



# Weiterentwicklung eines automatischen Probenehmers für die Qualitätssicherung von heterogenen Ersatzbrennstoffen

Master -Thesis

Ann Katrin Steinhoff, Münster

- Hintergrund
- Untersuchungskampagne 1
- Untersuchungskampagne 2
- Weiterentwicklung automatischer Probennehmer
- Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Ergebnis

- **Sekundärbrennstoffe:**

- Korngröße: < 50 mm



[1]

- endkonfektionierter Brennstoff aus produktionsspezifischen Abfällen oder heizwertreichen Fraktionen aus Siedlungsabfällen

- **Heizwertreiche Fraktionen:**

- Korngröße: 50-500 mm

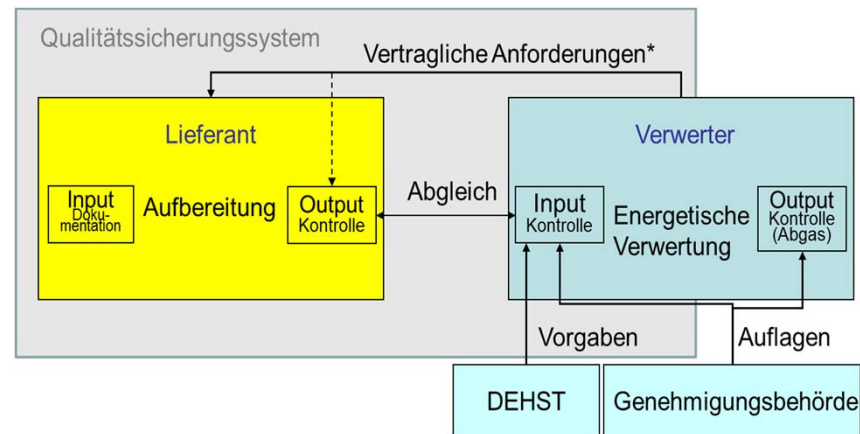


[1]

- abgetrennte Bestandteile des Abfalls mit höherem Heizwert als dem des Abfallgemisches

# Gründe für die Qualitätssicherung

- Anforderungen aus Genehmigungen und Betrieb  
→ Qualitätssicherung



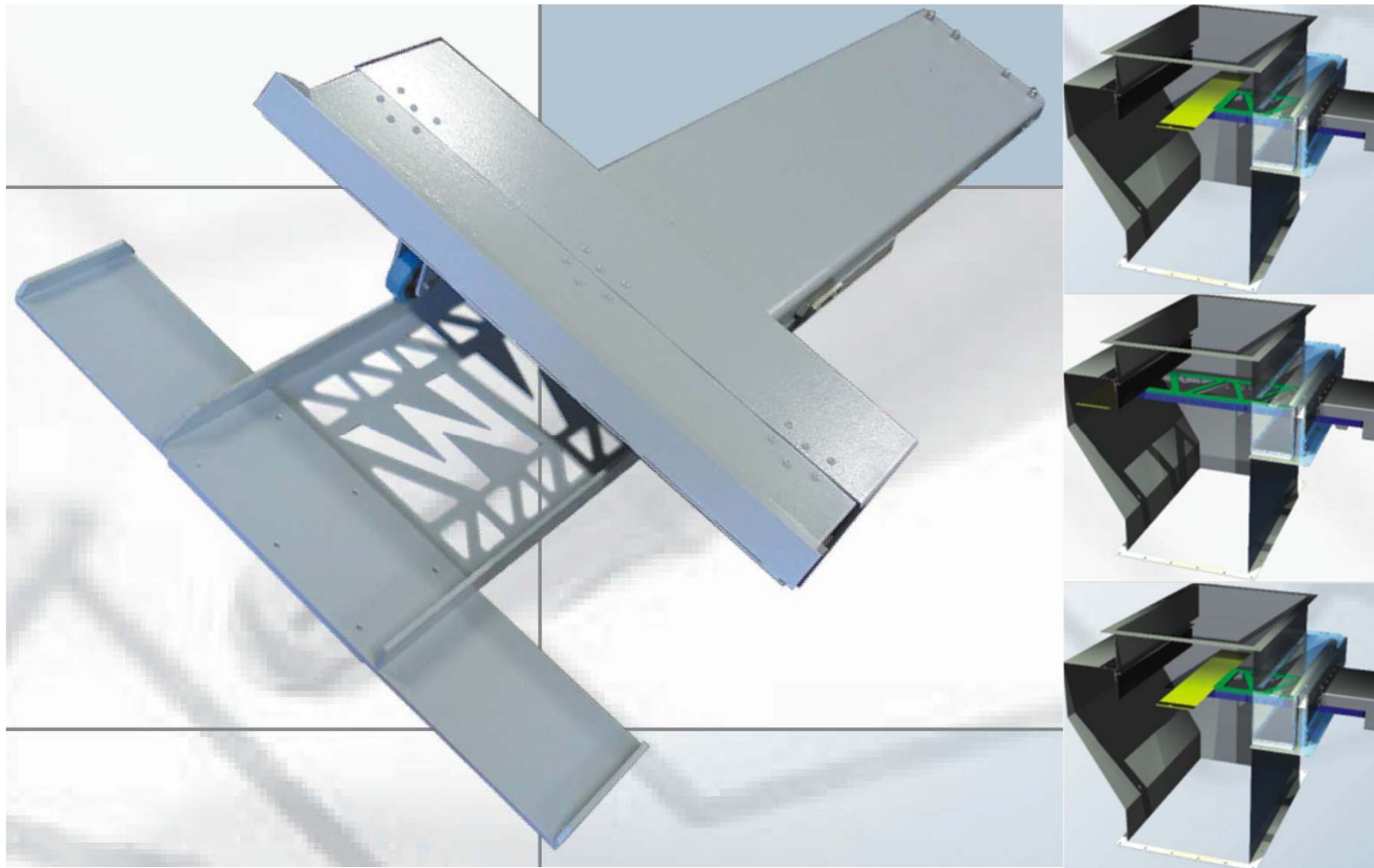
\*abhängig von Feuerungstechnik, Auflagen der Genehmigungsbehörde und Rahmenbedingungen der Anlagenbauer

