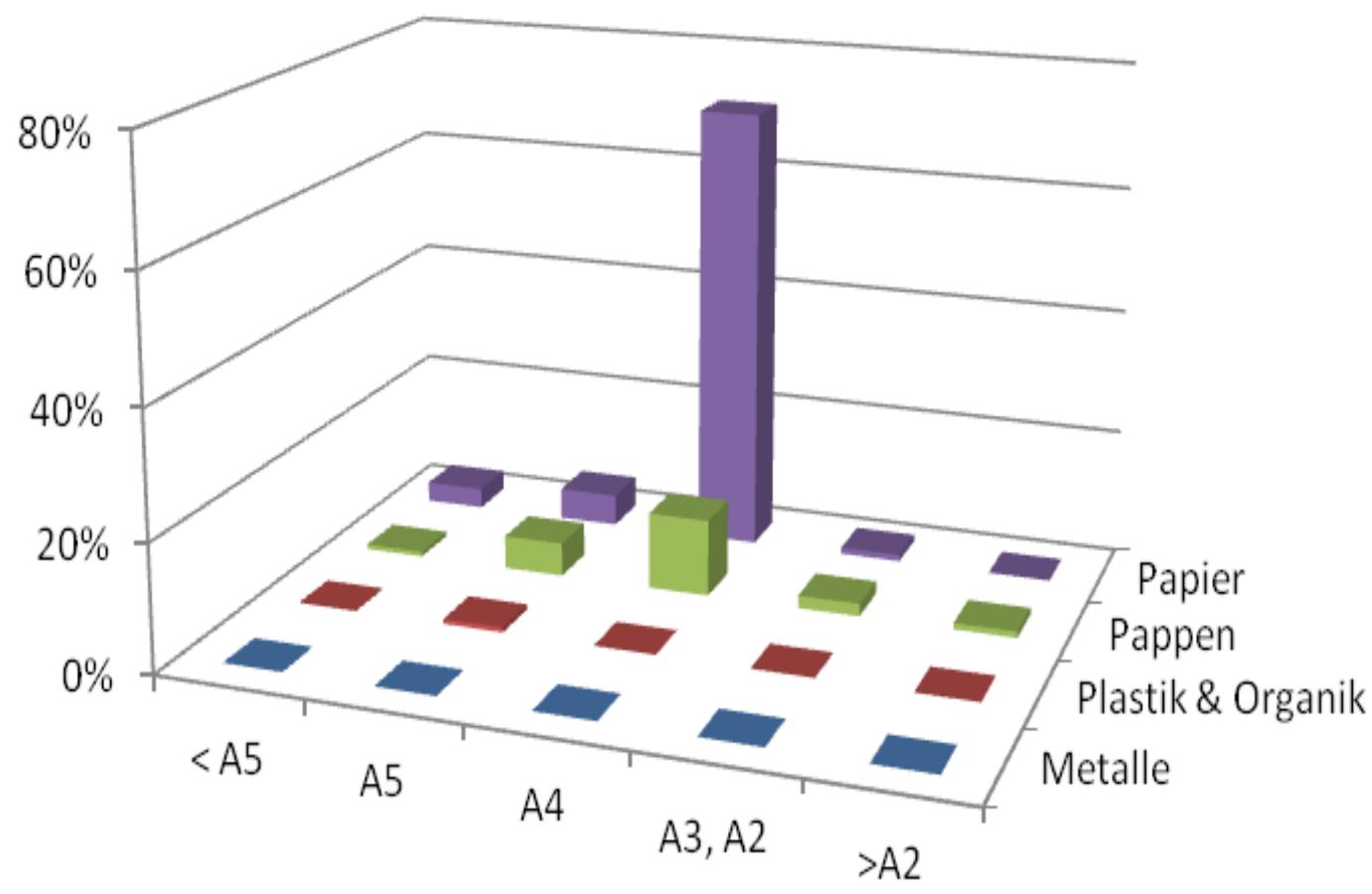
6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?	Wie?	Was?	Und?
Arbeitsziel	Methodik:	<b>Benchmarking</b>	Alternativ-
Vergleichbarkeit	Kenngroße	<b>d. Teilprozesse</b>	Lösungen
Bündelsamml. / CH	<b>Blaue T. / DE</b>	Gelbe Tonne / FR	

- 1 Erfassen beim Verbraucher
- 2 Einsammeln und Transportieren
- 3 Vorbereiten zum Sortieren
- 4 Vorsortieren und Sieben
- 5 Sortieren der Hauptfraktion
- 6 Kontrollieren und Nachsortieren
- 7 Vorbereiten auf den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

