

FRESBI

»Optimierung der **FR**aktionsabscheidegrade **Elektro**statischer **Staub**abscheider beim Einsatz in **BI**omassefeuerungen«

Vorstellung Projektvorhaben

21. März 2018

Leipzig

9.Fachgespräch Partikelabscheider in
häuslichen Feuerungen

Jürgen Oischinger, M. Meiller

Fraunhofer UMSICHT, Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

Prof. S. Beer, M. Steiner

Ostbayerische Technische Hochschule, Amberg-Weiden

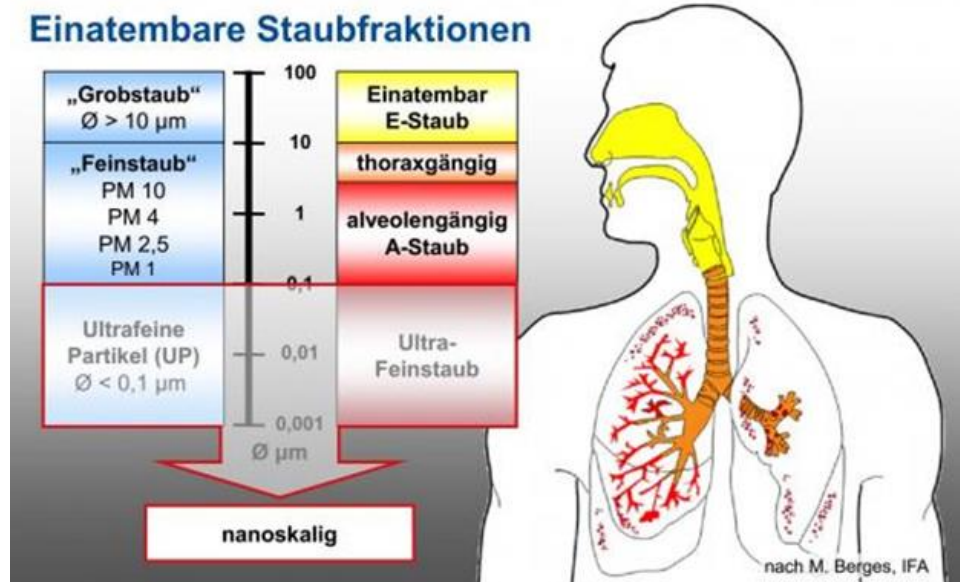
C. Schade, J. Kramb

Firma Schröder, Kamen



Einleitung

Motivation



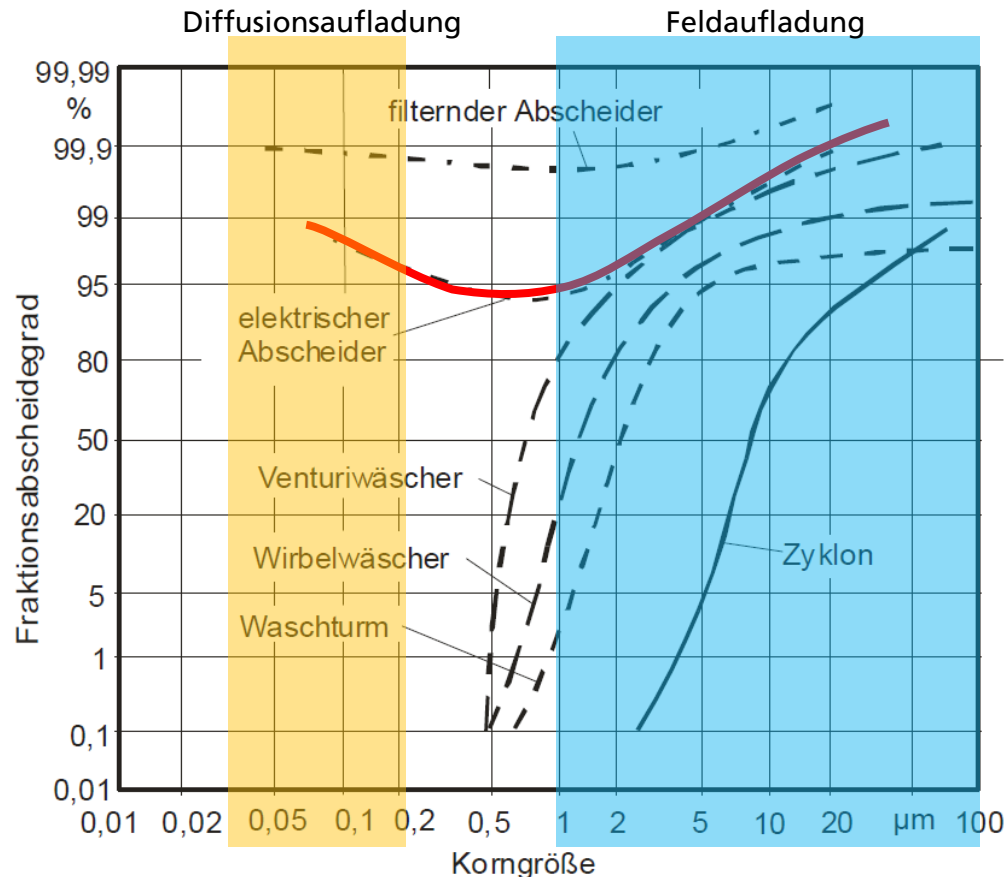
Quelle: www.nano.dguv.de

EU-Richtlinie 2008/50/EG zur Reduzierung der PM 10 und PM 2,5 Immissionen

Maßnahmen zur Umsetzung auf nationaler Ebene (39. BImSchV)

Fachlicher Hintergrund

Fraktionsabscheidegrad elektrischer Abscheider



- E-Filter tauglich um auch Feinstaub abzuscheiden
- Geringere Abscheideleistung bei ca. 0,5 µm

Zwei Mechanismen

- Feldaufladung
- Diffusionsaufladung

→ Bei Partikelgrößen um ca. 0,5 µm laufen beide Mechanismen nicht optimal.