[2]

- Notwendige Einigung zwischen Aufbereitern und Verwertern bzgl. Qualität (Preisgleitklausel)

# Untersuchungsgegenstand

PEA 1000 der Fa. MMe



[3]

- **Einheitliche automatische Probenahme für SBS**
  - Prüfung der Funktionsfähigkeit des PEA 1000 für SBS
  - Prüfung der Richtlinienkonformität des PEA 1000 für SBS
  - Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der automatischen Probenahme

# Kampagne PEA 1000

## Vorgehensweise



- Richtlinien, die für SBS Anwendung finden:

LAGA PN 98 [5]

EN 15442 [6]

RAL-GZ 724 [7]

- Probenahme richtlinienkonform für SBS nach der RAL GZ 724?
- Probenentnahme mit PEA 1000 und per Hand = vergleichbare Ergebnisse ?



[8]

- Volumenüberprüfung
- Schüttdichtebestimmung
- Partikelgrößenverteilung

# Kampagne PEA 1000

## Ergebnisse

---



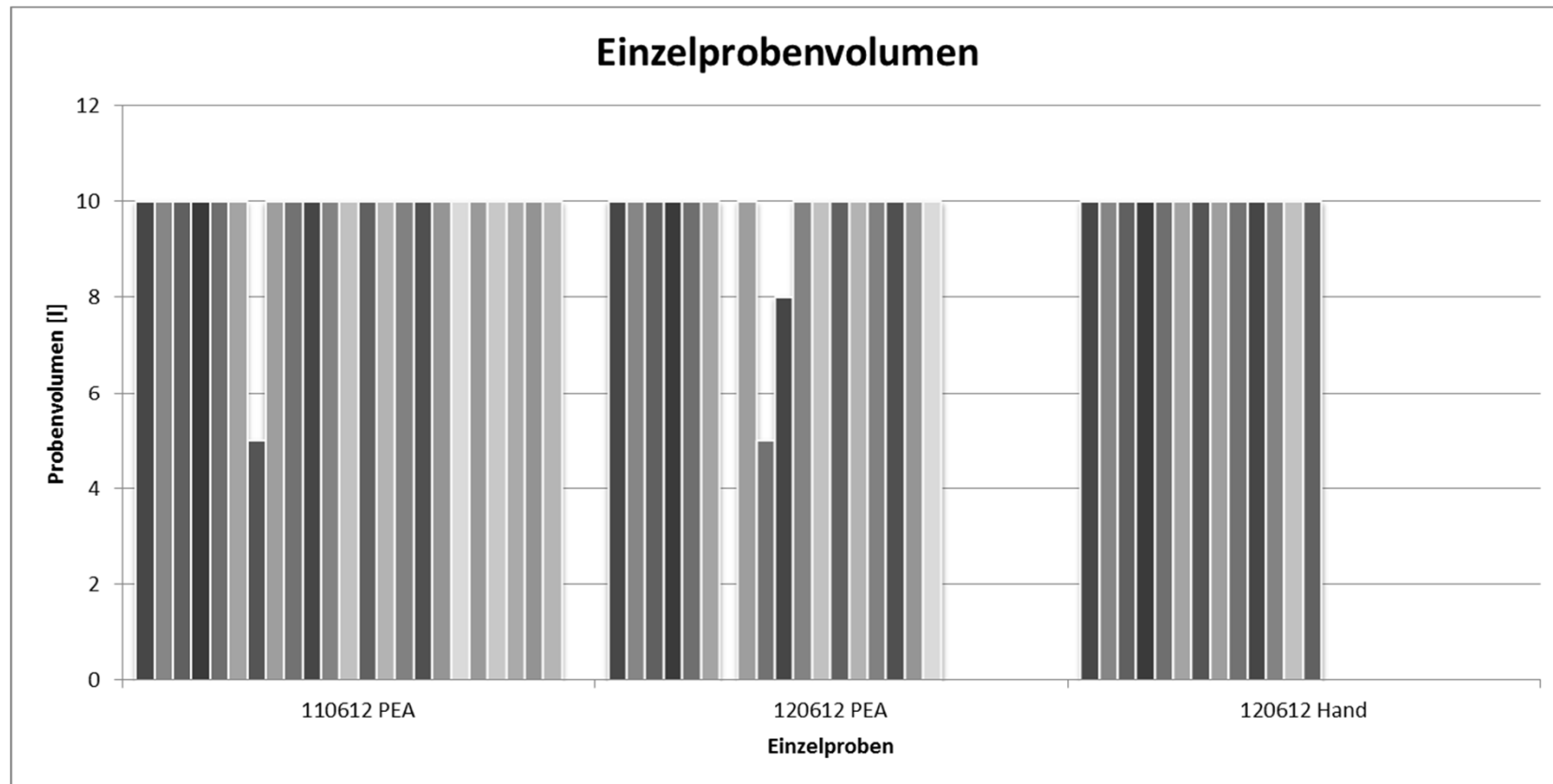
- ✓ Volumenüberprüfung
- ✓ Schüttdichtebestimmung
- ✓ Partikelgrößenverteilung