**Gelbe Tonne / FR**

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



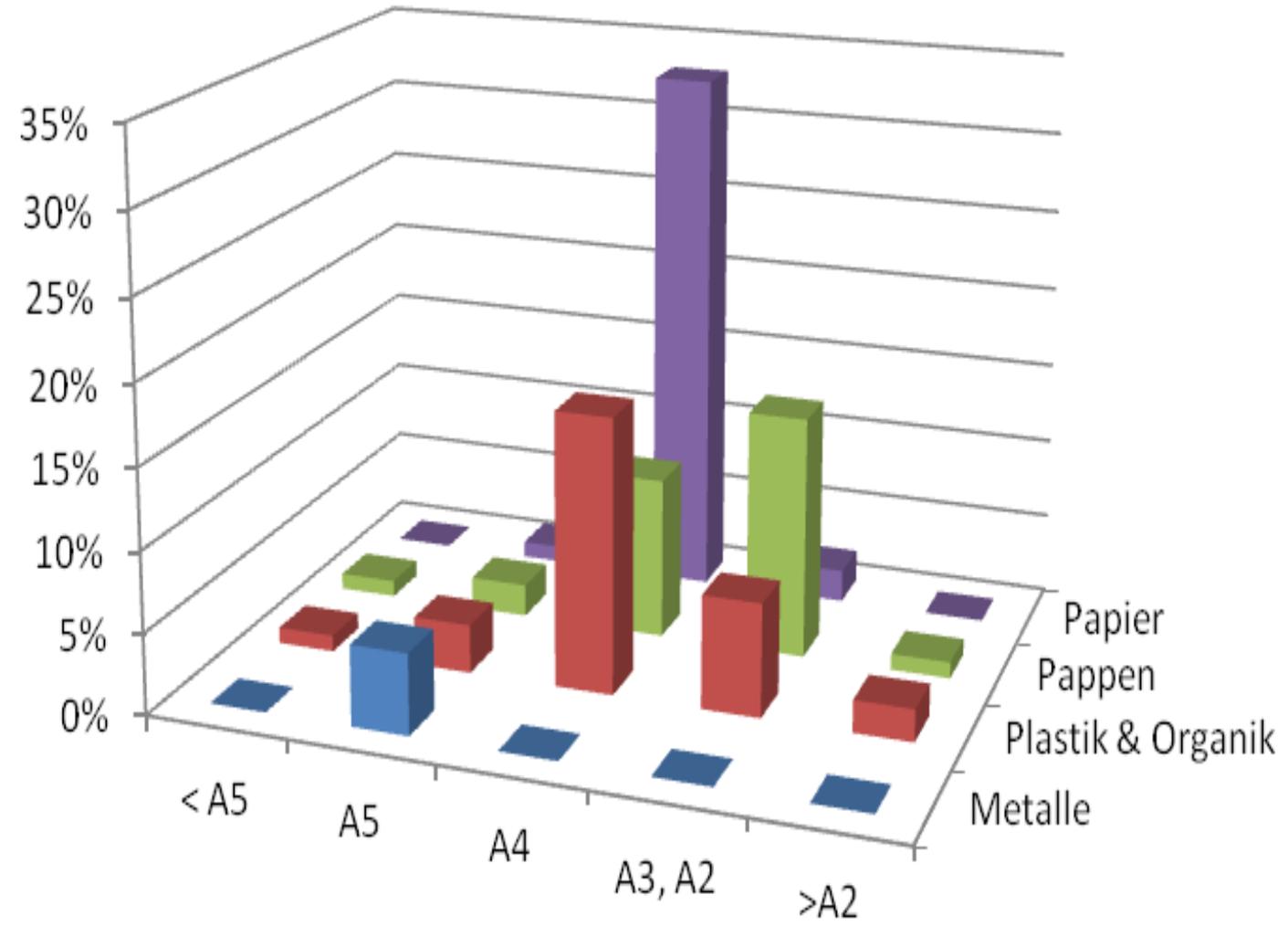
Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit  
Bündelsamml. / CH

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße  
Blaue T. / DE

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse  
Gelbe Tonne / FR

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

- 1 Erfassen beim Verbraucher
- 2 Einsammeln und Transportieren
- 3 Vorbereiten zum Sortieren
- 4 Vorsortieren und Sieben
- 5 Sortieren der Hauptfraktion
- 6 Kontrollieren und Nachsortieren
- 7 Vorbereiten auf den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue Tonne  
in Deutschland  
(hier:  
Vollstándiges  
Prozessbsp.)

Was?

Benchmarking  
d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

## 1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

## 1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
Blaue Tonne (mit 50 kg / Nutzlast) zum Bürgersteig (10 m entfernt) bringen	0 (Muskelkraft des Bürgers)	200

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
Müllabfuhr mit: 20 km (ein Weg), 8,5 Tonnen/ Nutzlast, 40 Liter Diesel/ 100 km	9,1	2350

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit  
Bündelsamml. / CH

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße  
Blaue T. / DE

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse  
Gelbe Tonne / FR

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

**3 Vorbereiten zum  
Sortieren**

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
Lageraum	0	5
Radlader	5,2	2,5
Förderband in Aufgabebunker	0,5	0,8
Dosierer	0,4	0,1
Ausgangsband	0,1	0,5
Vereinzelungsband	0,1	0,8

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

**4 Vorsortieren und  
Sieben**

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
Grobsieb für Pappen & Grobstoffe (> A3)	0,5	0,8
Feinsieb für Feinstoffe (< A6)	0,3	0,5
Förderband zw. Grob- und Feinsieb	0,1	0,8
Pappenausscheide-Band am Grobsieb	0,1	0,5

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

**5 Sortieren der  
Hauptfraktion**

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
Sortiertisch	0,1	0,8
Klimaanlage & Staubabsaugung für papierfremde Aussortierung	0,3	0
Klimaanlage & Staubabsaugung für Kleinpappen (Pappen < A3)	0,3	0

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-

Lösungen

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
/	0	0

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

**Benchmarking  
d. Teilprozesse**

Gelbe Tonne / FR

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

**7 Vorbereiten auf  
den Transport**



Warum?	Wie?	Was?	Und?
Arbeitsziel	Methodik:	Benchmarking	Alternativ-
Vergleichbarkeit	KenngroÙe	d. Teilprozesse	Lösungen
Bündelsamml. / CH	Blaue T. / DE	Gelbe Tonne / FR	

Maschinen- & Einrichtungstyp	Energieverbrauch [kWh/Mg]	Behandlungsstrecke [m/Mg]
<b>FÜR FRAKTION KLASSE 1.11:</b>		
Förderband aus Sortierkabine heraus	0,1	0,8
Radlader zur LKW-Beladung	9,8	1,4
<b>FÜR FRAKTION KLASSE 1.04:</b>		
Radlader für Pressenbeladung	0,5	2,5
Förderband zur Ballenpresse	2,3	30
Ballenpresse	15,5	20
Gabelstapler zur LKW-Beladung	3,1	100