Kaltschmitt et al.: "Energie aus Biomasse – Grundlagen, Techniken und Verfahren", S.536, Springer, 2.Auflage, ISBN 978-3-540-85094-6, Heidelberg, 2009

Projektinformationen

Zielstellungen

- Wie wirksam sind marktverfügbare Filtersysteme gerade im Partikelgrößenbereich $< \text{PM}_{2,5}$ und PM_{10} ?
 - Unterschiedliche Einsatzstoffe, Leistungsgrößen und Filtertypen
 - Ermittlung Partikelgrößenverteilungen bei der Verbrennung biogener Brennstoffe
 - Ermittlung der Fraktionsabscheidegrade marktverfügbarer Elektrofilter für Biomassefeuerungen
- Wie können die Fraktionsabscheidegrade in den relevanten Bereichen verbessert werden?
 - Identifikation von Optimierungsmaßnahmen
 - Umsetzung und Bewertung von Optimierungsmaßnahmen

Arbeitspakete und Vorgehensweise

Übersicht Feuerungen und Filter

Heizomat: 40 kW



HDG Bavaria: 100 kW



Mawera: 440 kW



Oeko Tube Inside

- Einstufig
- Manuelle, trockene Abreinigung
- Kamin als Abscheideelektrode
- Bis 40 kW
- Anschluss an Kamin



Schraeder Filterbox S

- Einstufig
- Automatische, trockene Abreinigung
- Rohre als Abscheideelektrode
- 50-150 kW
- Anschluss nach Kessel

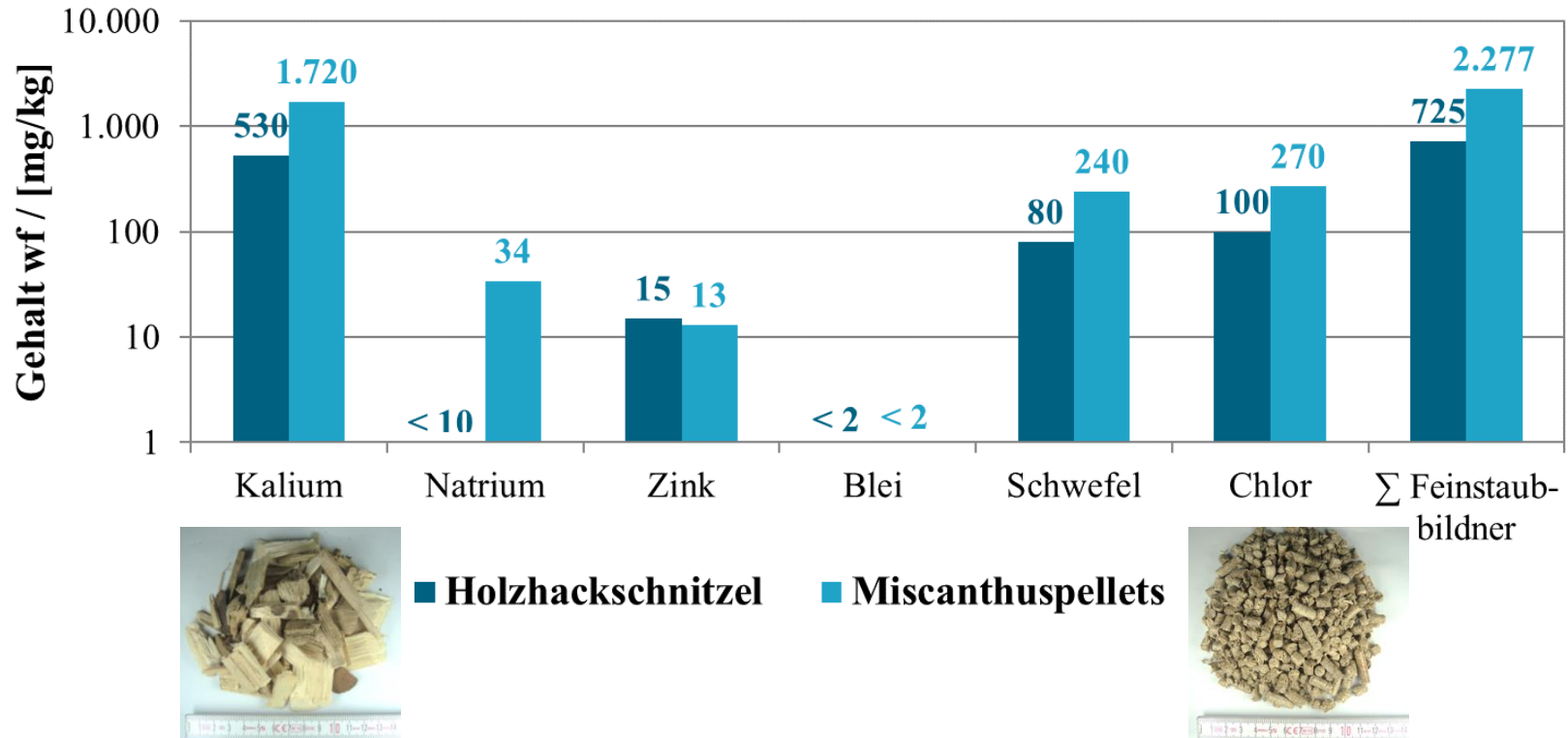


Schraeder Filterbox 2K

- Zweistufig
- Automatische, nasse Abreinigung
- Schüttung als Abscheideelektrode
- 200 - 800 kW
- Anschluss nach Kessel