**→ PEA 1000 erfüllt Anforderungen!**



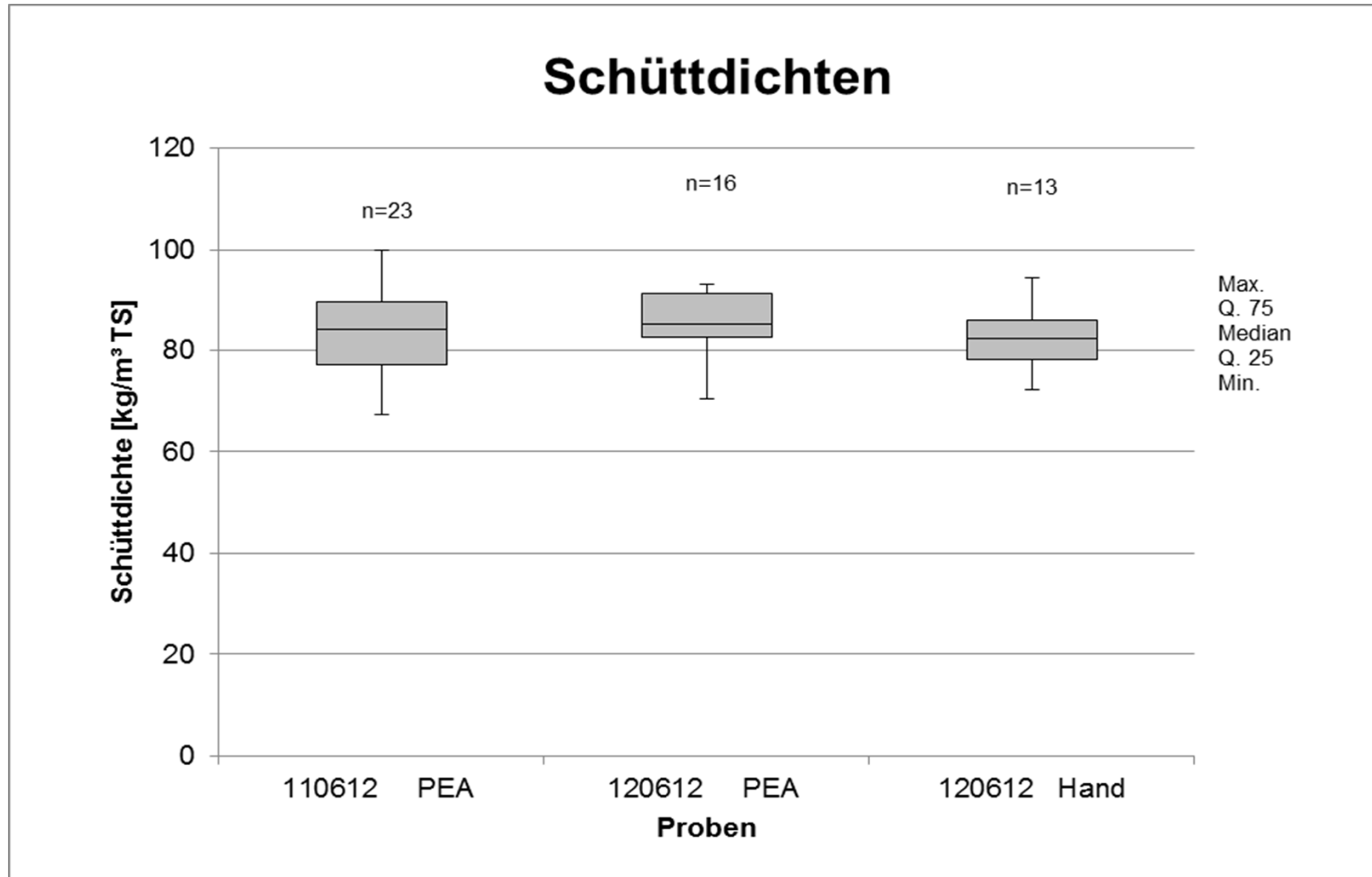
# Kampagne PEA 1000

## Ergebnisse



# Kampagne PEA 1000