1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

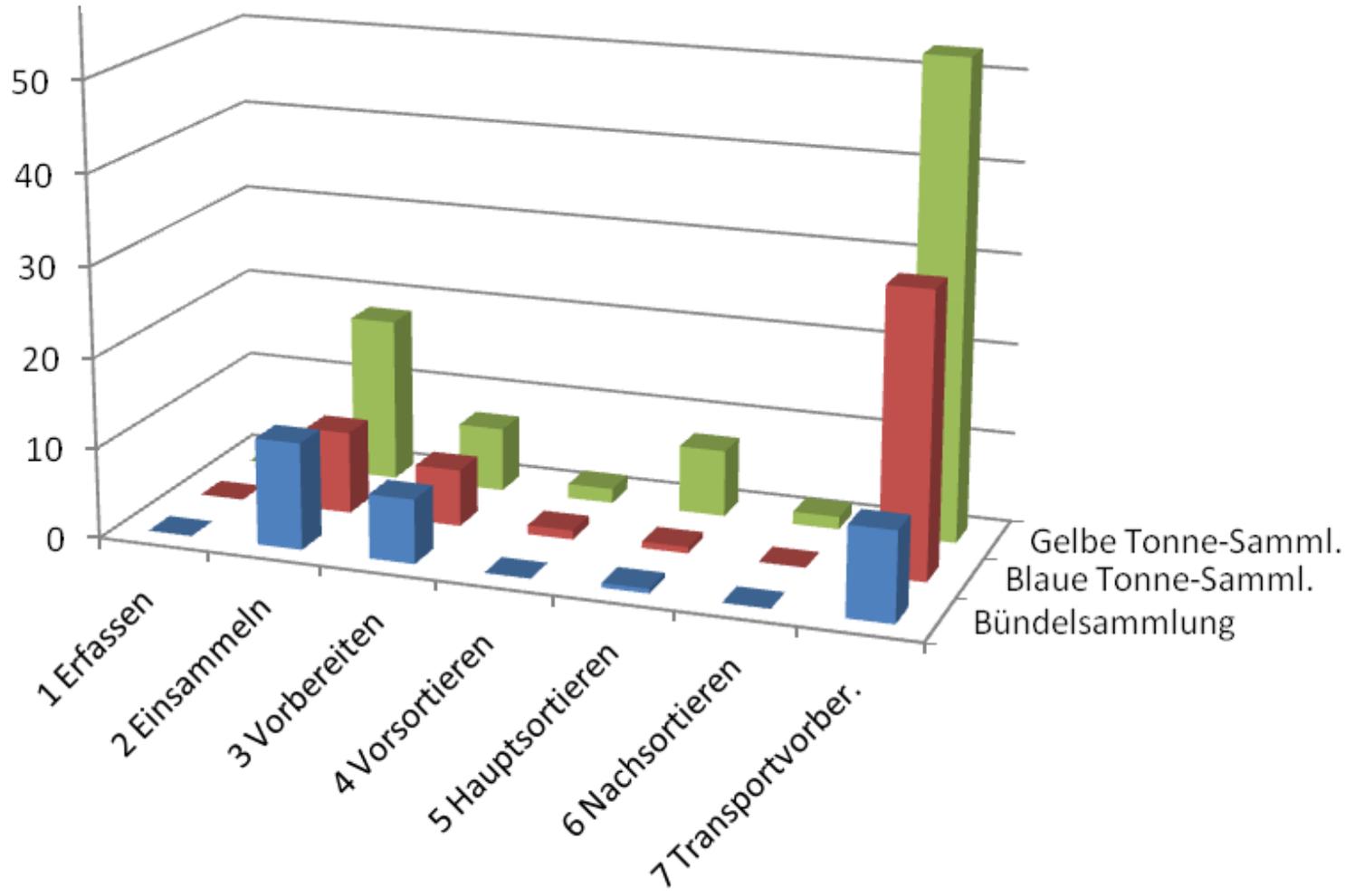
Und?

Alternativ-

Lösungen

### Zusammenfassung:

Vergleich des spezifischen Energieverbrauchs in [kWh/Mg] pro Prozess-Schritt



1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Bündelsamml. / CH

Wie?

Methodik:

Kenngroße

Blaue T. / DE

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Gelbe Tonne / FR

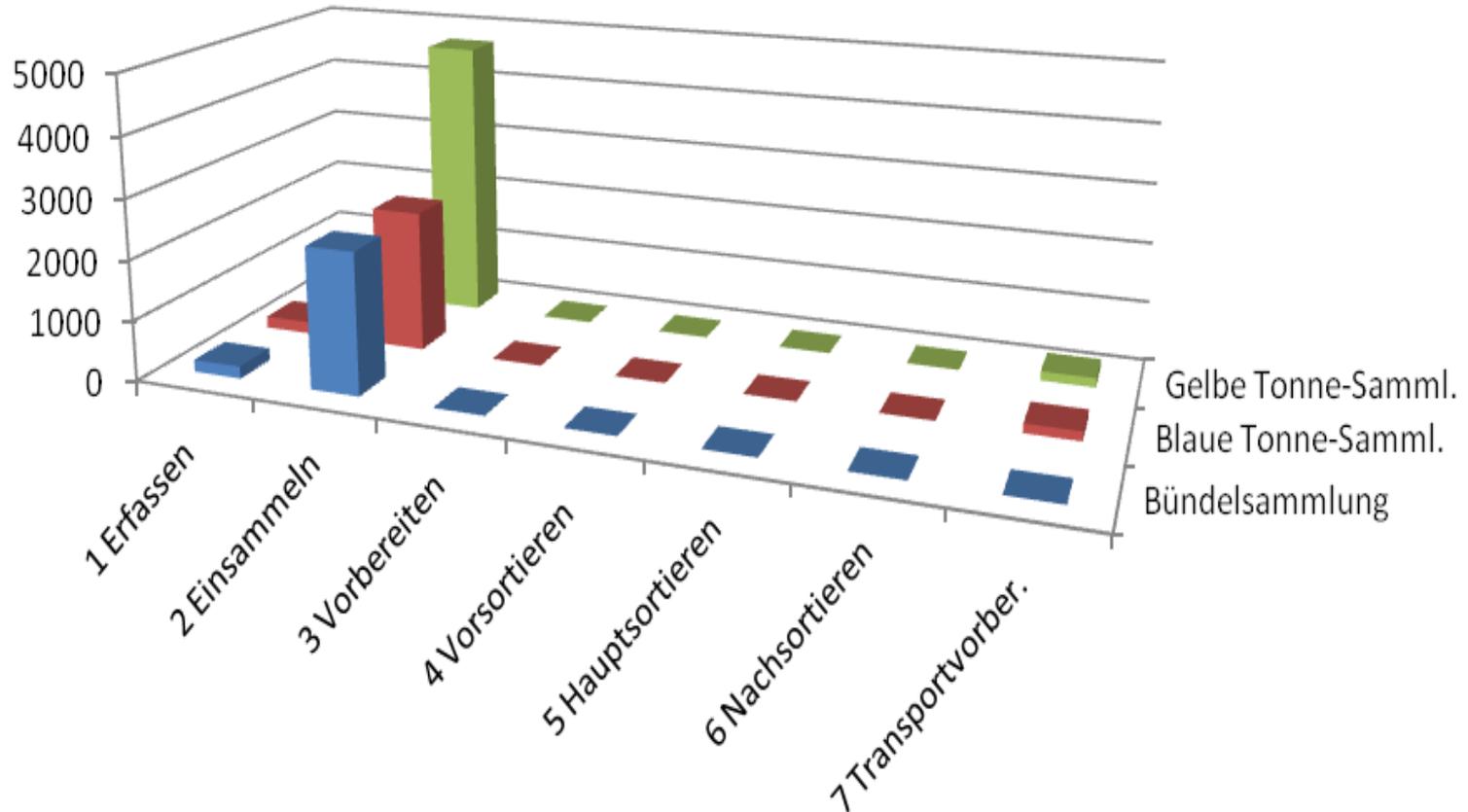
Und?