Arbeitspakete und Vorgehensweise

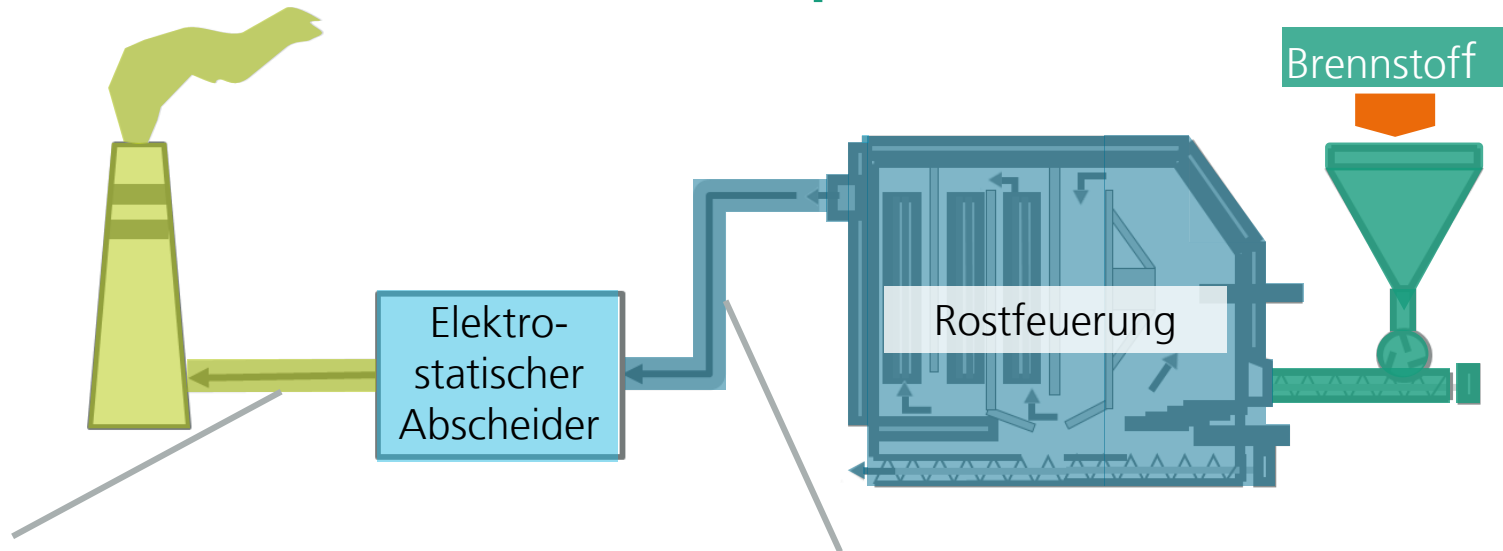
Übersicht Brennstoffe



- Höhere Gehalt an Kalium, Natrium, Schwefel, Chlor bei Miscanthuspellets im Vergleich zu Holzhackschnitzel.
- Summe der Feinstaubbildner bei Miscanthuspellets um etwa Faktor 3 höherer Wert als bei Holzhackschnitzel

Arbeitspakete und Vorgehensweise

Übersicht Messstellen/Messequipment



Messstellen Reingas (Team UMSICHT):

- Gesamtstaub:
VDI 2066-1, Paul Gothe
- Partikelgrößenverteilung:
Dekati® Low Pressure Impactor
- Kaminkehrermessung:
Wöhler SM 500

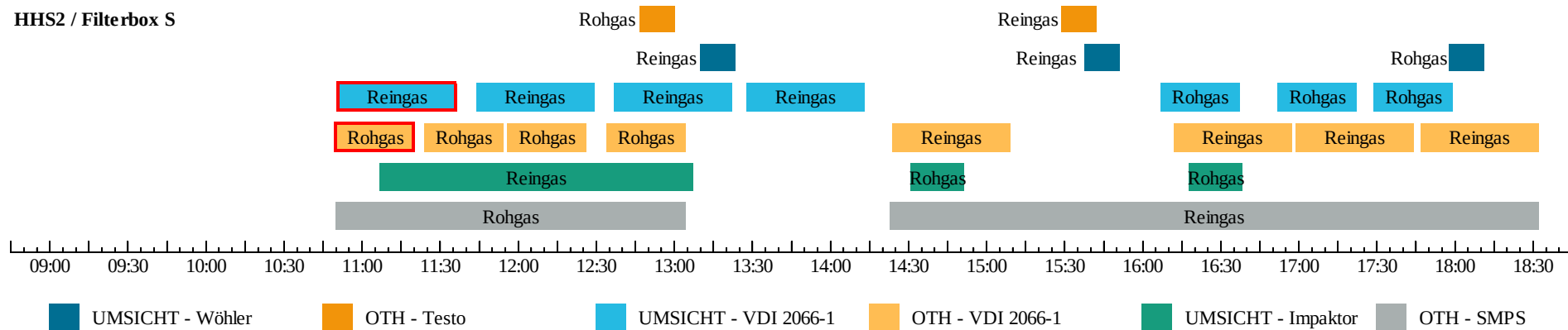
Messstellen Rohgas (Team OTH)

- Gesamtstaub:
VDI 2066-1, Paul Gothe
- Partikelgrößenverteilung:
SMPS von TSI
- Kaminkehrermessung:
Testo 380

Arbeitspakete und Vorgehensweise

Übersicht Messstellen/Messequipment

HHS2 / Filterbox S



Messstellen Reingas (Team UMSICHT):