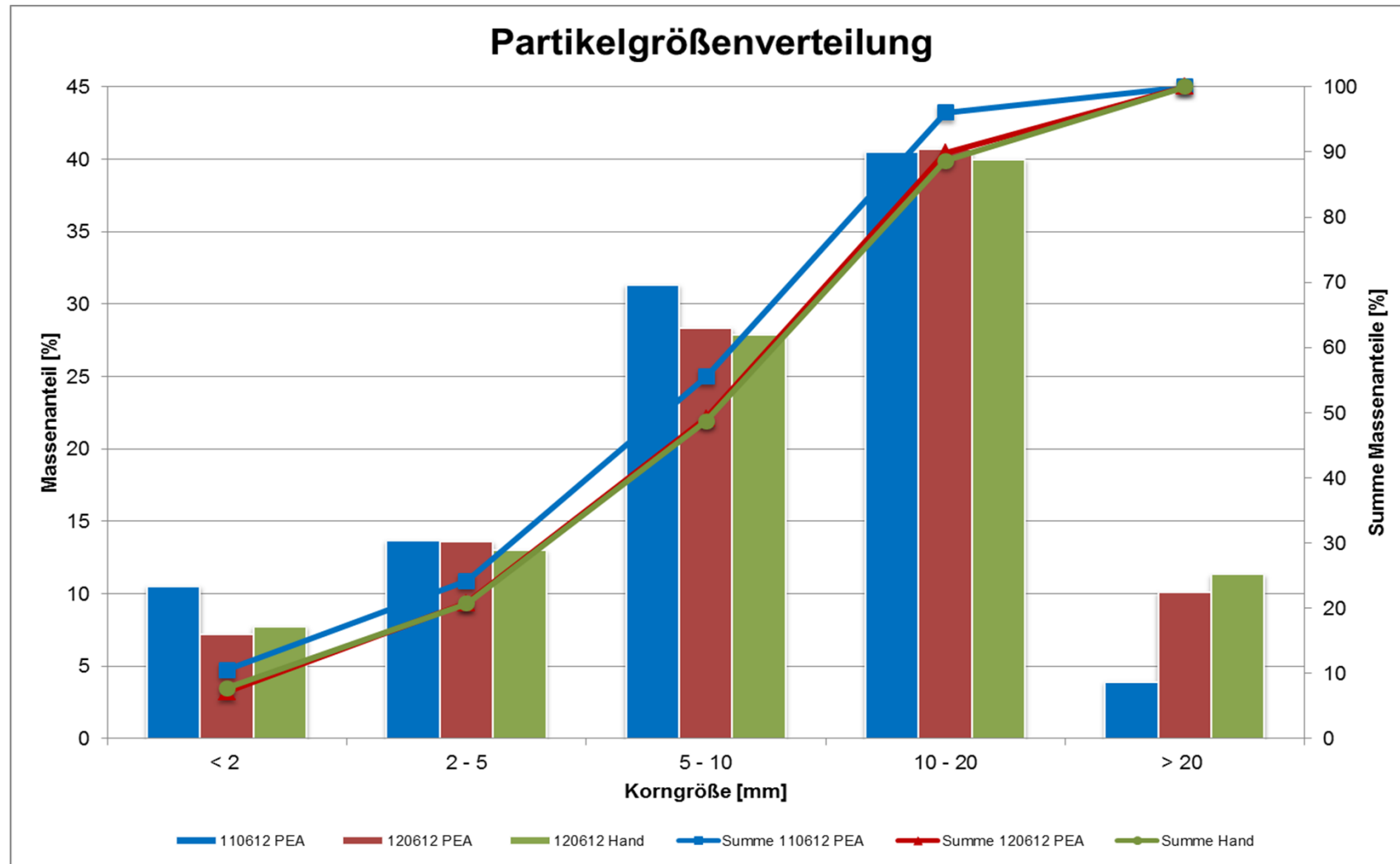
## Ergebnisse



[9]

# Kampagne PEA 1000

## Ergebnisse



[9]

# Kampagne 2 PEA 1000

Ergebnisse

---



✓ Volumen

→ Erfüllt !