Alternativ-

Lösungen

### Zusammenfassung:

Vergleich der Behandlungstrecke pro Durchsatz in [m/Mg] pro Prozess-Schritt



1 Erfassen beim Verbraucher

2 Einsammeln und Transportieren

3 Vorbereiten zum Sortieren

4 Vorsortieren und Sieben

5 Sortieren der Hauptfraktion

6 Kontrollieren und Nachsortieren

7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-  
Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

Franz. Post-  
Bürosamm-  
lung

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

**(hier:  
Vollständiges  
Prozessbsp.)**

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

**Franz. Post-  
Bürosamml.**

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

**2 Einsammeln und  
Transportieren**

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

**Franz. Post-  
Bürosamml.**

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

**3 Vorbereiten zum  
Sortieren**

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

**4 Vorsortieren und  
Sieben**

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Nicht nötig.

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
KenngroÙe

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

Nicht nötig.

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

**Franz. Post-  
Bürosamml.**

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

**7 Vorbereiten auf  
den Transport**

**Nicht nötig.**

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

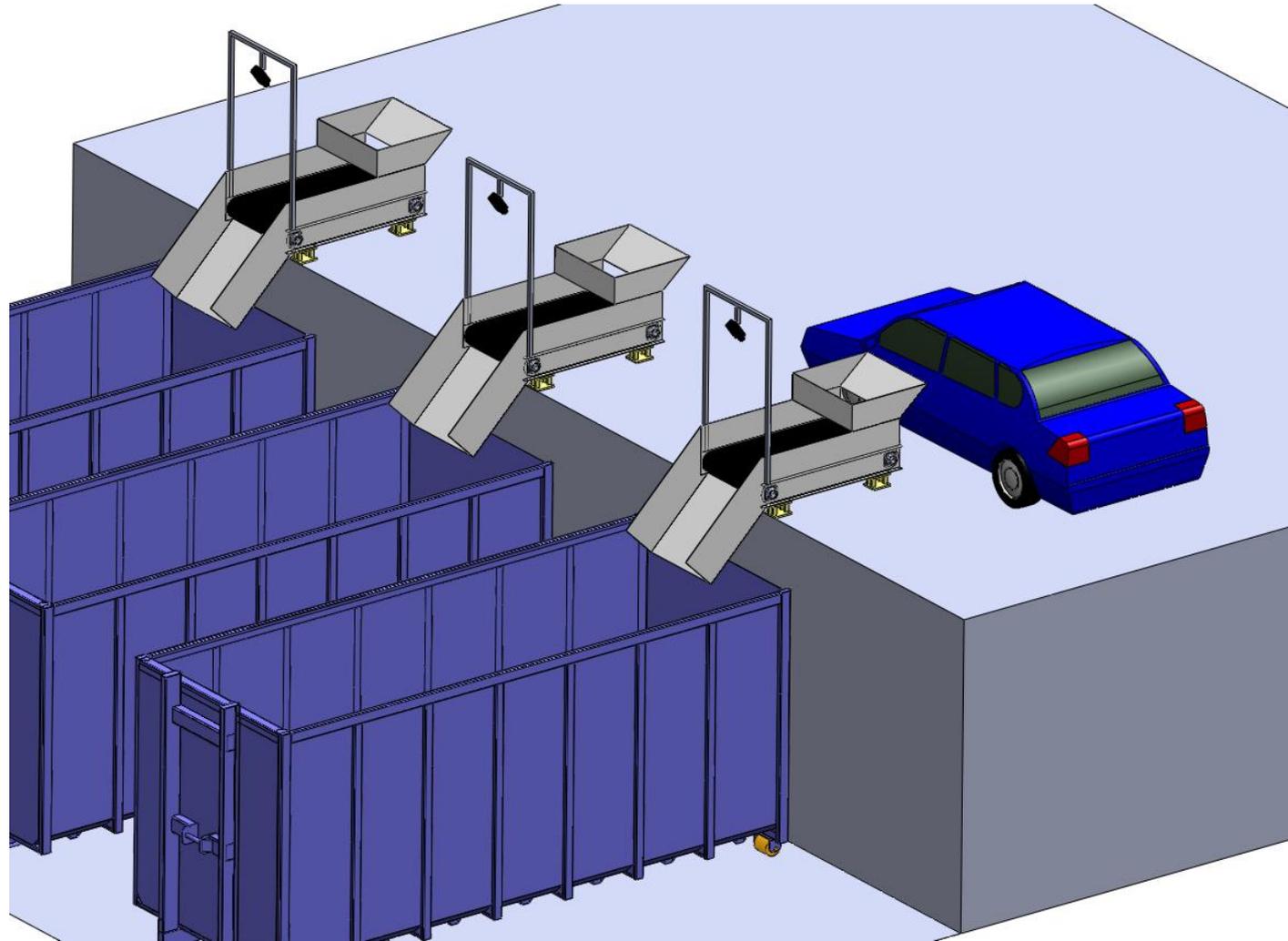
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
**Alternativ-  
Lösungen**

Franz. Post-  
Bürosamml.