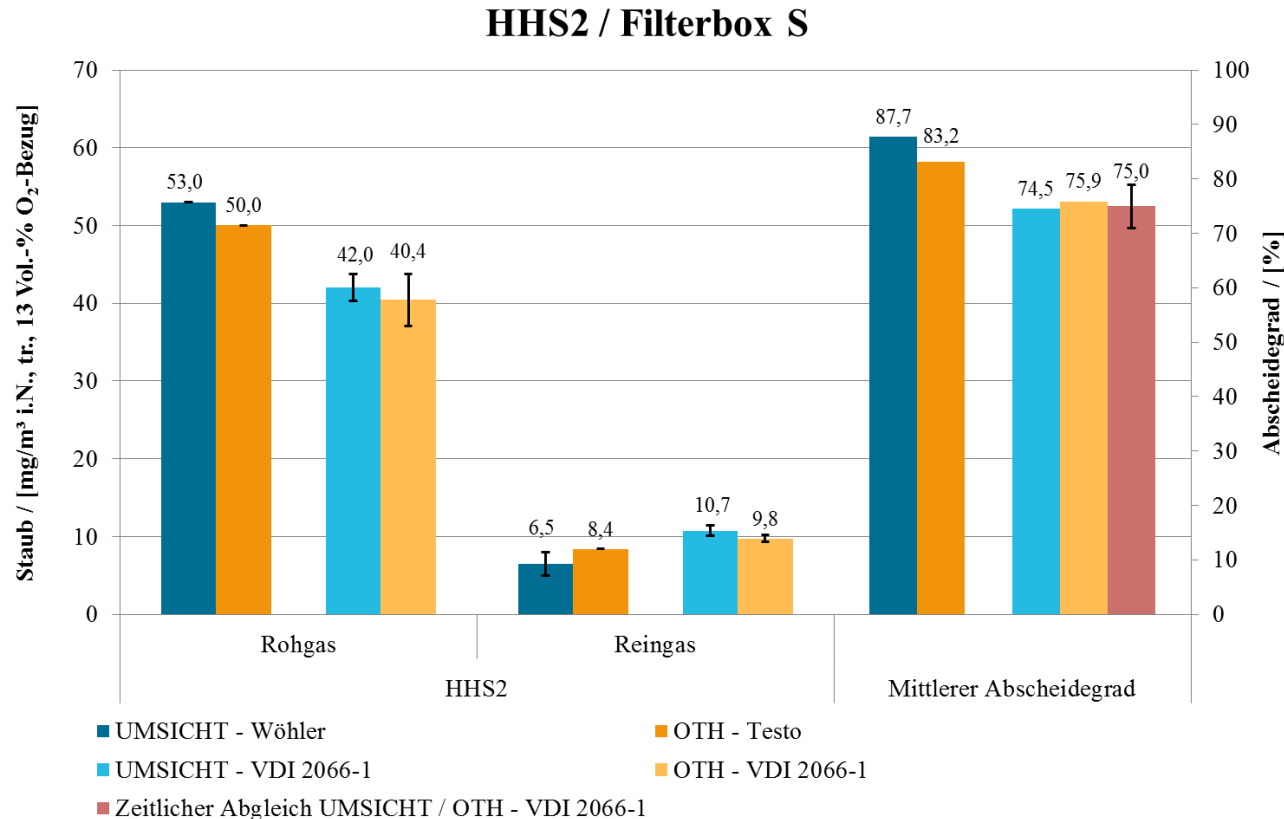
- Gesamtstaub:
VDI 2066-1, Paul Gothe
- Partikelgrößenverteilung:
Dekati® Low Pressure Impactor
- Kaminkehrermessung:
Wöhler SM 500

Messstellen Rohgas (Team OTH):

- Gesamtstaub:
VDI 2066-1, Paul Gothe
- Partikelgrößenverteilung:
SMPS von TSI
- Kaminkehrermessung:
Testo 380

Arbeitspakete und Vorgehensweise

Staubmessungen/Abscheidegrade, HHS2 / Filterbox S

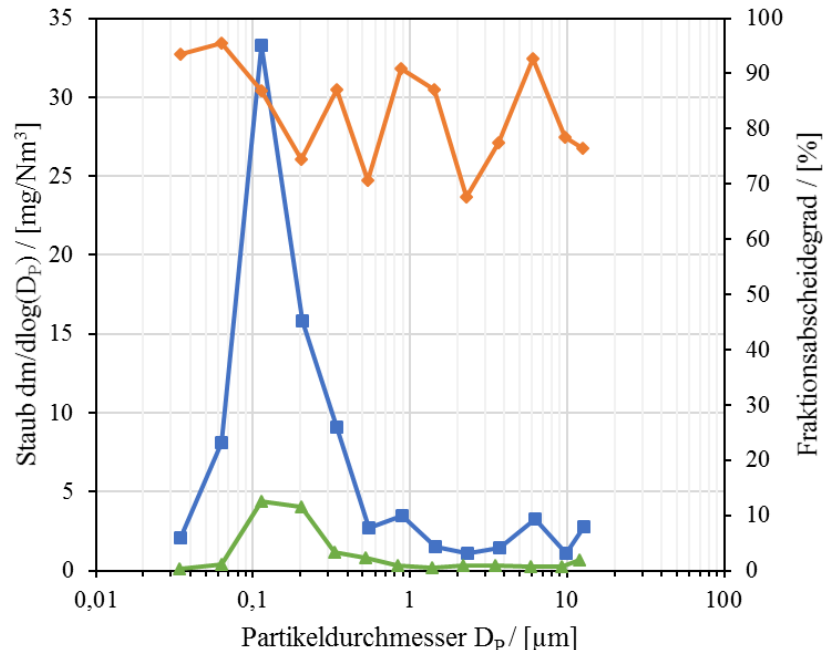


- Wöhler und Testo liegen in gleicher Größenordnung im Roh- und im Reingas.
- Beide „Messteams“ messen im Roh- und Reingas (VDI 2066-1) ähnliche Werte.
- Abscheidegrad bei ca. 75 % für HHS2 (zum Vergleich HHS1: ca. 80 %)