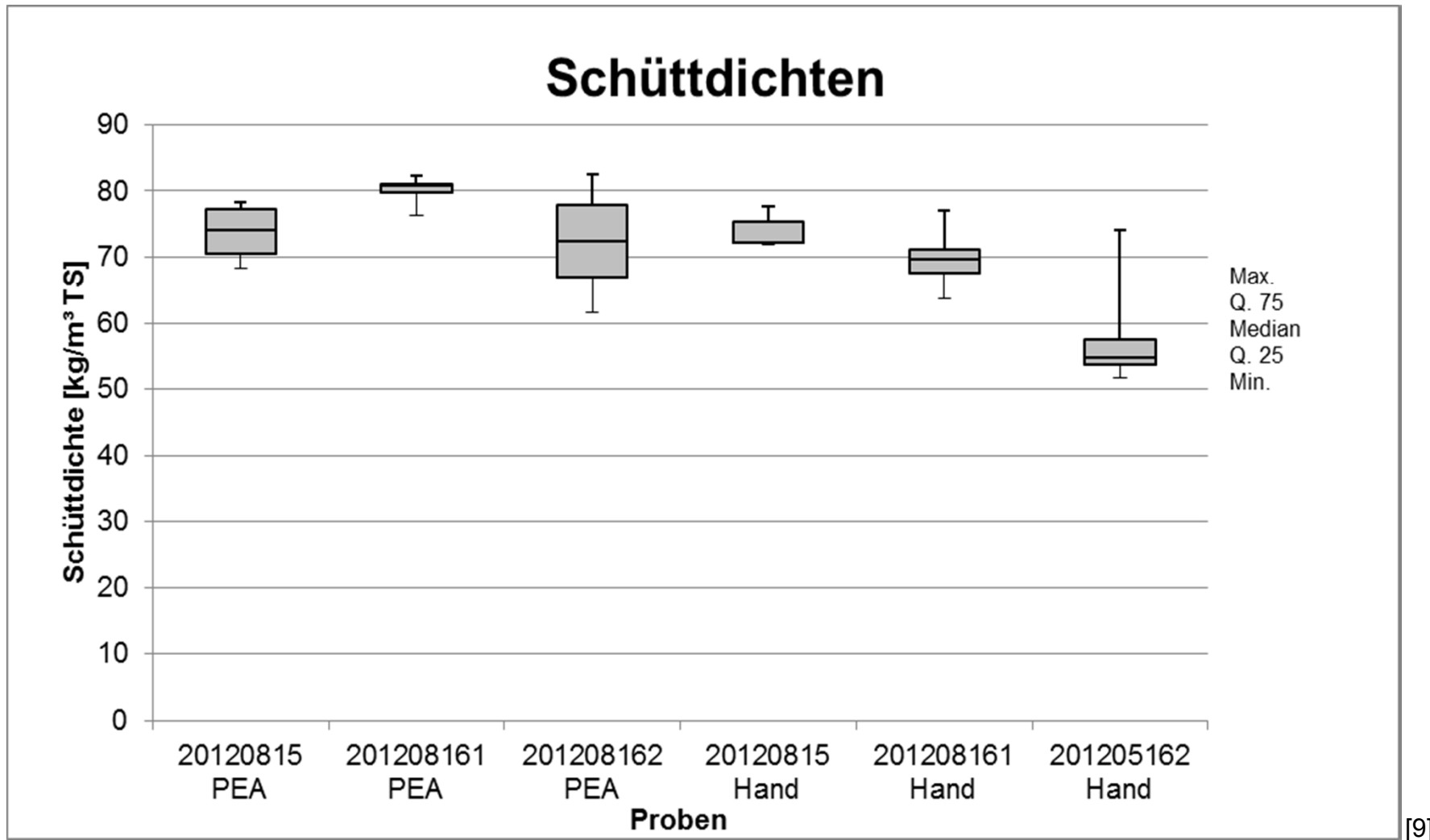
✓ Schüttdichtebestimmung

✓ Partikelgrößenverteilung

**→ PEA 1000 erfüllt Anforderungen!**

# Kampagne 2 PEA 1000

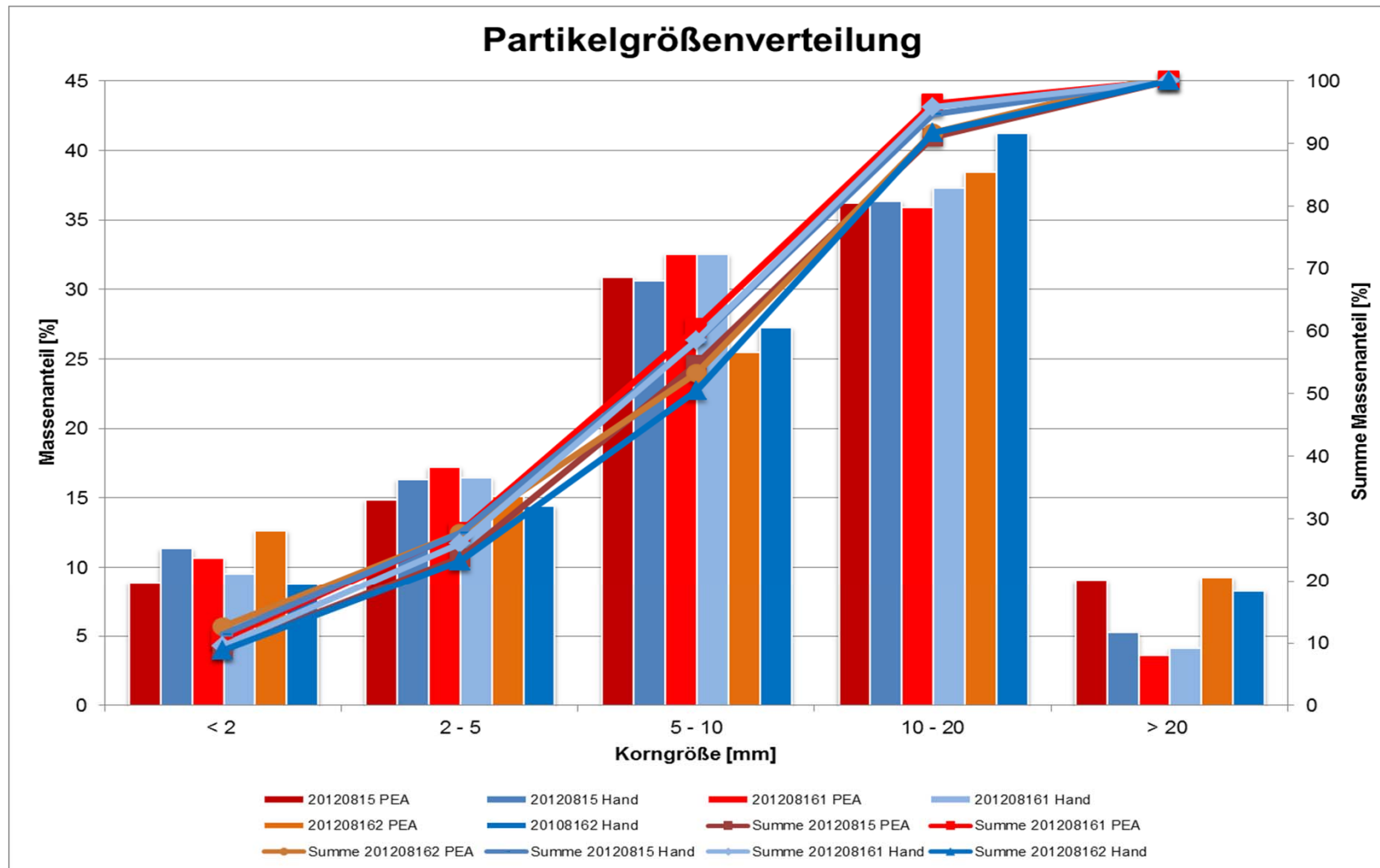
## Ergebnisse



[9]