**Drive-Thru-  
Werkstoffhof**

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

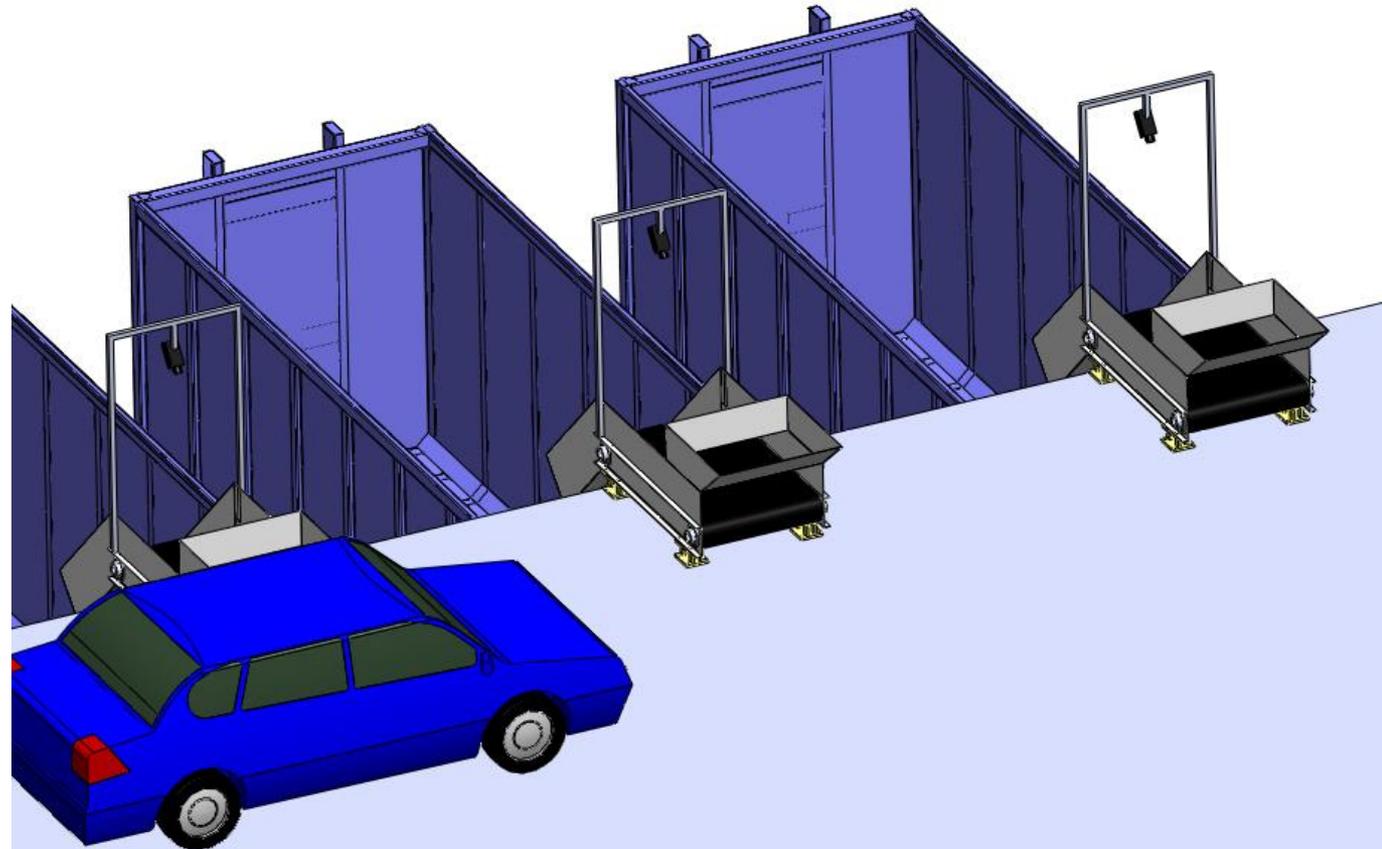
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
KenngroÙe

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

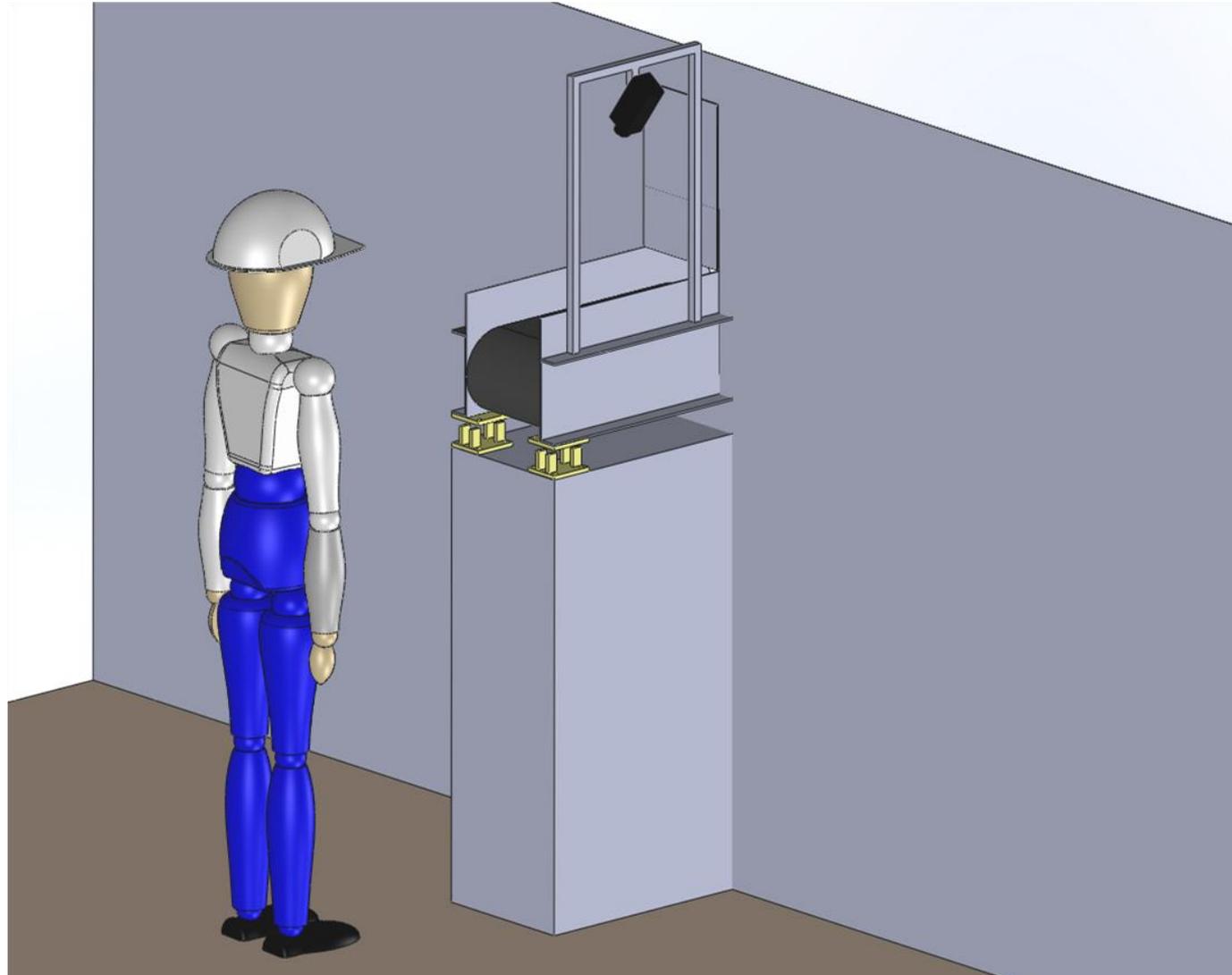
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
KenngroÙe