Arbeitspakete und Vorgehensweise

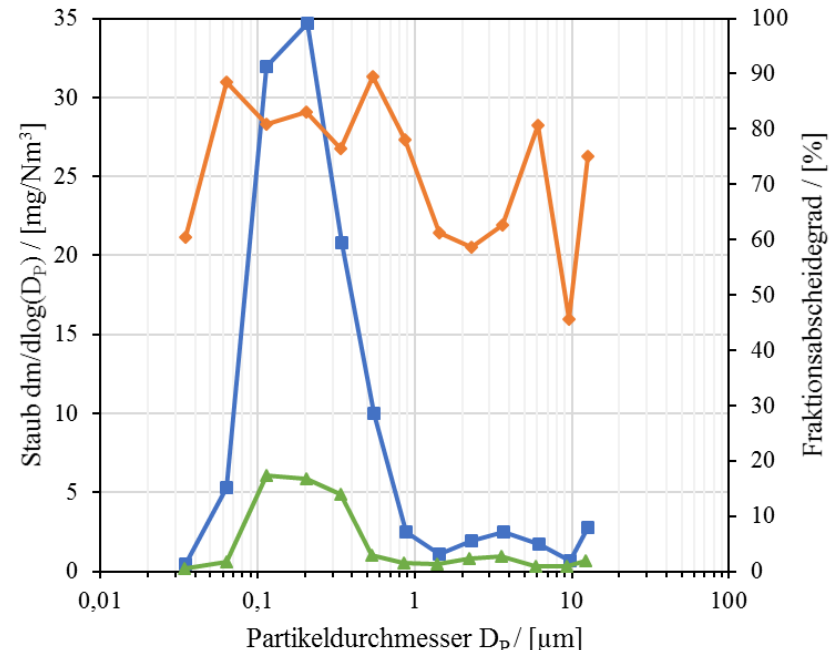
Ergebnisse Impaktor Filterbox S Holzackschnitzel

Vergleich Impaktormessungen Filterbox S -
Holzackschnitzel Messtag 1 (HHS1)



— Rohgas HHS1 — Reingas HHS1 — Fraktionsabscheidegrad HHS1

Vergleich Impaktormessungen Filterbox S -
Holzackschnitzel Messtag 2 (HHS2)



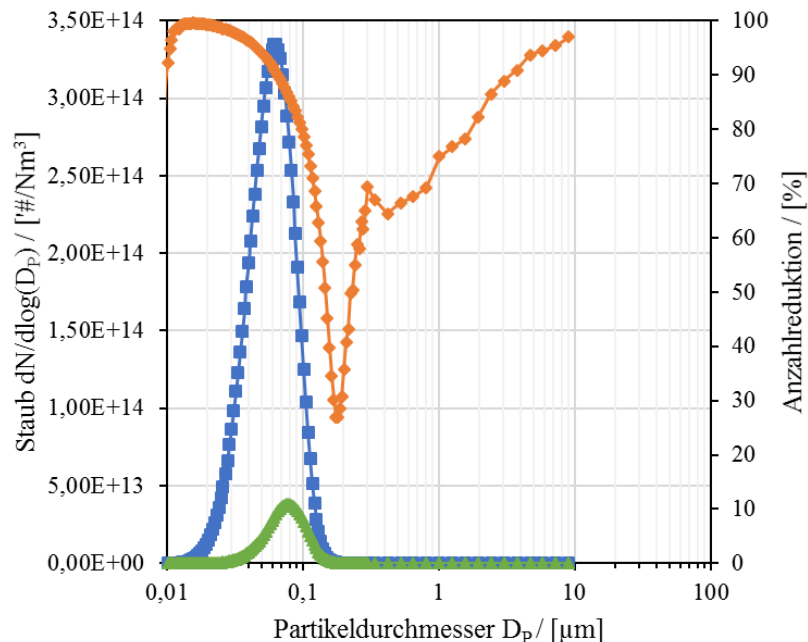
— Rohgas HHS2 — Reingas HHS2 — Fraktionsabscheidegrad HHS2

- Ähnliche Partikelgrößenverteilung an beiden Messtagen in Roh- und Reingas
- Fluktuation des Fraktionsabscheidegrades an beiden Messtagen

Arbeitspakete und Vorgehensweise

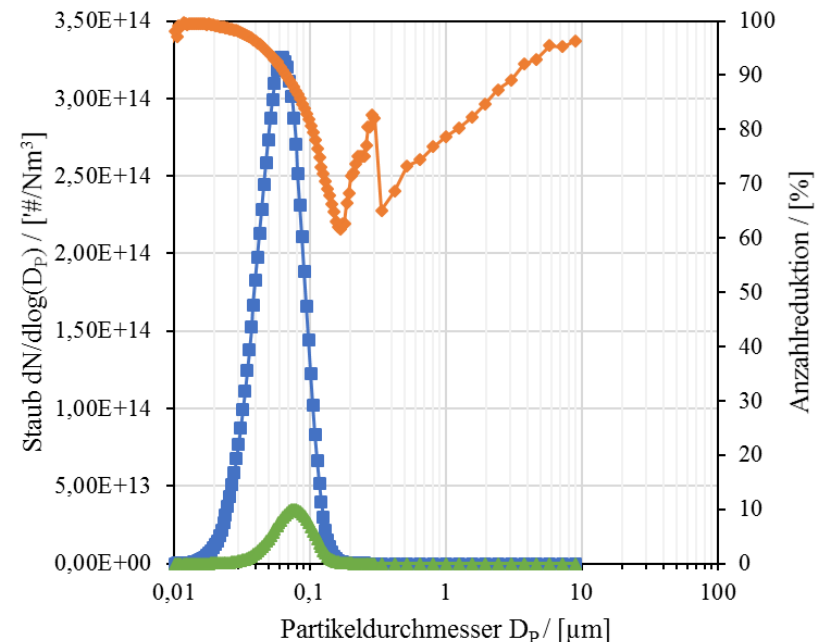
Ergebnisse SMPS Filterbox S Holzackschnitzel