# Kampagne 2 PEA 1000

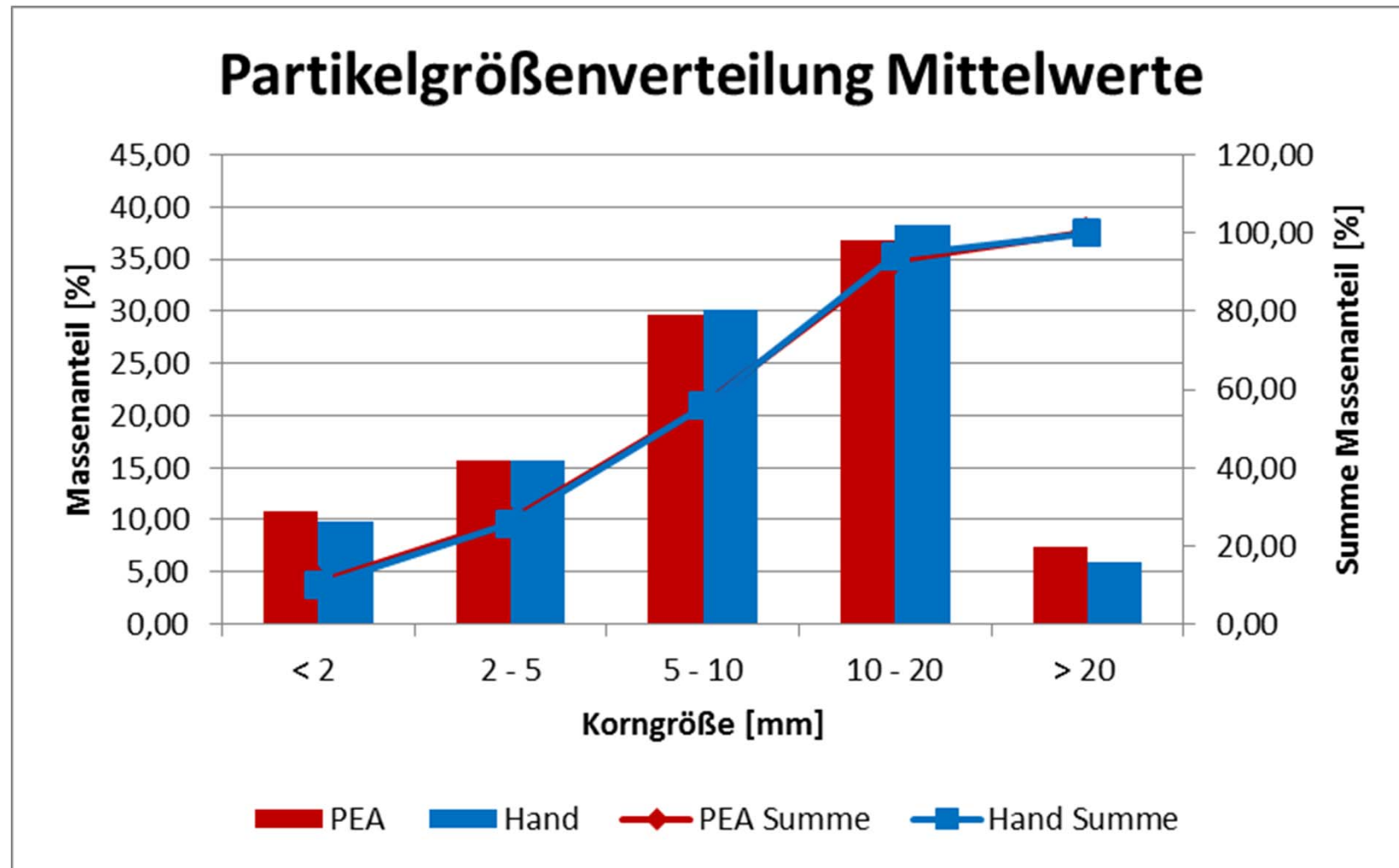
## Ergebnisse



[9]

# Kampagne 2 PEA 1000

Ergebnisse



[9]

- Integrierung einer Bandwaage, um „Leerfahrten“ zu verhindern
- Verschluss des Fallschachtes zwischen den Probenahmen, um Staubeintrag zu verhindern
- Auslegung des PEA entsprechend der Bandbreite des zuführenden Förderbandes, zur Erfassung des gesamten Breite des Stoffstromes



**Frage:** Lohnt sich der Einsatz eines automatischen Probenehmers unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten?

- Nutzwertanalyse
- Statische Investitionsrechnung
- Dynamische Investitionsrechnung

**Antwort: Ja!**

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## Nutzwertanalyse



Nutzwertanalyse SBS					
Kriterium	Gewichtung	Probenahme automatisch (PN-A)		Probenahme manuell (PN-M)	
		Punkte	gewichtete Punkte	Punkte	gewichtete Punkte
niedriger Personalaufwand	9	4	36	2	18
Einstellbarkeit auf Probenvolumen	7	3	21	4	28
Immunität gegen Beeinflussbarkeit der Ergebnisse	10	4	40	1	10
Intergierbarkeit in den Betrieb - Aufwand	6	4	24	3	18
Intergierbarkeit in den Betrieb - Örtlichkeiten	8	2	16	3	24
Arbeitsschutz	10	4	40	2	20
Summe			177		118
<b>Gesamt</b>	50	<b>177</b>		<b>118</b>	

Punktevergabe: 1 = schlecht, 4 = sehr gut

[9]

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## Modellrechnung



- SBS-Material, Korngröße 30-50 mm
- Probenahme 5 Liter alle 20 Mg
- Investitionskosten Probenehmer
- berücksichtigte Prozesse:
  - Probenahme
  - Händische Erstellung einer 10 Liter Laborprobe

Bereich	II	III	Annahmen	
Korngröße [mm]	30	50	Anlagenart	Betriebszeiten
Durchsatz Fall 1 [Mg/a]	25.000	25.000	typ. Aufbereiter	250 d/a, 16 h
Durchsatz Fall 2 [Mg/a]	50.000	50.000	typ. Aufbereiter	250 d/a, 16 h
Durchsatz Fall 3 [Mg/a]	75.000	75.000	typ. Aufbereiter	250 d/a, 16 h
Durchsatz Fall 4 [Mg/a]	100.000	100.000	typ. Verwerter	330 d/a, 24 h
Durchsatz Fall 5 [Mg/a]	150.000	150.000	typ. Verwerter	330 d/a, 24 h
Durchsatz Fall 6 [Mg/a]	200.000	200.000	typ. Verwerter	330 d/a, 24 h
Durchsatz Fall 7 [Mg/a]	250.000	250.000	typ. Verwerter	330 d/a, 24 h

[9]

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## Kostenvergleichsrechnung



<b>Kapitalkosten</b>
kalkulatorische Abschreibung 6 Jahre
kalkulatorische Zinsen 6,5 %
<b>Betriebskosten</b>
Personalkosten
Energiekosten
Materialkosten
Versicherungskosten 3% der Gesamtinvestition
<b>Instandhaltungskosten 0,5 bis 5 % vom Invest</b>
Reparatur und Wartung

Kosten der automatischen Probenahme (PN-A) [€a]								
Dauer PN auto	Korngröße [mm]	Durchsatz [Mg/a]						
		25.000	50.000	75.000	100.000	150.000	200.000	250.000
20 Mg	30	7.477	8.217	8.957	9.696	11.176	12.655	14.134
	50	7.477	8.217	8.957	9.696	11.176	12.655	14.134
Kosten der manuellen Probenahme (PN-M) [€a]								
Dauer PN t=5 min	Korngröße [mm]	Durchsatz [Mg/a]						
		25.000	50.000	75.000	100.000	150.000	200.000	250.000
20 Mg	30	3.973	7.900	11.827	15.754	23.608	31.462	39.316
	50	3.973	7.900	11.827	15.754	23.608	31.462	39.316
Kosten der manuellen Probenahme (PN-M) [€a]								
Dauer PN t=10 min	Korngröße [mm]	Durchsatz [Mg/a]						
		25.000	50.000	75.000	100.000	150.000	200.000	250.000
20 Mg	30	7.306	14.567	21.827	29.087	43.608	58.129	72.649
	50	7.306	14.567	21.827	29.087	43.608	58.129	72.649

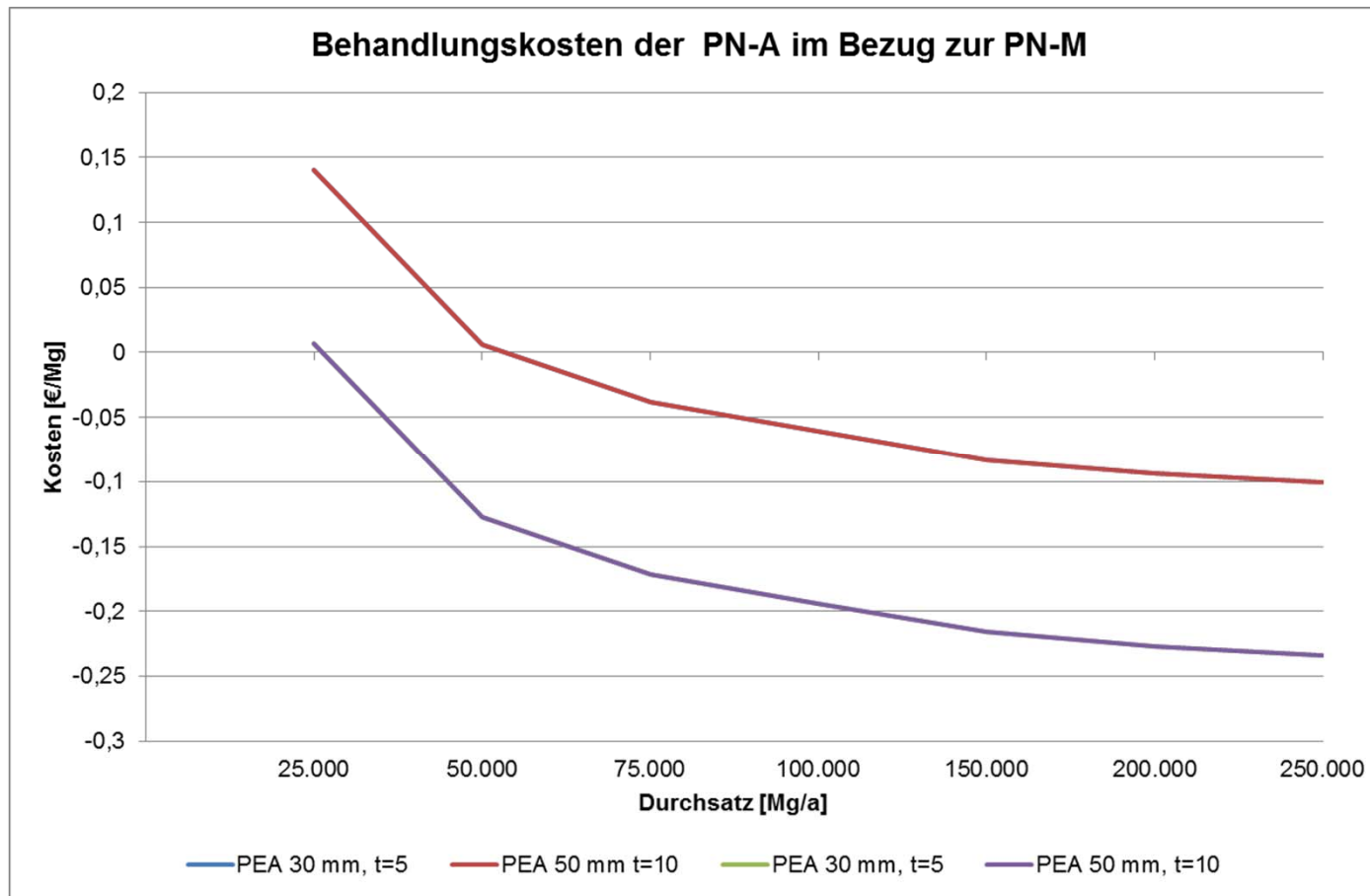
[9]

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

## Kostenvergleichsrechnung



- Nulllinie entspricht den Kosten der händischen Probenahme



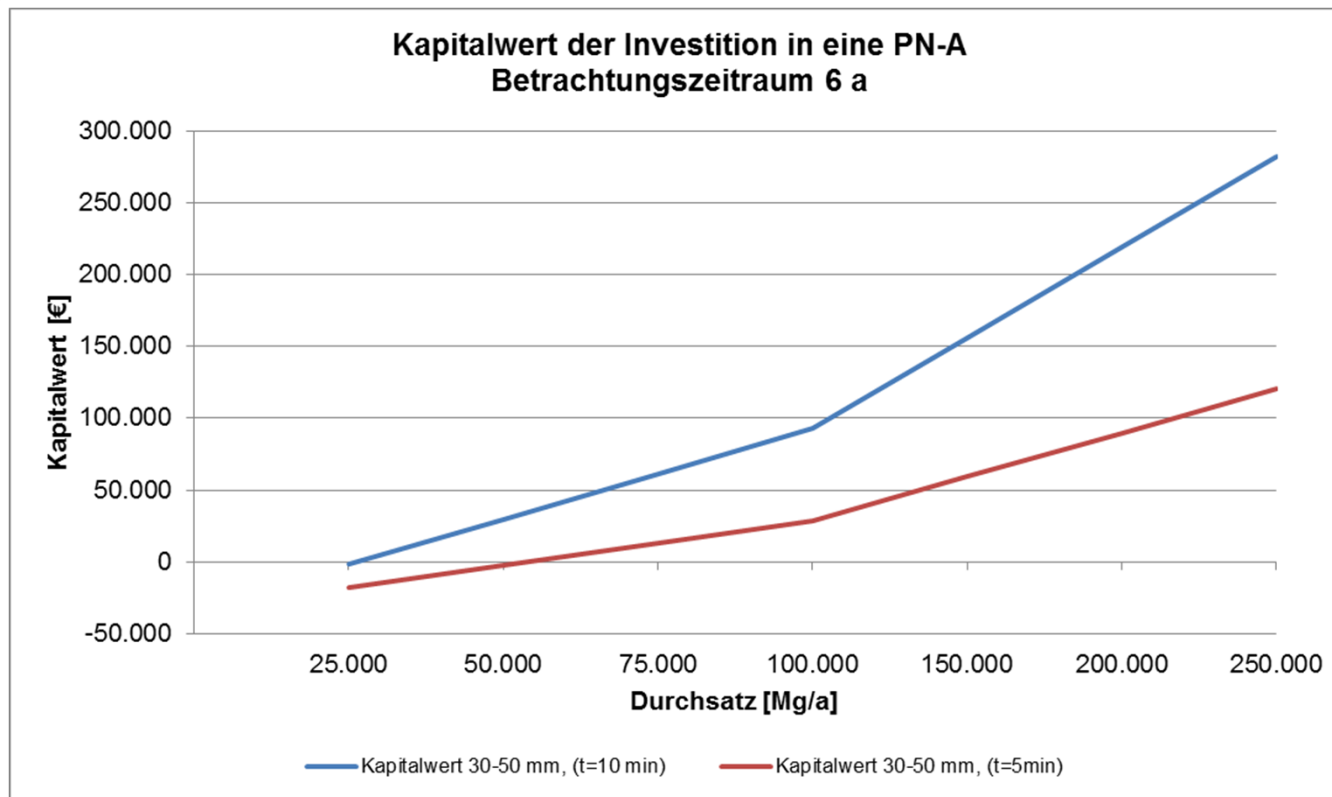
[9]

# Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Kapitalwertmethode (t = 6)



- Investition in eine automatische Probenahme anstelle der händischen Probenahme
- angesetzter Zinssatz 6,5%



[9]

- PEA 1000 ist für SBS richtlinienkonform und funktionstauglich
- automatische Probenahme vorzugswürdig:
  - immer → nicht-monetären Aspekten
  - ab ca. 25.000 Mg/a Durchsatz → monetärer Aspekt

- 
- [1] aus Steinhoff et al.: Entwicklung eines Qualitätssicherungssystems für Ersatzbrennstoffe aus heterogenen Siedlungsabfällen, 1. Zwischenbericht, LASU, Münster, 2011, S. 3
  - [2] aus Steinhoff et al., s.o., 2011, S. 6
  - [3] MMe Entwicklung, Fertigung und Service GmbH, Produktmappe, CD, 2012
  - [4] Gütegemeinschaft Sekundärbrennstoffe und Recyclingholz e. V. (BGS), Qualitätssicherung beim Einsatz von heizwertreichen Fraktionen zur energetischen Verwertung, Arbeitshilfe, Stand: Juli 2008, Münster, 2008
  - [5] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Mitteilung der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) 32. LAGA PN 98 Richtlinie für das Vorgehen bei physikalischen, chemischen und biologischen Untersuchungen im Zusammenhang mit der Verwertung/Beseitigung von Abfällen, Mainz, Dezember 2001
  - [6] Europäisches Komitee für Normung, Feste Sekundärbrennstoffe – Verfahren zur Probenahme; Deutsche Fassung DIN EN 15442:2011, Brüssel, 2011
  - [7] Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e. V.( RAL), Sekundärbrennstoffe Gütesicherung RAL GZ 724, Beuth-Verlag GmbH, Sankt Augustin, 2012
  - [8] eigenes Foto
  - [9] eigene Darstellung





# Vielen Dank!

Ann Katrin Steinhoff M.Sc.,  
Labor für Abfallwirtschaft, Siedlungswasserwirtschaft  
und Umweltchemie,  
[asteinhoff@fh-muenster.de](mailto:asteinhoff@fh-muenster.de)  
[www.fh-muenster.de](http://www.fh-muenster.de)