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

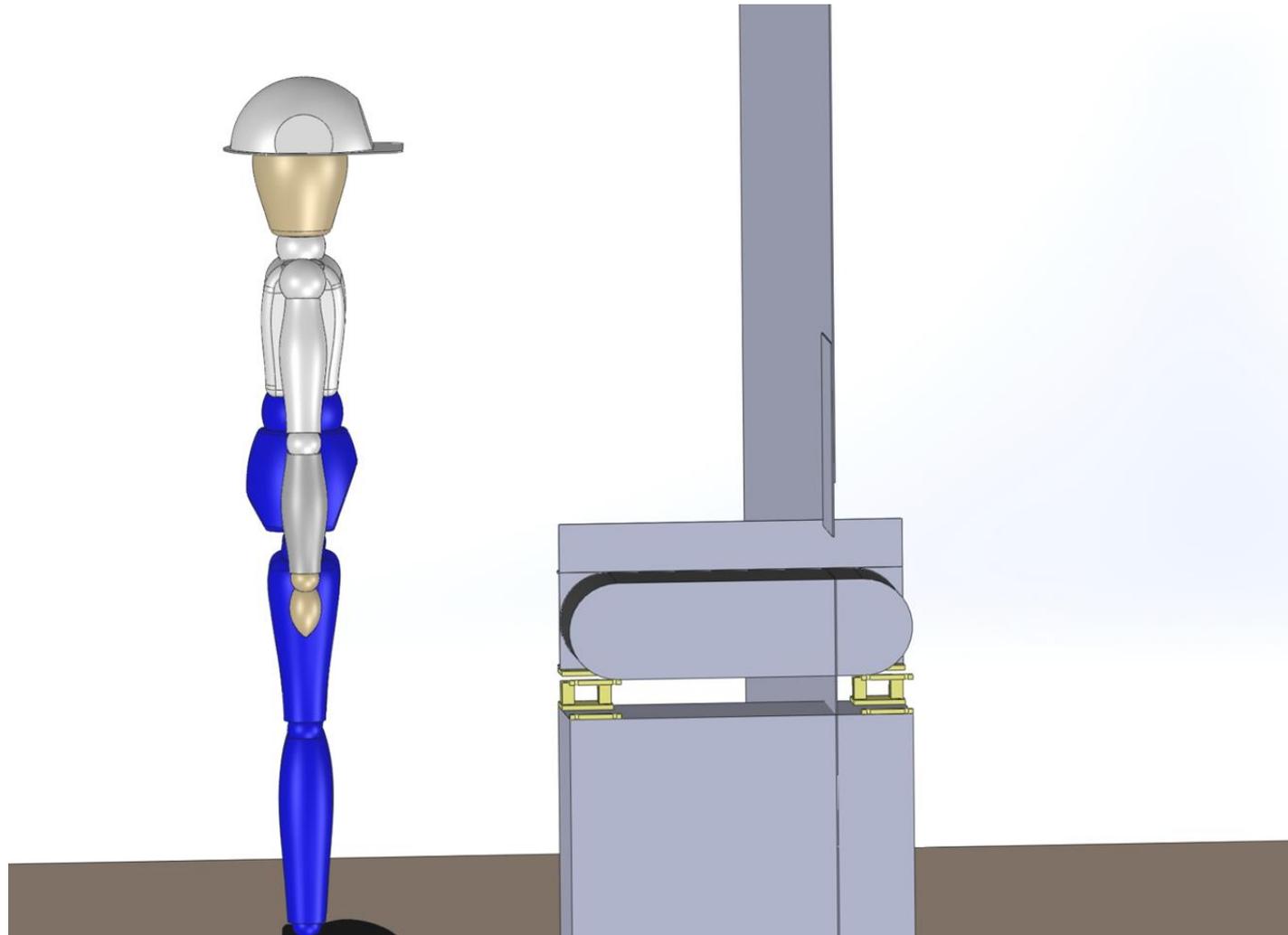
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