Vergleich SMPS-Messungen Filterbox S -
Holzackschnitzel Messtag 1 (HHS1)



— Rohgas HHS1 — Reingas HHS1 — Anzahlreduktion HHS1

Vergleich SMPS-Messungen Filterbox S -
Holzackschnitzel Messtag 2 (HHS2)

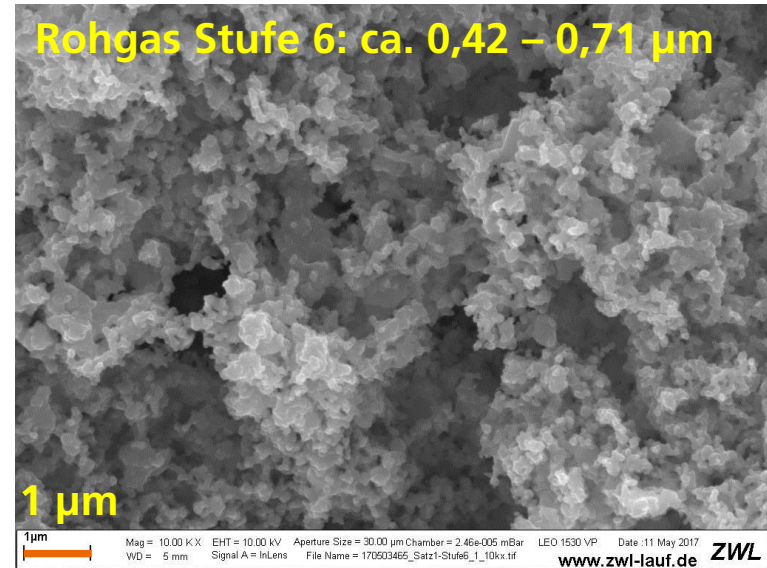
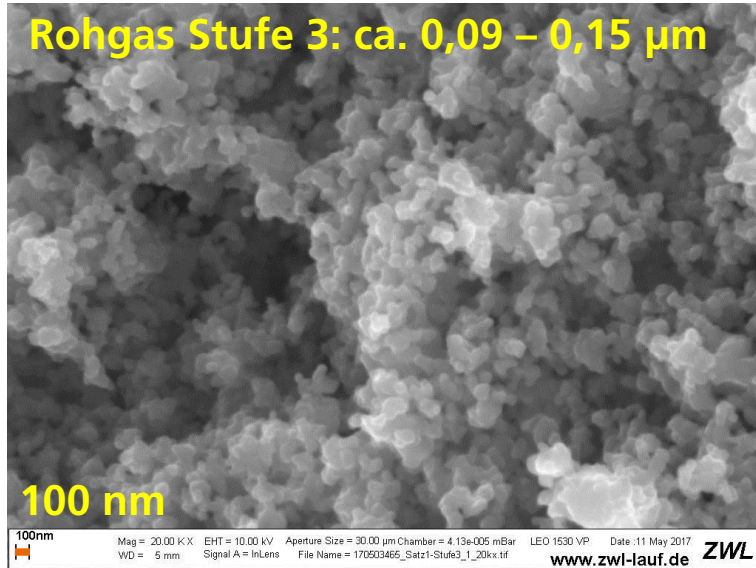


— Rohgas HHS2 — Reingas HHS2 — Anzahlreduktion HHS2

- Ähnliche Partikelgrößenverteilung an beiden Messtagen in Roh- und Reingas
- Verschiebung der Modalwerte hin zu größeren Partikeldurchmessern nach dem E-Filter (Reingas) durch Partikelagglomeration
- Anzahlreduktion im Bereich von ca. 0,2 µm am niedrigsten