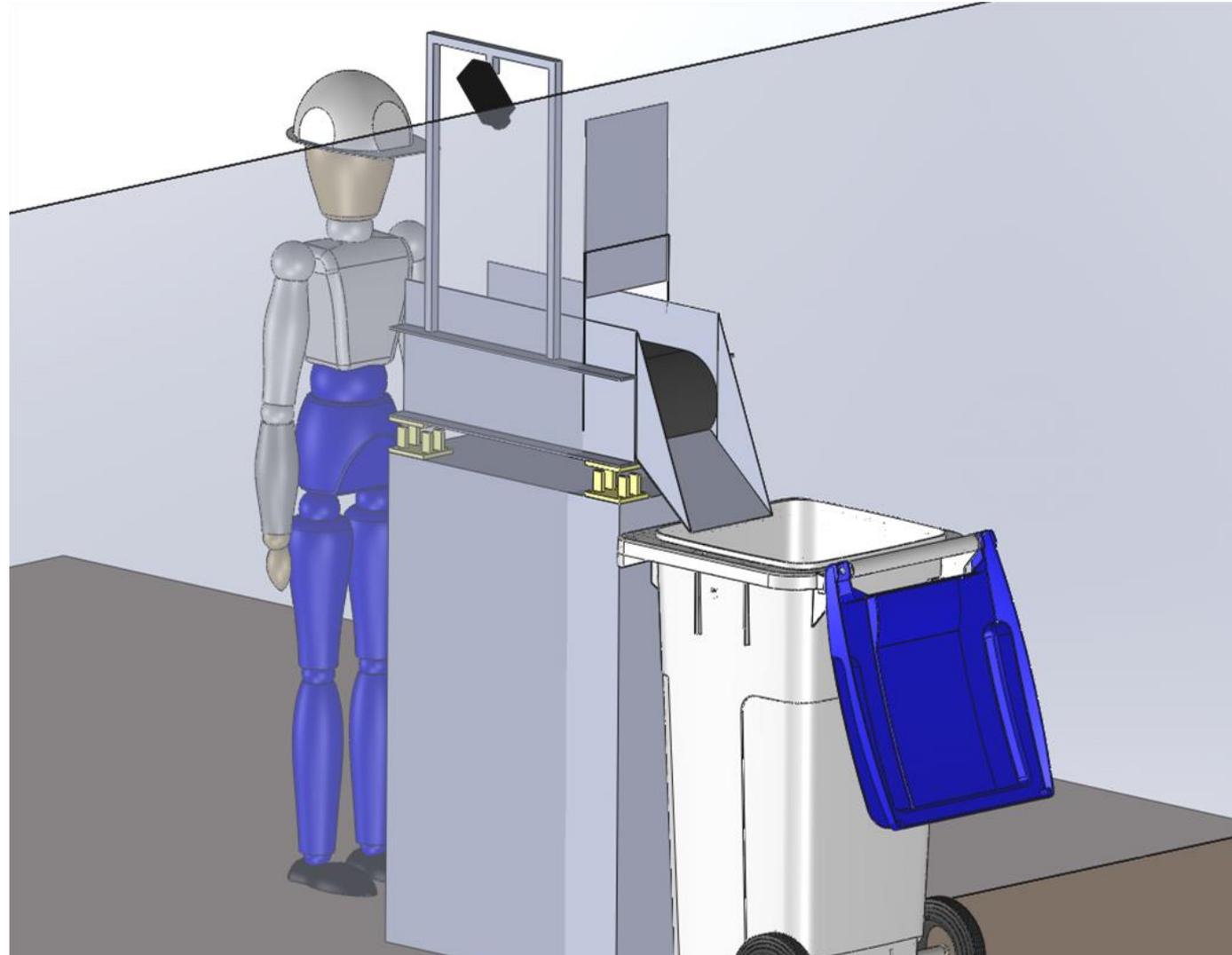
3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport



Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

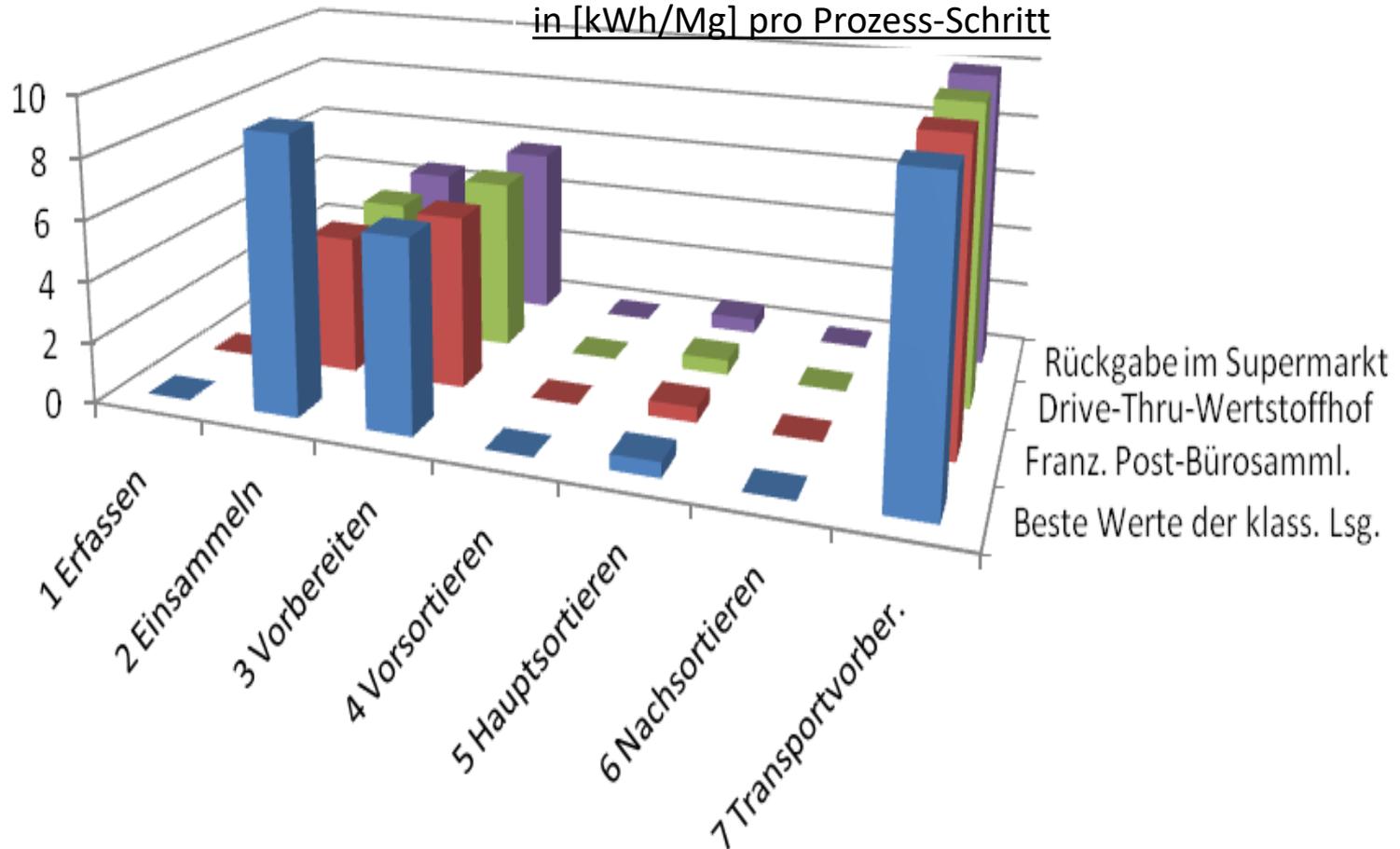
Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

### Zusammenfassung:

Vergleich des spezifischen Energieverbrauchs  
in [kWh/Mg] pro Prozess-Schritt



Rückgabe im Supermarkt  
Drive-Thru-Werkstoffhof  
Franz. Post-Bürosamml.  
Beste Werte der klass. Lsg.

- 1 Erfassen beim Verbraucher
- 2 Einsammeln und Transportieren
- 3 Vorbereiten zum Sortieren
- 4 Vorsortieren und Sieben
- 5 Sortieren der Hauptfraktion
- 6 Kontrollieren und Nachsortieren
- 7 Vorbereiten auf den Transport

Warum?  
Arbeitsziel  
Vergleichbarkeit

Wie?  
Methodik:  
Kenngröße

Was?  
Benchmarking  
d. Teilprozesse

Und?  
Alternativ-  
Lösungen

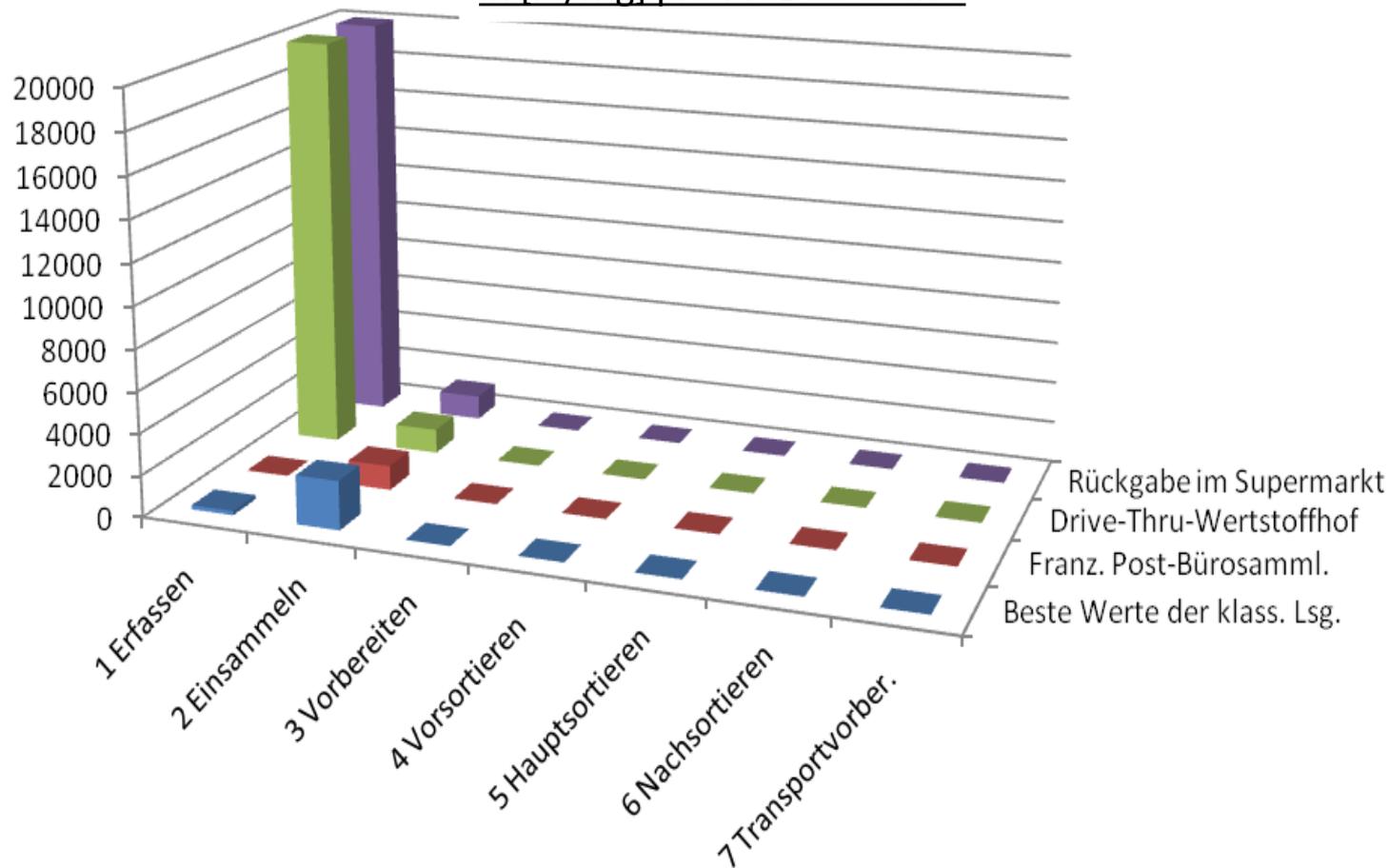
Franz. Post-  
Bürosamml.

Drive-Thru-  
Werkstoffhof

AP-Rückgabe im  
Supermarkt

### Zusammenfassung:

Vergleich der Behandlungstrecke pro Durchsatz  
In [m/Mg] pro Prozess-Schritt



1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Warum?

Arbeitsziel

Vergleichbarkeit

Wie?

Methodik:

KenngroÙe

Was?

Benchmarking

d. Teilprozesse

Und?

Alternativ-

Lösungen

1 Erfassen beim  
Verbraucher

2 Einsammeln und  
Transportieren

3 Vorbereiten zum  
Sortieren

4 Vorsortieren und  
Sieben

5 Sortieren der  
Hauptfraktion

6 Kontrollieren und  
Nachsortieren

7 Vorbereiten auf  
den Transport

Ich danke

Herrn Hungermann der  
Fa. Matthiessen Lagertechnik und  
Prof. Schabel der TU Darmstadt  
für ihre freundliche Unterstützung

und Ihnen  
für Ihre Aufmerksamkeit  
und würde jetzt gerne  
Ihren Fragen antworten.