Arbeitspakete und Vorgehensweise

Abgleich Impaktor/SMPS



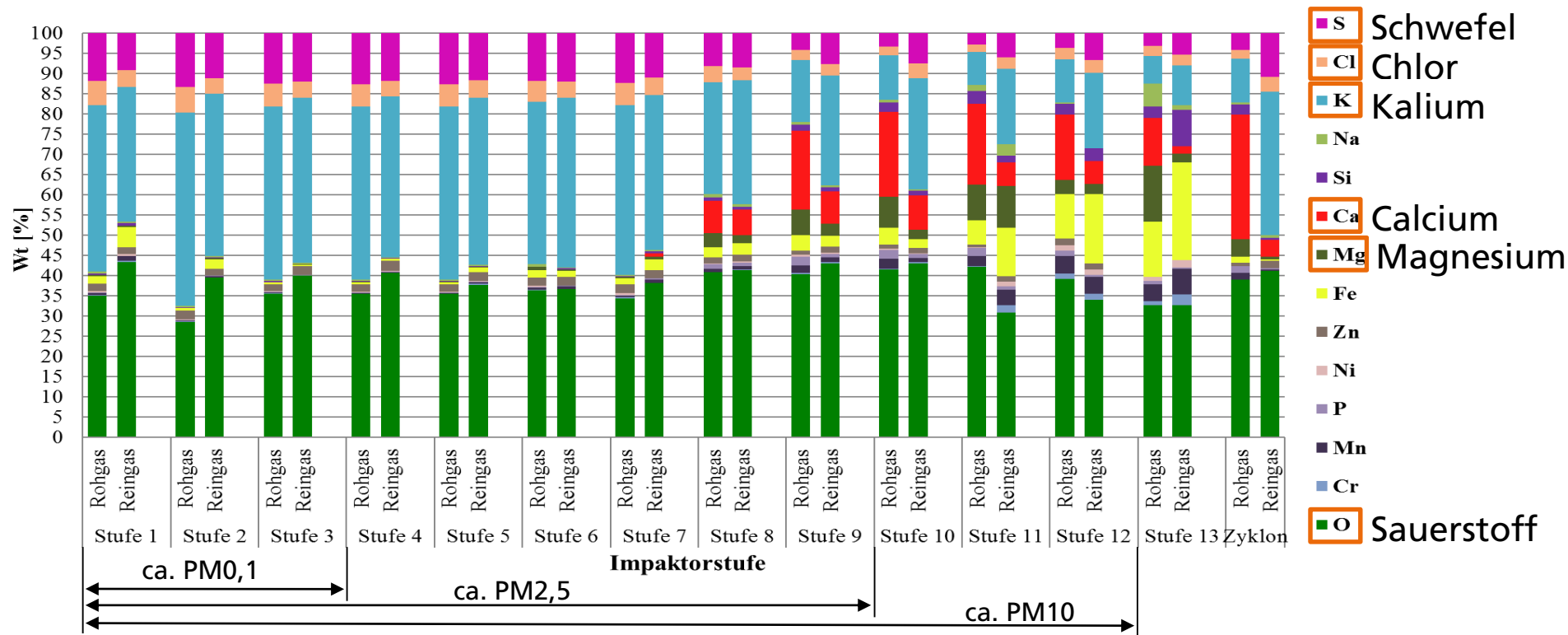
$$\frac{dm}{d\log D_P} = \frac{dN}{d\log D_P} \cdot \frac{4\pi}{3} \left(\frac{D_P}{2} \right)^3 \cdot \rho_P \cdot 10^{-9}$$

$$D_P(\text{mob}) = D_P(\text{aer}) \cdot \left(\sqrt{\frac{\rho_P}{\chi \cdot \rho_0}} \right)^{-1}$$

- Umrechnung der Anzahlverteilungsdichte auf Massenverteilungsdichte
- Mithilfe der REM-EDX-Aufnahmen Abschätzung des Formfaktors χ und der Dichte ρ_P

Arbeitspakete und Vorgehensweise

REM-EDX Ergebnisse Messkampagne UMSICHT 1 / HHS1

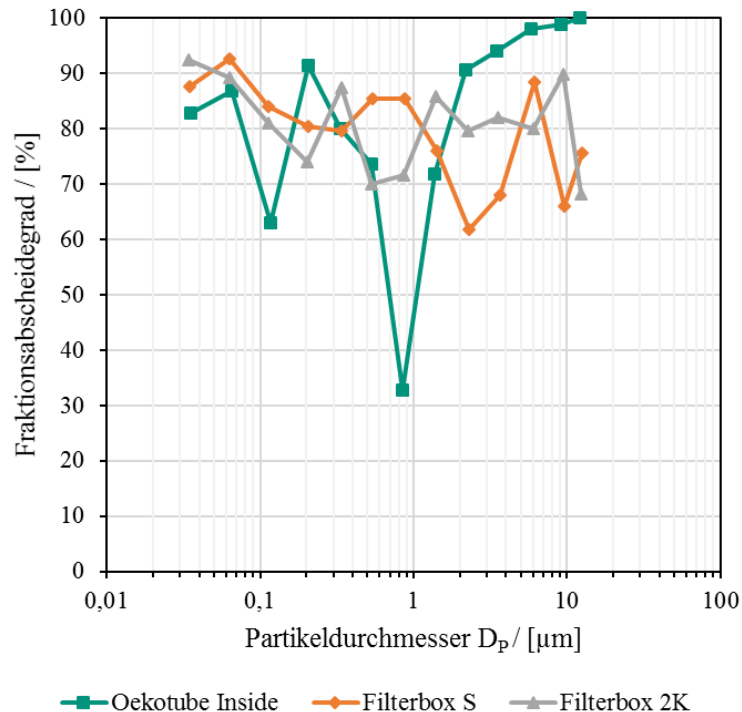


- Bis Stufe 7 (ca. $1,1 \mu\text{m}$): O, K, Cl, und S als dominierende Elemente
- Ab Stufe 8 (ca. $1,1 \mu\text{m}$): Ca und Mg verstärkt als dominierende Elemente
- Tendenziell geringere Gehalte an Ca nach dem E-Filter -> vermutlich stärkere Abscheidung

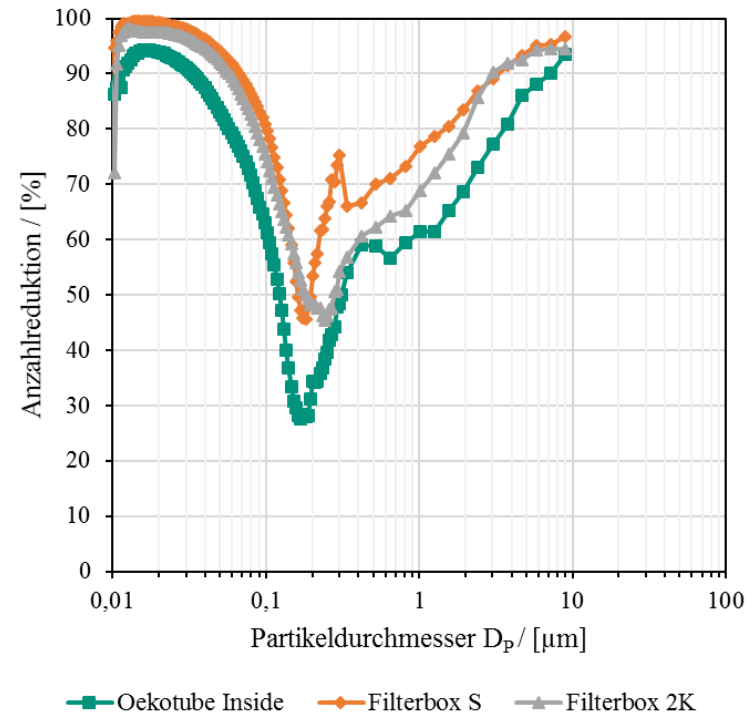
Arbeitspakete und Vorgehensweise

Ergebnisse Partikelabscheidung bei Holzackschnitzel

Fraktionsabscheidegrade Impaktor -
Holzackschnitzel



Anzahlreduktion SMPS -
Holzackschnitzel

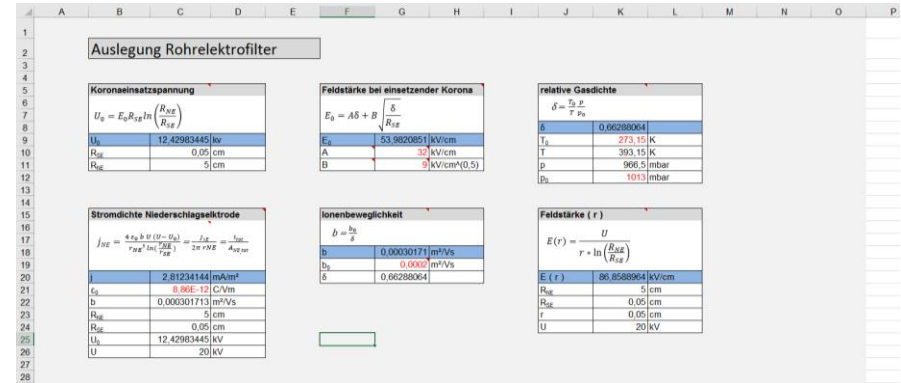


- Impaktor: Fluktuation der Fraktionsabscheidegrade bei allen untersuchten Abscheidern
- SMPS: Ähnliche Partikelabscheidung bei allen untersuchten Abscheidern
→ Minimum bei ca. 0,2 – 0,3 µm

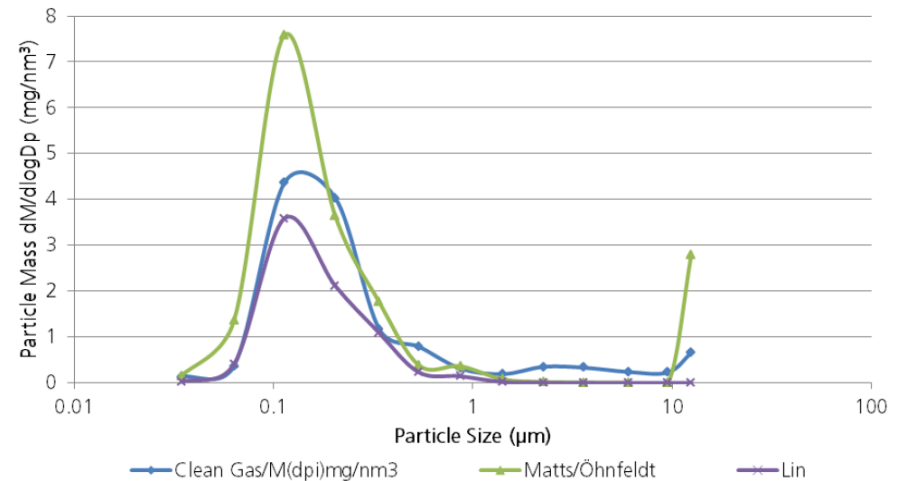
Arbeitspakete und Vorgehensweise

Optimierungsmaßnahmen

- Entwicklung eines Auslegungstools zur Dimensionierung eines elektrostatischen Rohrelektrofilters
- Implementierung in Excel-File



- Plausibilität der Messungen überprüfen
- Vorhersagen über die Abscheidung treffen



Arbeitspakete und Vorgehensweise

Ausgewählte Optimierungsmaßnahmen

- Optimierungsmaßnahmen zielen auf die Erhöhung der elektrischen Feldstärke ab



Oeko Tube Inside

- Neue Elektrodenform
- Automatische Abreinigung



Schraeder Filterbox S

- Neue Elektrodenform
- Neue Steuerung
- Vorabscheidung von Partikeln in Zyklon

FRESBI

»Optimierung der **FR**aktionsabscheidegrade **E**lektrostatischer **St**aubabscheider beim Einsatz in **BI**omassefeuerungen«

Vielen Dank!

Gefördert durch

Kontakt:



Jürgen Oischinger

Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
Gruppe Energie aus Biomasse und Abfall

Fraunhofer UMSICHT

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

An der Maxhütte 1

92237 Sulzbach-Rosenberg

Telefon: 09661-908 448

E-Mail: juergen.oischinger@umsicht.fraunhofer.de

Internet: <http://www.umsicht-suro.fraunhofer.de>



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft