

9. Fachgespräch

Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen



IMPRESSUM

Herausgeber:

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig
Telefon: +49 (0)341 2434-112
Fax: +49 (0)341 2434-133
info@dbfz.de

Förderung:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Geschäftsführung:

Prof. Dr. mont. Michael Nelles (Wissenschaftlicher Geschäftsführer)
Daniel Mayer (Administrativer Geschäftsführer)

DBFZ Tagungsreader, Nr. 10

9. Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen"
am 21. März 2018
Leipzig: DBFZ, 2018
ISSN: 2199-9856 (online)
ISBN: 978-3-946629-29-0

Datum der Veröffentlichung: 13. April 2018

Bilder: DBFZ (Paul Trainer), Jan Gutzeit. Die Rechte für Abbildungen im Rahmen von Abstracts und Präsentationen liegen beim Referenten.

Gestaltung: Stefanie Bader / **DTP:** Daniela Pomsel

Das DBFZ ist nicht verantwortlich für den Inhalt der eingereichten Dokumente. Die Verantwortung für die Texte sowie der Bilder/Grafiken liegt bei den Autoren.

Copyright: Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne die schriftliche Genehmigung des Herausgebers vervielfältigt oder verbreitet werden. Unter dieses Verbot fällt insbesondere auch die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung auf anderen digitalen Datenträgern

9. Fachgespräch

Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

21. März 2018 | Leipzig: DBFZ, 2018

Inhaltsverzeichnis

Grußwort der Veranstalter	6
RAHMENBEDINGUNGEN FÜR SEKUNDÄRMASNAHMEN FÜR FEUERUNGEN	
<i>Dr.-Ing. Andrej Stanev, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.</i> Emissionsminderungsmaßnahmen bei Biomassefeuerungsanlagen – Ergebnisse von Aktivitäten des Lenkungsausschusses „Feste Bioenergieträger“	8
<i>Christoph Schade, Karl Schröder Nachf.</i> Vorschriften zur Feinstaubreduzierung – Hürden für Partikelabscheider	20
<i>Niels Alter, C.A.R.M.E.N. e.V.</i> Aktueller Stand der Umsetzung der MCP-Richtlinie in Deutschland	34
INTEGRIERTE LÖSUNGEN	
<i>Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg</i> Untersuchungen der Wirksamkeit von integrierten Emissionsreduktionssystemen bei Scheitholzöfen unter realen Nutzerbedingungen	46
<i>Dr. Ingo Hartmann, DBFZ</i> Minderung der Emissionen aus Scheitholzöfen durch ein zweistufiges integriertes Katalysatormodul	56
HERSTELLER- UND ENTWICKLERFORUM	
<i>Florian Volz, Kutzner + Weber GmbH</i> Partikelabscheider Cyclojekt in der Praxis	64
<i>Bernd Weishaar, OekoSolve AG</i> Staubabscheider und IoT	72
<i>Dennis Hövelmann, IZES gGmbH</i> Projekt IntElekt – Entwicklung eines zulassungsfähigen und massentauglichen elektrostatischen Staubabscheiders	76
<i>Dr. Andrei Bologa, Karlsruher Institut für Technologie</i> CAROLA®-Elektrostatischer Abscheider	86
<i>Christoph Schade, Karl Schröder Nachf.</i> Partikelabscheider Karl Schröder Nachf.	92
NEUES AUS DER FORSCHUNG	
<i>Dr.-Ing. Mohammed Aleysa, Fraunhofer IBP</i> Kombinationsverfahren zur stabilen und effektiven Abgasentstaubung in Biomasseheizkesseln	106
<i>Michael Steiner, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden</i> Partikelmessungen zur Charakterisierung elektrostatischer Abscheider: Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer	116

<i>Jürgen Oischinger, Fraunhofer UMSICHT</i> FRESBI „Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen“	128
--	-----

REFERENTENPROFILE

Aleysa, Mohammad	139
Alter, Niels	139
Bologa, Andrei	140
Hartmann, Ingo	140
Hövelmann, Dennis	141
Oischinger, Jürgen	141
Schade, Christoph	142
Stanev, Andrej	142
Steiner, Michael	143
Thorwarth, Harald	143
Volz, Florian	144
Weishaar, Bernd	144

ANHANG

Veranstalter	146
Teilnehmerliste	148



Weitere Fotos unter: <https://www.flickr.com/photos/139453872@N08>

Grußwort der Veranstalter

Sehr geehrte Referenten und Teilnehmer des 9. Fachgesprächs „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“,

dank Ihrer Mitwirkung konnte auch unsere diesjährige Veranstaltung wieder ein voller Erfolg werden. Wir freuen uns, dass wir mit dem 9. Abscheider-Fachgespräch wieder zahlreiche interessierte Teilnehmer in Leipzig begrüßen durften. Auch die diesjährige Veranstaltung war durch eine Vielzahl von Fragen und inhaltliche Diskussionen zum Thema geprägt und wir möchten uns für Ihr reges Engagement herzlich bedanken!

Nach einer kurzen Einführung und einem Blick auf die Verbreitung innovativer Maßnahmen im MAP, wurden die aktuellen **Rahmenbedingungen für Sekundärmaßnahmen für Feuerungen** – insbesondere die Vorschriften zur Feinstaubreduzierung und den Stand der Umsetzung der MCP-Richtlinie – vorgestellt. Aus den Aktivitäten des Lenkungsausschusses „Feste Bioenergieträger“ geht u.a. hervor, dass viele Entwicklungen angeschoben wurden, manches marktreif geworden ist, aber absehbare Verschärfungen weitere Forschung und Entwicklung benötigen. In der anschließenden Diskussion wurde wieder einmal deutlich wie wichtig faire Marktbedingungen sind. Eine adäquate CO₂-Bepreisung könnte vielen vorhandenen und innovativen Lösungen den Markt öffnen.

Zwei Vorträge widmeten sich **integrierten Lösungen** für die Emissionsreduktion bei Scheitholzöfen. Auch wenn Katalysatoren am Markt für Kleinfeuerungsanlagen noch eine untergeordnete Rolle spielen, gehen einige Akteure davon aus, dass zukünftige Emissionsgrenzwerte für CO, VOC und NO_x kaum ohne Katalysatoren einzuhalten sein werden.

Im **Hersteller- und Entwicklerforum** nutzten fünf Firmenvertreter die Gelegenheit ihre Entwicklungen in Kurzvorträgen zu präsentieren. Vom ersten bis zum neunten Fachgespräch hat sich eine deutliche Professionalisierung der Marktakteure gezeigt, so dass heute für alle Arten von Biomasse-Feuerungen und Leistungsgrößen Abscheider am Markt verfügbar



Dr. Volker Lenz und Dr. Hans Hartmann

sind, wenn auch nicht immer zu den von Nutzern akzeptierten Preisen.

Auch die Vorträge im Programmpunkt **Neues aus der Forschung** zeigten den Fortschritt der letzten Jahre und stimmen hoffnungsvoll, dass zukünftig noch deutlich niedrigere Emissionen aus Holzfeuerungen auch zu erschwinglichen Preisen möglich sein sollten, wenn es zu einer angemessenen Bewertung von THG-Emissionen kommt.

Mit dem nun vorliegenden Tagungsreader bieten wir Ihnen die Möglichkeit, die Vorträge und Abstracts noch einmal nachzuvollziehen. Bitte zögern Sie nicht, bei Rückfragen zu einzelnen Themen die entsprechenden Referenten direkt zu kontaktieren. Für Rückfragen zum Tagungsreader stehen wir unter publikationen@dbfz.de gerne zur Verfügung.

Wir freuen uns auf das 10. Abscheider-Fachgespräch am 13.03.2019 in Straubing und hoffen, Sie dann wieder persönlich begrüßen zu dürfen.

Dr. Volker Lenz, DBFZ Dr. Hans Hartmann, TFZ

Rahmenbedingungen für Sekundärmaßnahmen für Feuerungen

Dr.-Ing. Andrej Stanev, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Emissionsminderungsmaßnahmen bei Biomassefeuerungsanlagen – Ergebnisse von Aktivitäten des Lenkungsausschusses „Feste Bioenergieträger“

Dr.-Ing. Andrej Stanev
 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
 Hofplatz 1
 18276 Gülzow-Prüzen
 Tel.: +49 (0)3843 690 134
 E-Mail: a.stanev@fnr.de

Der o.g. Lenkungsausschuss wurde am 15.07.2014 in Abstimmung mit BMEL, BMUB und BMWi eingerichtet, da trotz technischer Fortschritte bei automatisch beschickten Biomasseheizkesseln ein erhebliches Risiko bestand, dass nach der Einführung der Stufe 2. der 1. BImSchV die Emissionsanforderungen sicher und dauerhaft eingehalten werden können.

Im Jahr 2014 hat der LA ein Aufruf zu FuE-Maßnahmen durch die FNR in Abstimmung mit dem BMEL veröffentlicht und mit umfangreichen Fördermaßnahmen maßgeblich die Entwicklungen im Bereich „Emissionsminderungsmaßnahmen bei Kleinfeuerungen“ bestimmt.

Im Rahmen des o.g. Aufrufes wurden insgesamt 30 FuE-Vorhaben (davon 8 Verbundvorhaben mit 23 Teilvorhaben) gefördert. Die Mehrzahl der Projekte ist bereits abgeschlossen bzw. die letzten Vorhaben werden demnächst beendet.

Zur Zeit läuft ein neuer FuE-Aufruf des LA mit erweiterter Zielsetzung und Schwerpunkten, Termin zur Abgabe der Projektvorschläge ist der 30.04.2017.

Die Präsentation zeigt aktuelle Ergebnisse von Projekten des Lenkungsausschusses zu Partikelabscheidern und Emissionsminderungsmaßnahmen an Biomassefeuerungen auf und gibt einen Ausblick auf die nächsten Ziele des Lenkungsausschusses unter Berücksichtigung der aktuellen Rahmenbedingungen.

www.fnr.de

EMISSIONSMINDERUNGSMABNAHMEN BEI BIOMASSEFEUERUNGSANLAGEN – ERGEBNISSE VON AKTIVITÄTEN DES LENKUNGS AUSSCHUSSES "FESTE BIOENERGIETRÄGER"

DR. ANDREJ STANEV
 FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V.

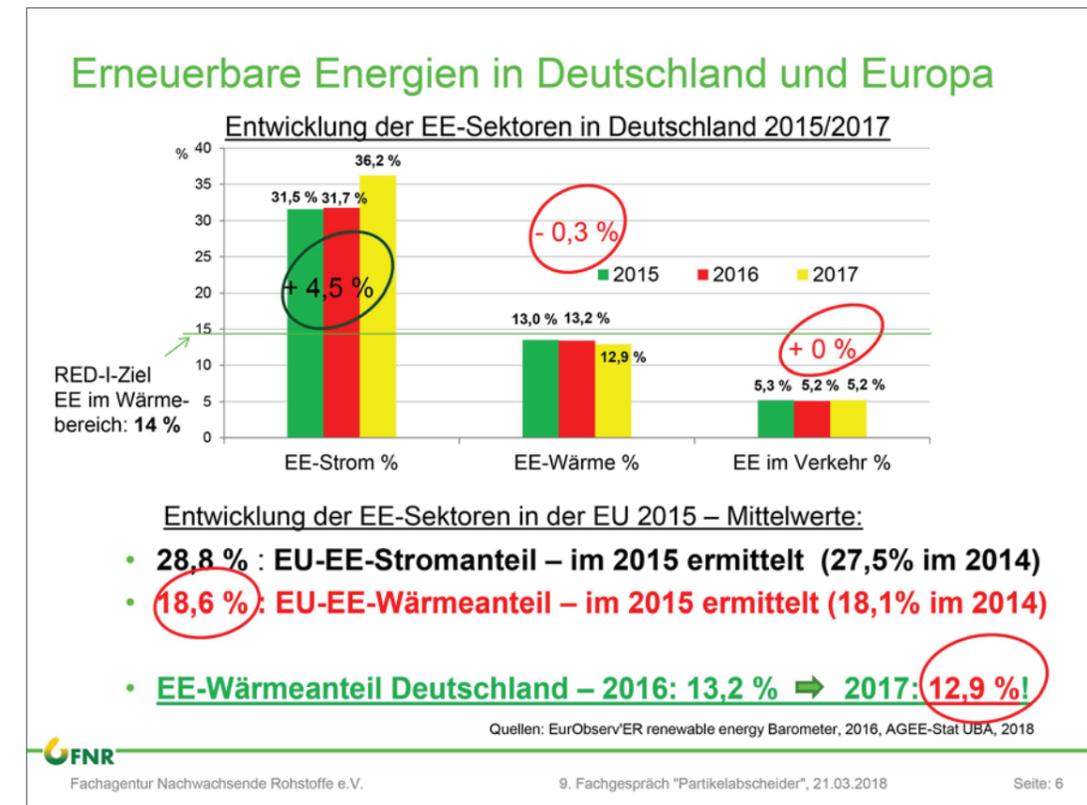
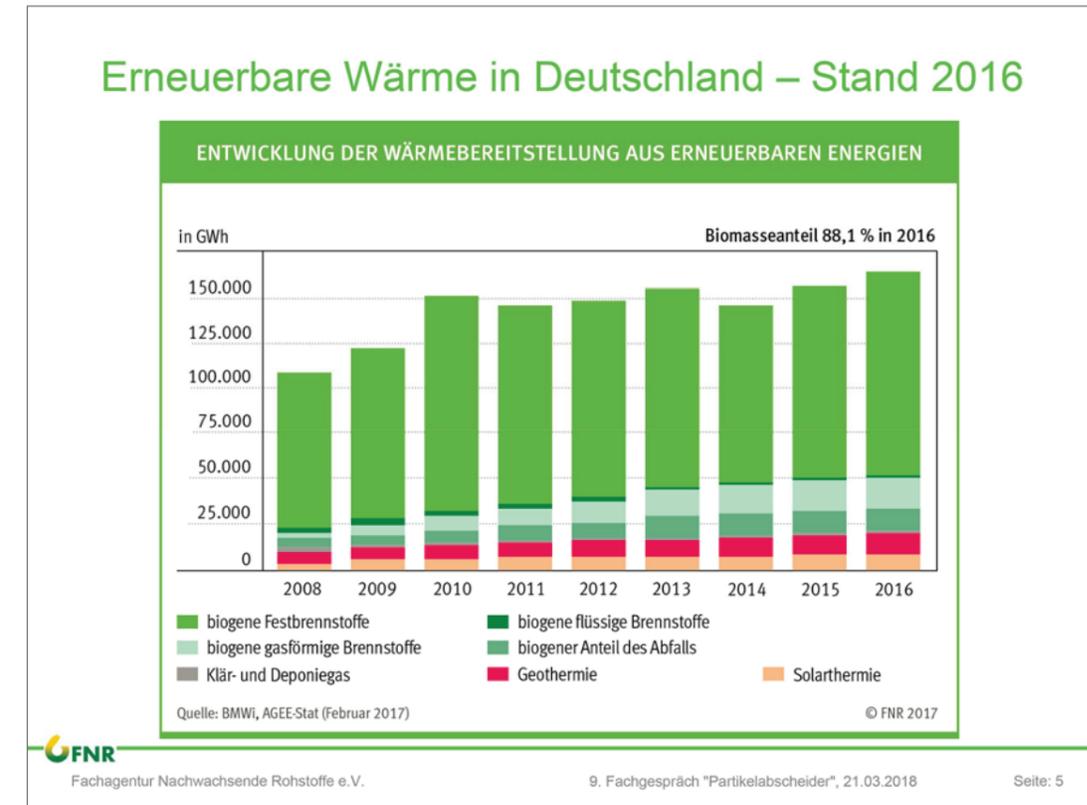
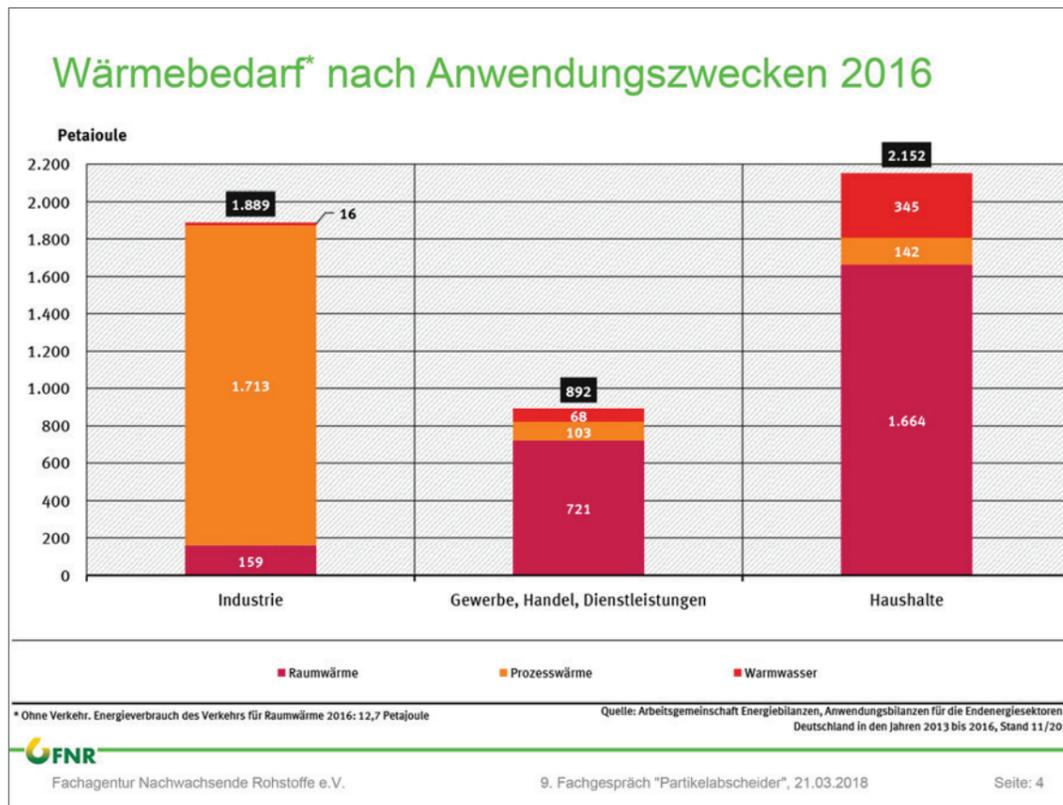
Dr.-Ing. Andrej Stanev
 FNR e.V., 21.03.18

Gefördert durch:
 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FNR
 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Inhalt

- Einführung,
- Erneuerbare Wärme und feste Biobrennstoffe,
- Aktuelle Aktivitäten des Lenkungsausschusses zu Maßnahmen in Bezug auf die 2. Stufe der 1. BImSchV,
- Fördermöglichkeiten des BMEL bzw. der FNR
- Ausblick.



Emissionsrelevante Rahmenbedingungen für den Betrieb von Biomassefeuerungsanlagen

- **EU-Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG),**
- **Novellierte 1. BImSchV, 2. Stufe ab 01.01.2015**
- Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoffkesseln (ab 01.01.2020 für Anlagen < 500 kW, **EU-V 2015/1189 vom 28. April 2015: Ökodesign-Verordnung**),
- **Richtlinie (EU) 2015/2193 (MCP-RL: Anlagen > 1 und < 50 MW - Umsetzungsfrist bis 17.12.2017) → x. BImSchV (Entwurf)**
- **VDI-Richtlinien 4206, 4207 und 4208:** „Messen von Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen, Messen an Anlagen für Feste Brennstoffe“,
- **VDI-Richtlinie 3670:** Abgasreinigung - Nachgeschaltete Staubminderungseinrichtungen für kleine und mittlere Kleinf Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe;

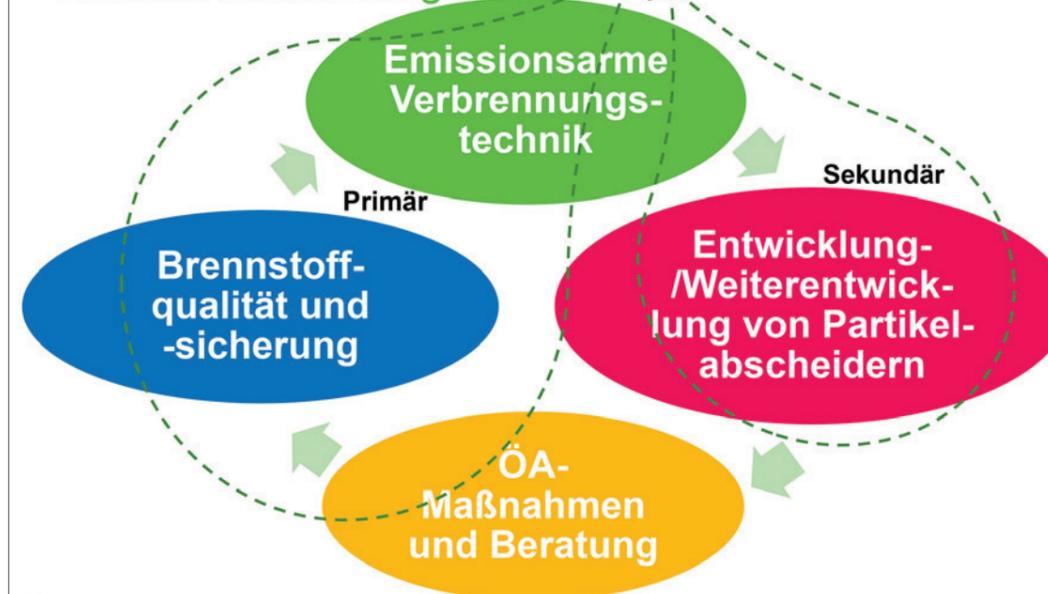


Lenkungsausschuss zu Maßnahmen in Bezug auf die Förderung von Biowärme/Festen Biobrennstoffen

- **Konstituierende Sitzung: 15. Juli 2014 in Berlin;**
- **Struktur aktuell: 3 AG zur Steuerung von FuE-Maßnahmen;**
- **Die Steuerungsgruppe (SG „Lenkung“) entscheidet über den Bedarf zusätzlicher Maßnahmen und Aktivitäten;**
- **Die AG „Politische Rahmenbedingungen“ floss in die SG „Lenkung“ ein.**

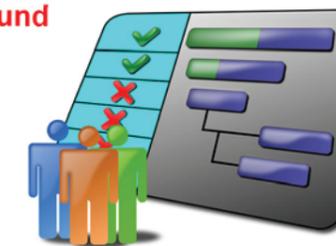


LA - Handlungs- bzw. Forschungsbedarf zur Emissionsminderung (EM)



LA-Aktivitäten zur EM: Zusammenfassung - 1.Phase

- **Es wurden insgesamt 30 FuE-Vorhaben (3 noch laufende), (davon 8 Verbundvorhaben mit 23 Teilvorhaben) gefördert,**
- Der LA veröffentlichte **ÖA-Materialien** und organisierte bereits **5 Veranstaltungen** im Rahmen der LIGNA (2015 und 2017), AGRITECHNIKA, BioenergyDecentral (2016, 2018 (Planung)) u.a.,
- LA nahm aktiv Teil an **VDI-, DBFZ-, BMWi- und BMUB-Aktivitäten** zum Thema: „Staubabscheidertechnologien und Rahmenbedingungen“ (Normungs-AK, Fachgespräche u.a.)



Ausgewählte Ergebnisse: Primäre Maßnahmen-EM

Methodik
 Verbrennungsluftströme = f(T, ROC, CO/HC) zur Vermeidung von
 • Sauerstoffdefizit (→ unvollständige Verbrennung),
 • Sauerstoffüberschuss (→ Abkühlereffekte → unvollständige Verbrennung und erhöhte PM-Emissionen).

Verbundvorhaben SenStef
Emissionsarme Verbrennungstechnik von automatisch beschickten Biomassefeuerungen
 Verbund: DBFZ gGmbH, Institut für Sensorik und Informationssysteme (ISIS), Hochschule Karlsruhe, SICK AG, Division Analyzers

Verbundvorhaben EffiPriMa
Entwicklung effizienter Primärmaßnahmen zur Emissionsminderung von Holzhackschnittzellefeuerungen
 Verbund: FhG UMSICHT, Ruhr Universität Bochum, Pozenith GmbH

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 9. Fachgespräch "Partikelabscheider", 21.03.2018 Seite: 11

Ausgewählte Ergebnisse: Sekundäre Maßnahmen-EM

Kompakte Konstruktion - 4 Varianten: CCA 25 - 200 für Kessel mit 25 - 200 kW
 Elektrostatische Aufladung
 Automatische Abreinigung
 Filteraschesammlung

Abscheidegrade 70 - 90%
 Energiebedarf 40 - 100 W

Verbundvorhaben CAROLA
Weiterentwicklung von Feinstaubabscheidern und Feldtests mit Holzgefeuerten automatisch beschickten Heizkesseln
 Verbund: KIT HDG Bavaria GmbH Carola Clean Air GmbH

Abscheidegrade in %

Teststand	1	2	3	4	5	6	7
HDG-Teststand	81	75	75	78	84	80	88
CCA-Teststand							

Vorhaben-Ergebnisse

- Marktgängig, DIBt-Zulassung
- Rohgas 50 - 130 mg/m³: Abscheidgrad 70 - 90 %
- Grenzwerte der 1. BImSchV (2.Stufe) unterschritten.
- Stabiles Betriebsverhalten im Voll- und Teillastbetrieb
- Praxistauglichkeit wurde in Feldtests nachgewiesen.

Quellen: CCA GmbH, KIT

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 9. Fachgespräch "Partikelabscheider", 21.03.2018 Seite: 12

Ausgewählte Ergebnisse: Sekundäre Maßnahmen-EM

OekoTube

- 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

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

Verbundvorhaben FRESBI
Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen
 Verbund: FhG UMSICHT, Ostbayerische TH Amberg-Weiden (OTH), Karl Schröder Nachf. GmbH

Quelle: FhG UMSICHT

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 9. Fachgespräch "Partikelabscheider", 21.03.2018 Seite: 13

Ausgewählte Ergebnisse: Sekundäre Maßnahmen-EM

- Kombinationsverfahren (ENF-Verfahren) zur Abgasbehandlung in Verbrennungsanlagen zur Verfeuerung von festen Brennstoffen

Ziele

- hohe und effiziente Feinstaubabscheidung,
- deutliche Reduzierung von sauren Schadstoffkomponenten (wie z. B. SO₂, HCl, HF und NO₂)

Ansatz

- Kombination aus einem Feinstaubagglomerationsverfahren mit nachgeschaltetem Fliehkraftabscheider,
- Für die Agglomeration der Partikel kommen elektrostatische, akustische und Nassverfahren oder Kombinationen aus diesen Verfahren zum Einsatz

Projektleiter und -partner

- Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP),
- Kutzner und Weber GmbH

Quelle: FhG IBP

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. 9. Fachgespräch "Partikelabscheider", 21.03.2018 Seite: 14

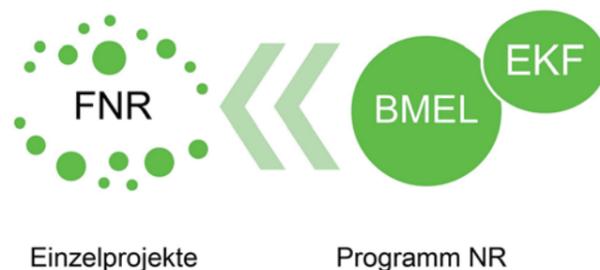
Förderung Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

- I. Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe des BMEL (FP NR)
- II. Energie- und Klimafonds (EKF) - auf der Basis des FP NR



Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe (FPNR)

- Haushalt des BMEL – FP NR:
 - 2015: 59 Mio. € 2017: 61 Mio. €
(inkl. 10 Mio. € für „Nationale Projekte der nachhaltigen Waldwirtschaft“)
- Energie- und Klimafonds der Bundesregierung (EKF):
 - 2015: 24 Mio. € 2017: 23,1 Mio. €



Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe

Fokussierung



Stand: 07.08.2017

Ausblick

- Der Stand der Technik im Bereich „Emissionsschutz bei Biomassefeuerungen“ bei Anlagen < 1 MW wurde aufgrund der LA-Aktivitäten erfolgreich fortgeschrieben, aber **neue Herausforderungen in Sicht (x. BImSchV, Öko-Design-RL, u.a.)**;
- Bei **Anlagen der 4. BImSchV bzw. x. BImSchV**, könnte insbesondere im unteren Leistungsbereich (< 5 MW_{th}) **Handlungsbedarf** vorliegen;
- Aktivitäten des Lenkungsausschusses haben mit gezielten Maßnahmen **Hemmnissen, die durch Schadstoffemissionen von Klein- und Mittelgroßfeuerungsanlagen hervorgerufen werden**, entgegengewirkt,
- Das LA-Handlungsfeld: „**Feste Biobrennstoffe**“ wird mit **neuen Zielen erweitert**, - **aktueller Förderaufruf läuft bis zum 30.04.2018!**

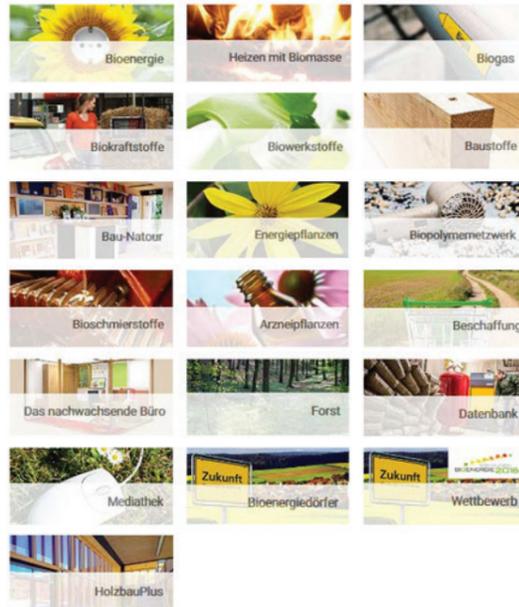
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**Fachagentur
Nachwachsende Rohstoffe e.V.**
OT Gülzow
Hofplatz 1
D-18276 Gülzow-Prüzen

Tel.: +49 3843 6930-0
Fax: +49 3843 6930-102

E-Mail: info@fnr.de
Internet: www.fnr.de



Christoph Schade, Karl Schröder Nachf.

Vorschriften zur Feinstaubreduzierung – Hürden für Partikelabscheider

Christoph Schade

K. Schröder Nachf.

Hemsack 11-13

59174 Kamen

Tel.: +49 (0)2307 9730022

E-Mail: c.schade@schraeder.com

Im Rahmen der Energiewende fördert die Politik den Ausbau der erneuerbaren Energien und damit auch den Einsatz von Holz als Brennstoff. Begleitend gibt die 1. BImSchV strenge Grenzwerte für Staubemissionen aus kleinen und mittleren Holzfeuerungen vor. In Stuttgart gelten zusätzliche Beschränkungen für den Betrieb von Kleinfeuerungsanlagen.

Gleichzeitig unterstützt der Bund mit dem Marktanzreizprogramm MAP über das BAFA nicht nur Investitionen in Biomassefeuerungen, sondern auch die Installation von Staubabscheidern an solchen Anlagen.

Vor diesem Hintergrund wird die 1. BImSchV – auch aus der Perspektive des MAP – betrachtet und zugleich werden die Vorgaben, die die Verordnung an Partikelabscheider stellt, kritisch hinterfragt. Schließlich sind die deutlichen Defizite in der öffentlichen Darstellung der Abscheider anzusprechen.

In der CuR 2017, S. 93ff. wurde der Beitrag „Vorschriften zur Feinstaubreduzierung – Hürden für Partikelabscheider“ veröffentlicht.



9. Fachgespräch
Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen
21. März 2018
DBFZ Leipzig

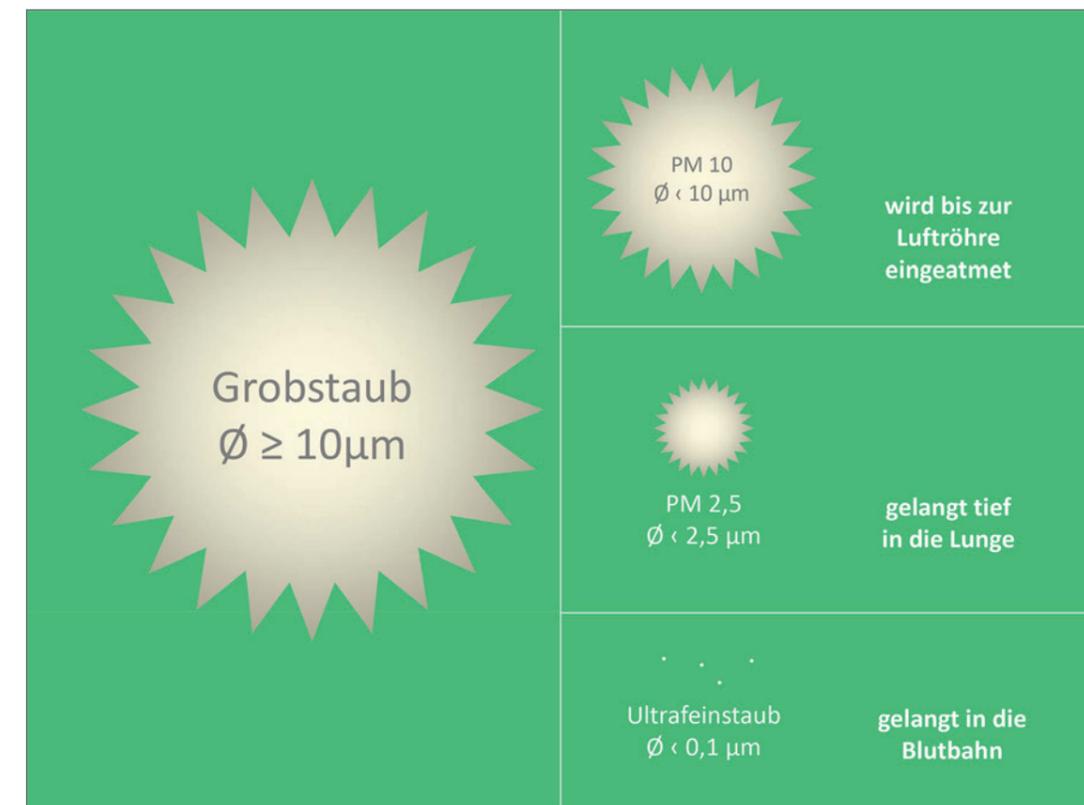


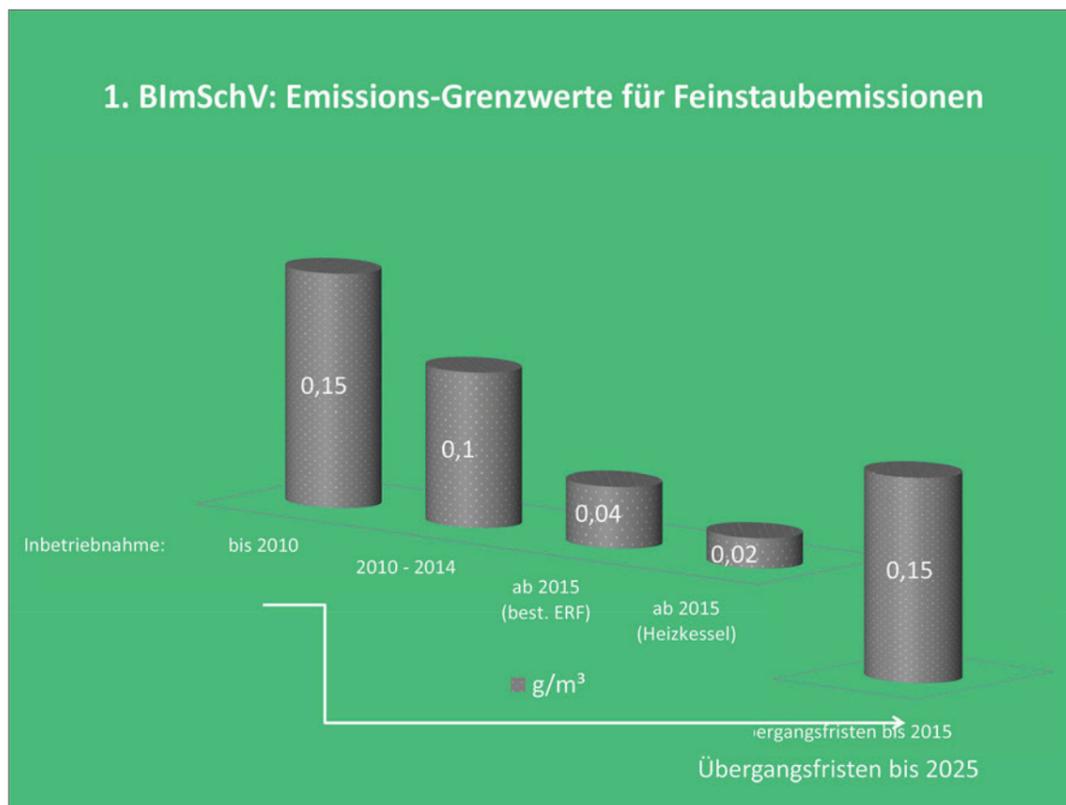
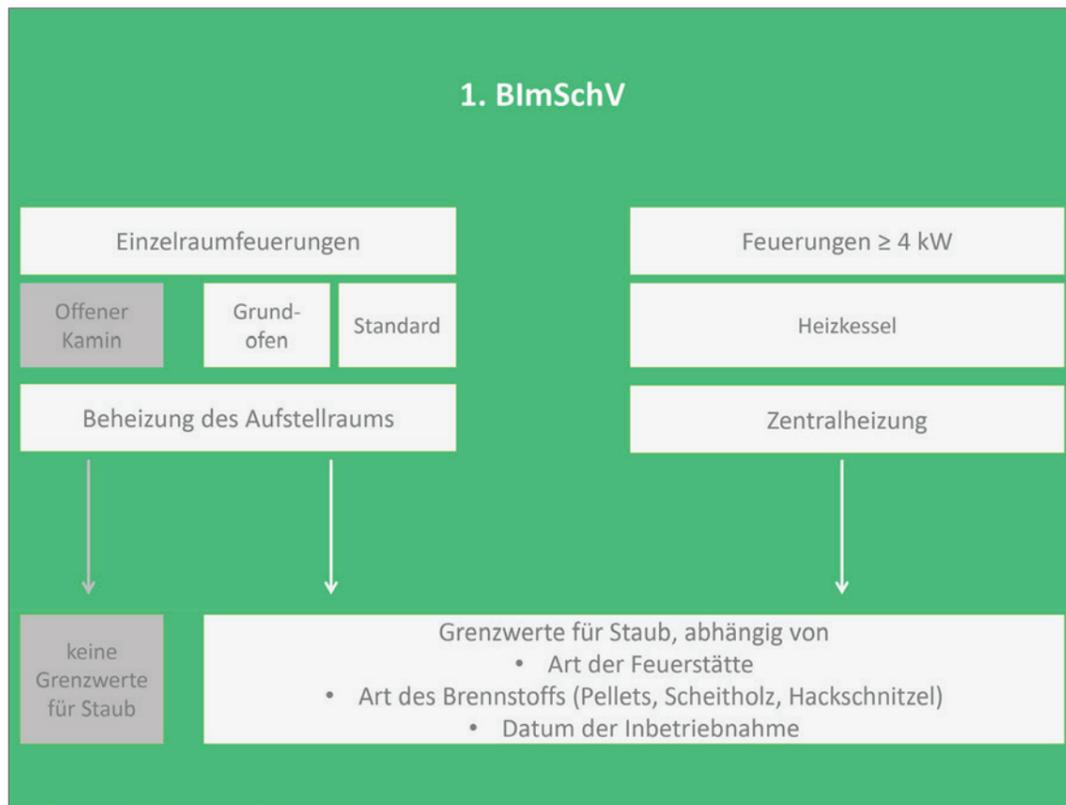


Heizen mit Holz:
nachhaltig - regional - CO₂-neutral



Feinstaub!





Stuttgart: Luftqualitätsverordnung-Kleinfeuerungsanlagen*

Vom 15. Oktober bis zum 15. April dürfen in Stuttgart bei Feinstaubalarm nicht betrieben werden:

- Einzelraumfeuerungsanlagen
- Grundöfen
- Offene Kamine

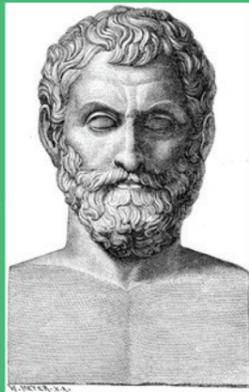
Wichtige Ausnahmen:

- Wärmeversorgung ausschließlich über diese Feuerungsanlage
- Pelletfeuerungen
- Einzelraumfeuerungsanlagen mit nachgeschalteter **Einrichtung zur Reduzierung der Staubemissionen** nach dem Stand der Technik (§ 4 Abs. 6 1. BImSchV)
- Einzelraumfeuerungsanlagen, die nach dem 31. Dezember 2014 errichtet wurden und für die die Grenzwerte der Stufe 2 der 1. BImSchV gelten

Verordnung der Landesregierung über Betriebsbeschränkungen für kleine Feuerungsanlagen (Luftqualitätsverordnung Kleinfeuerungsanlagen) vom 31. Januar 2017 (DStV 5, 56)

Das elektrostatische Prinzip

Thales von Milet



Benjamin Franklin



Das elektrostatische Prinzip

„The problem of air pollution is one which grows with our modern civilization and, generally is a direct result of it. By far the most serious sources of air pollution are man made.“ (Harry J. White, 1962)

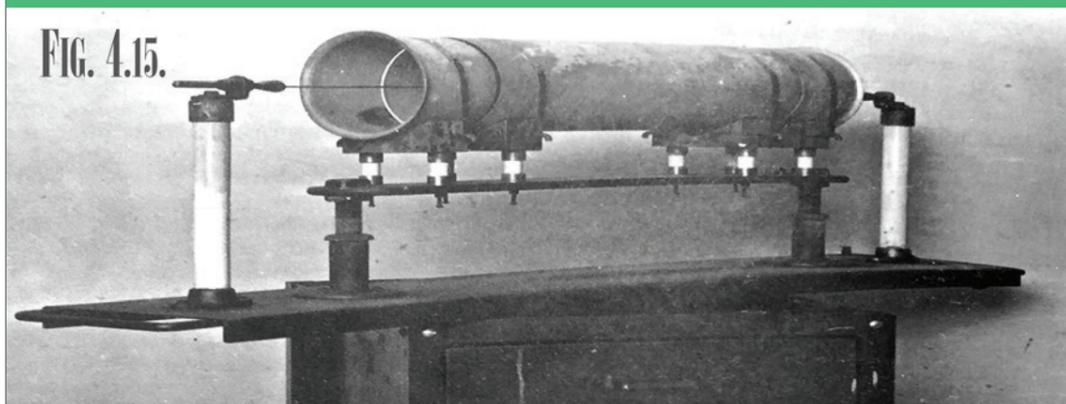


Portland, Oregon

Das elektrostatische Prinzip

Photograph of electrode assembly used in pressure vessel.

(Courtesy Research-Cotrelle, Inc.)
Harry J. White, Electrostatical Precipitation, 1963



Abscheider für kleine Holzfeuerungen

Montage auf der Schornsteinmündung



Montage in der Verbindungsleitung



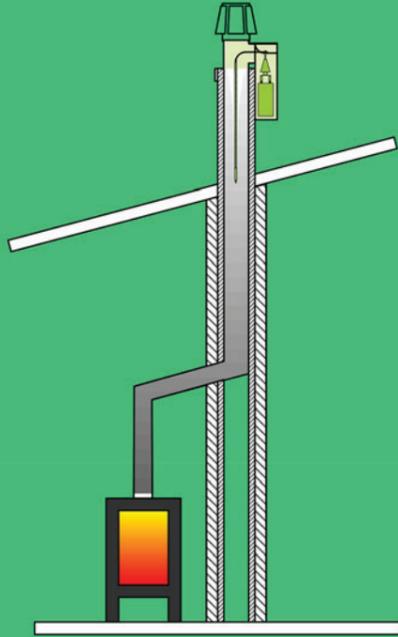
Abscheider für kleine Holzfeuerungen



1. BImSchV: Kontrolle

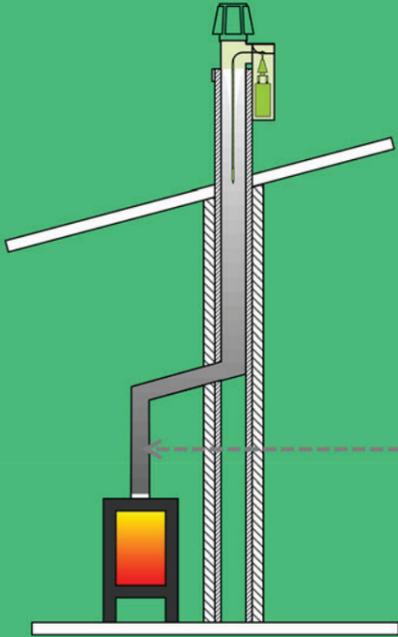
Einzelraumfeuerungen			Feuerungen ≥ 4 kW	
Offener Kamin	Grund-ofen	Standard	Heizkessel	
Typenprüfung/ Prüfstandmessung Herstellernachweis			Messung durch Schornsteinfeger alle 24 Monate	

1. BImSchV: Kontrolle



Feuerungen ≥ 4 kW
Heizkessel
Messung durch Schornsteinfeger alle 24 Monate
... hinter dem Abscheider im Verlauf der Abgasstrecke
beim mündungsbasierten Filter nicht möglich <small>(vgl. VDI 4207 Bl. 2)</small>

Alternative Ermittlung der Staubemissionen



Feuerungen ≥ 4 kW
Heizkessel
Messung durch Schornsteinfeger alle 24 Monate
... im Rohgas
und Umrechnung mit Abscheide-Quotienten

Alternative Ermittlung der Staubemissionen





Marktanreizprogramm (MAP) - Förderung für Abscheider -
Mindestabscheidegrad
Funktion und Wirksamkeit geprüft

Alternative Ermittlung der Staubemissionen

1. BImSchV § 13 (Ergänzung)

(1a) Die Feststellung der Feinstaubemissionen kann auch dadurch erfolgen, dass der Feinstaubanteil im Rohgas gemessen und der Staubgehalt anschließend durch Umrechnung mit dem Abscheidegrad der Abscheideeinrichtung ermittelt wird, sofern die Funktion und Wirksamkeit des Abscheiders von einer unabhängigen fachlich anerkannten Einrichtung entsprechend den jeweils geltenden technischen Normen geprüft und dokumentiert wurde.

Mindestabscheidegrad

Funktion und Wirksamkeit geprüft



mehr im Schröder-Feinstaub-Newsletter



Geschafft!

K. Schröder Nachf.
Hemsack 11-13
59174 Kamen
02307 9730022
www.schraeder.com

Niels Alter, C.A.R.M.E.N. e.V.

Aktueller Stand der Umsetzung der MCP-Richtlinie in Deutschland

Niels Alter
C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: +49 (0)9421 960-356
E-Mail: niels.alter@carmen-ev.bayern.de

Die Umsetzung der Medium Combustion Plants Directive (MCPD) der EU in Deutsches Recht hätte bis Dezember 2017 erfolgen müssen. Die zunächst vorgesehene Implementierung der MCPD in die TA Luft wurde aufgegeben, stattdessen erwartet die Branche nun seit Anfang 2017 eine neue Bundesimmissionsschutzverordnung für den Bereich der Biomassefeuerungen im Leistungsbereich von 1-50 MW. Bedingt durch die Bundestagswahl 2017 und die offenbar schwierige Regierungsbildung, vermutlich aber auch durch den vehementen Widerstand der Holzenergiebranche und deren Verbände, wurden die hinsichtlich der Grenzwertsetzung überzogenen Entwürfe von 2016 bisher nicht umgesetzt. Zu hoch waren aus Branchensicht die Ansprüche bei Stickoxiden, Feinstaub und Kohlenmonoxid, zu knapp die Übergangsfristen, zu undifferenziert die Abstufungen der Leistungsklassen.

Mit der Arbeitsaufnahme einer neuen Bundesregierung wird die Freigabe des schon lange in den Schubladen des BMUB liegenden Referentenentwurfs der

43./44. BImSchV erwartet. Seit der Verbändeanhörung zur Novellierung der TA Luft im Dezember 2016 gibt es keinerlei offizielle Verlautbarungen darüber, ob die zahlreichen Einwände im neuen Entwurf berücksichtigt wurden.

Idealerweise kann beim Filterfachgespräch 2018 der neue Entwurf bereits vorgestellt und diskutiert werden. Andernfalls gilt es, die Branche hinsichtlich dieses Themas wach zu halten, so dass noch rechtzeitig Einfluss auf den anstehenden Prozeß zur Verabschiedung der neuen BImSchV genommen werden kann. Auch könnte nochmals die Dringlichkeit der Entwicklung und auch des vermehrten Praxiseinsatzes von emissionsmindernden Maßnahmen dargestellt werden, um den Ansprüchen von Politik und Umweltverbänden zukünftig gerecht zu werden und eine energetische Nutzung der festen Biomasse, speziell im häuslichen und kommunalen Bereich, für die Zukunft zu sichern.

9. FACHGESPRÄCH PARTIKELABSCHIEDER IN HÄUSLICHEN FEUERUNGEN

1. Rahmenbedingungen für Sekundärmaßnahmen für Feuerungen

44. BImSchV - Aktueller Stand der Umsetzung der MCP-Richtlinie in Deutschland

Dipl.-Ing.(FH) Niels Alter
Leipzig, 21. März 2018

Folie 1



MEDIUM COMBUSTION PLANTS DIRECTIVE (MCPD)

Richtlinie (EU) 2015/2193 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2015 zur Begrenzung der Emissionen bestimmter Schadstoffe aus mittelgroßen Feuerungsanlagen in die Luft

Ziele der Richtlinie:

- Feuerungsanlagen mit FWL von 1 – <50 MW
- alle Brennstoffe
- auch Verbrennungsmotor- und Gasturbinenanlagen
- Begrenzung der Emissionen (Staub, NOx, SOx)
- Monitoring von CO
- Gestützt auf Artikel 192 AEUV

Die MCPD schließt eine europäische Regelungslücke zwischen

- Ökodesign-RL 2009/125/EG
- Industrieemissionsrichtlinie 2010/75/EU (IE-Richtlinie)

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32015L2193>

Folie 2



MEDIUM COMBUSTION PLANTS DIRECTIVE (MCPD)

Fristen der Richtlinie:

- Inkrafttreten zum 19. Dezember 2015
- Nationale Umsetzung bis 19. Dezember 2017**
- Neue Anlagen Registrierung und Anforderungen ab 20. Dez. 2018**
- Bericht an EU zu CO bis zum 1. Januar 2021
- Registrierung bestehende Anlagen > 5 MW vor 1. Jan 2024
- Einhaltung Anforderungen > 5 MW* ab 1. Januar 2025**
- Bericht an EU zu Staub, NOx, SOx bis zum 1. Oktober 2026
- Registrierung bestehende Anlagen ≤ 5 MW vor 1. Jan 2029
- Einhaltung Anforderungen ≤ 5 MW* ab 1. Januar 2030**
- Bericht an EU zu Staub, NOx, SOx bis zum 1. Oktober 2031

*) Bestehende Anlagen

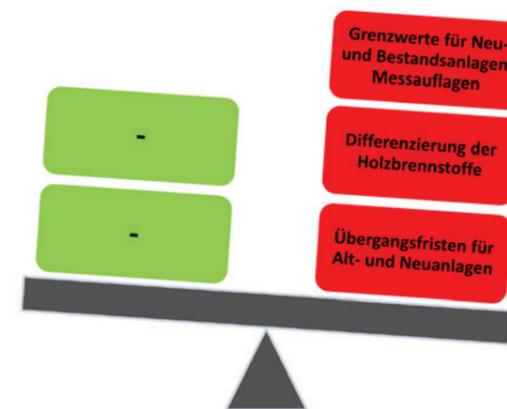
Folie 3



HAUPTKRITIKPUNKTE AM TA LUFT- REFERENTENENTWURF VOM 9.9.2016

Entlastung?

Belastung!

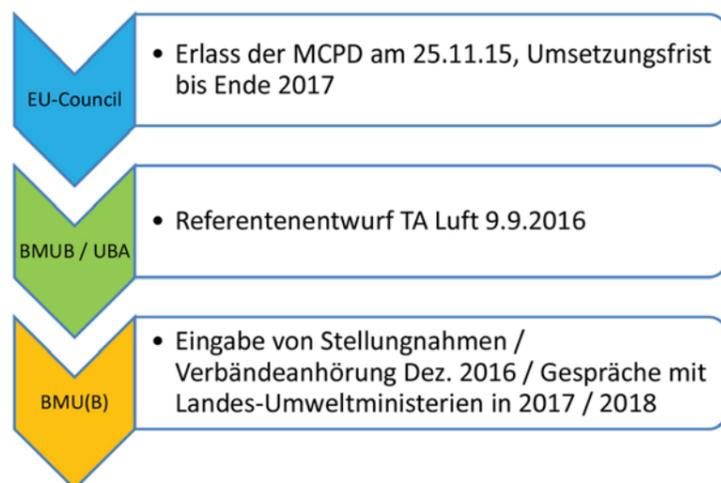


Zubau und Erhalt von Biomasse-Heizwerken und –Heizkraftwerken, speziell in der Klasse von 1 – 5 MW FWL, in akuter Gefahr!

Folie 5



VON DER MCPD ÜBER DIE TA LUFT 2017 ZUR 44. BIMSCHV



Folie 4



STELLUNGNAHME ZUM REFERENTENENTWURF VOM 9.9.2016



erhältlich bei:

C.A.R.M.E.N. e.V.
Abteilung Festbrennstoffe
Dipl.-Ing. (FH) Niels Alter
niels.alter@carmen-ev.bayern.de
Tel. 09421/960-356

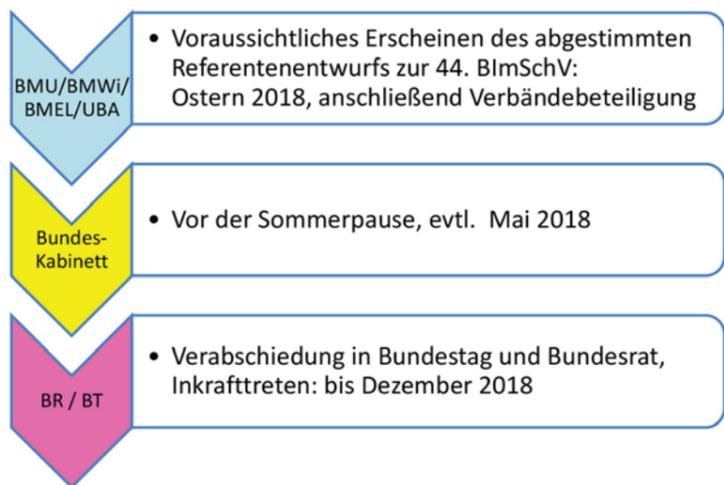
oder unter:

<https://www.fachverband-holzenergie.de/verband/positionen/holzwaerme>

Folie 6



VON DER MCPD ÜBER DIE TA LUFT 2017 ZUR 44. BIMSCHV



Folie 7



GEPLANTE GRENZWERTE 44. BIMSCHV

Entwurf für feste Biobrennstoffe (Auswahl):

[mg/m ³] 6% O ₂	< 1 MW *)	1–<5 MW	5–<15 MW	15–<20 MW	≥ 20 MW
Staub	20 °)	20 *)	10 *)	10 *)	10 *)
NO_x	750	370	300 a)	200 a)	200
SO_x		200 b)			100 b)

- +) Nur genehmigungsbedürftige Anlagen
- °) Bei naturbelassenem Holz: 35 mg/m³
- *) Bestehende Anlagen mit Filter: bei naturbelassenem Holz 30 mg/m³, sonstige Brennstoffe: 20 mg/m³
- a) Bestehende Anlagen: 370 mg/m³
- b) Nicht bei naturbelassenem Holz

Folie 9

Quelle: UBA / BMUB, 15.3.2018



FAKTOREN (F) ZUR UMRECHNUNG VON EMISSIONSANGABEN BEI UNTERSCHIEDLICHEM BEZUGSSAUERSTOFFGEHALT

Bezugs-O ₂ -Gehalt (%)	Emission E _{ref}									
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4	–	0,941	0,882	0,824	0,765	0,706	0,647	0,588	0,529	0,470
6	0,63	–	0,938	0,875	0,813	0,750	0,688	0,625	0,562	0,500
7	1,214	1,143	1,071	–	0,929	0,857	0,786	0,714	0,642	0,570
8	1,308	1,231	1,154	1,077	–	0,923	0,846	0,769	0,692	0,615
9	1,417	1,333	1,250	1,167	1,083	–	0,917	0,833	0,750	0,667
10	1,545	1,455	1,364	1,273	1,182	1,091	–	0,909	0,818	0,727
11	1,700	1,600	1,500	1,400	1,300	1,200	1,100	–	0,900	0,800
12	1,889	1,778	1,667	1,556	1,444	1,333	1,222	1,111	–	0,889
13	2,125	2,000	1,875	1,750	1,625	1,500	1,375	1,250	1,125	–

Anwendung:

$$E_{ref} = F \cdot E_{ref}$$
 mit
$$F = \frac{21 - O_{2,ref}}{21 - O_{2,at}}$$

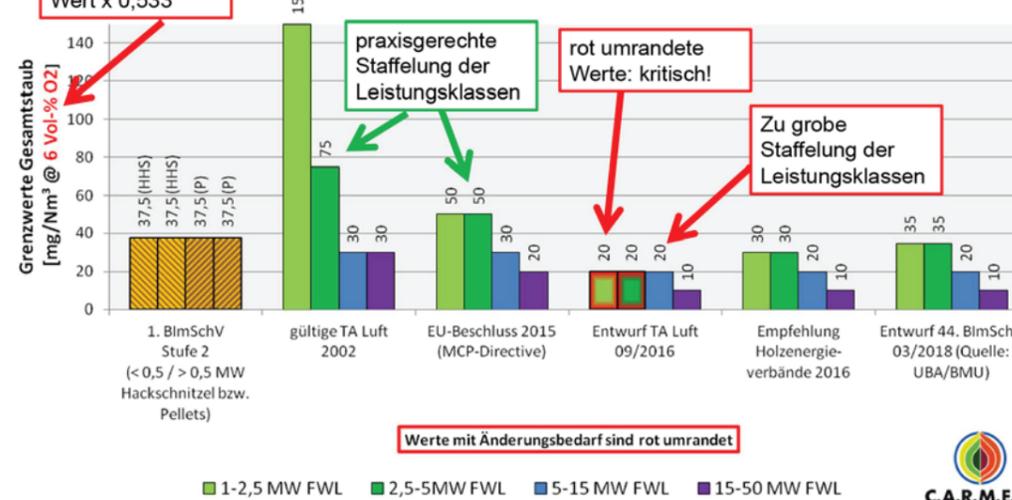
Berechnungsbeispiel:
 gegeben: CO_{at} bei 13 % O₂ = 150 mg/Nm³
 gesucht: CO_{ref} bei 11 % O₂
 Ergebnis: Umrechnungsfaktor F = 1,250
 CO_{ref} = 1,250 × 150 mg/Nm³ = 188 mg/Nm³

Folie 8

Quelle: FNR, Handbuch Bioenergie Kleinanlagen



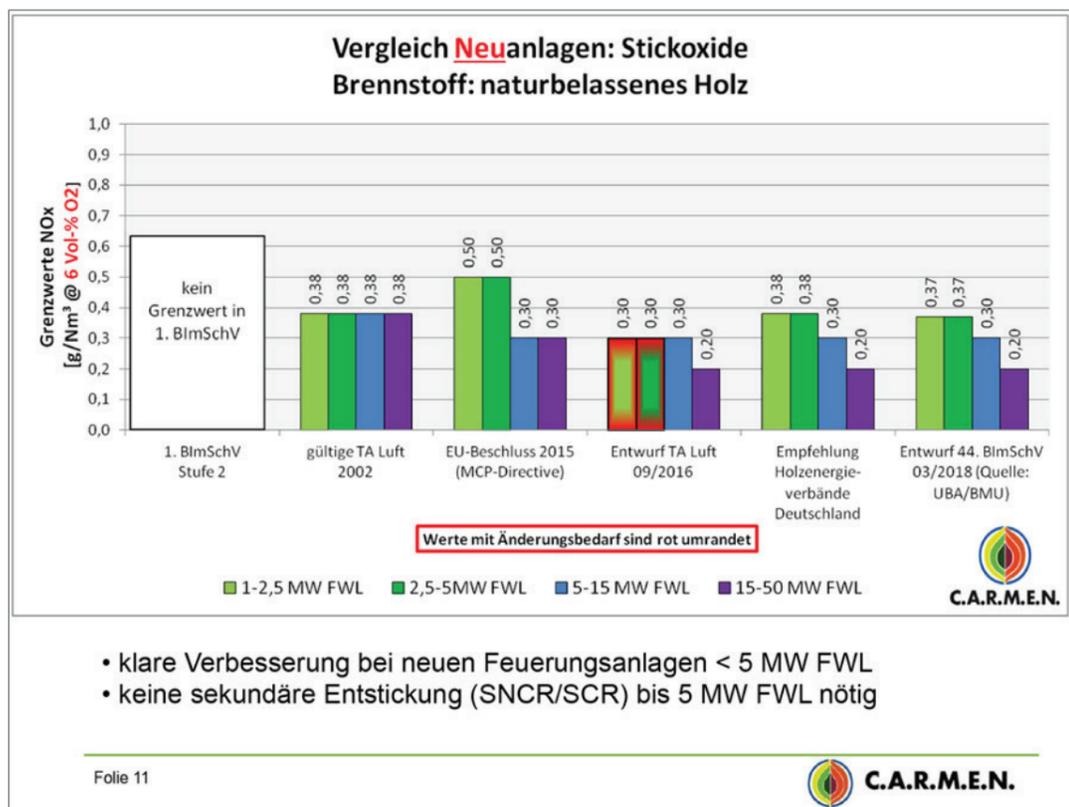
Grenzwertvergleich **Neuanlagen**: Gesamtstaub Brennstoff: naturbelassenes Holz



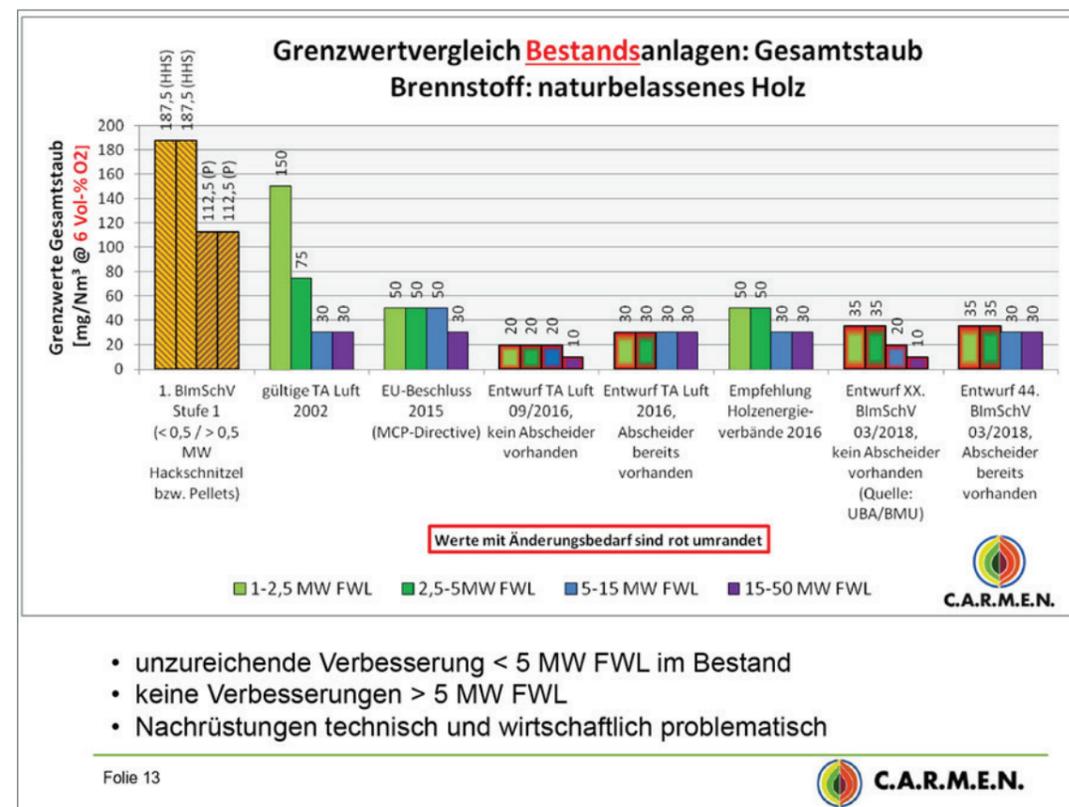
- klare Verbesserung bei neuen Feuerungsanlagen < 5 MW FWL
- vermutlich wesentlich härtere Messvorgaben als in 1. BImSchV

Folie 10

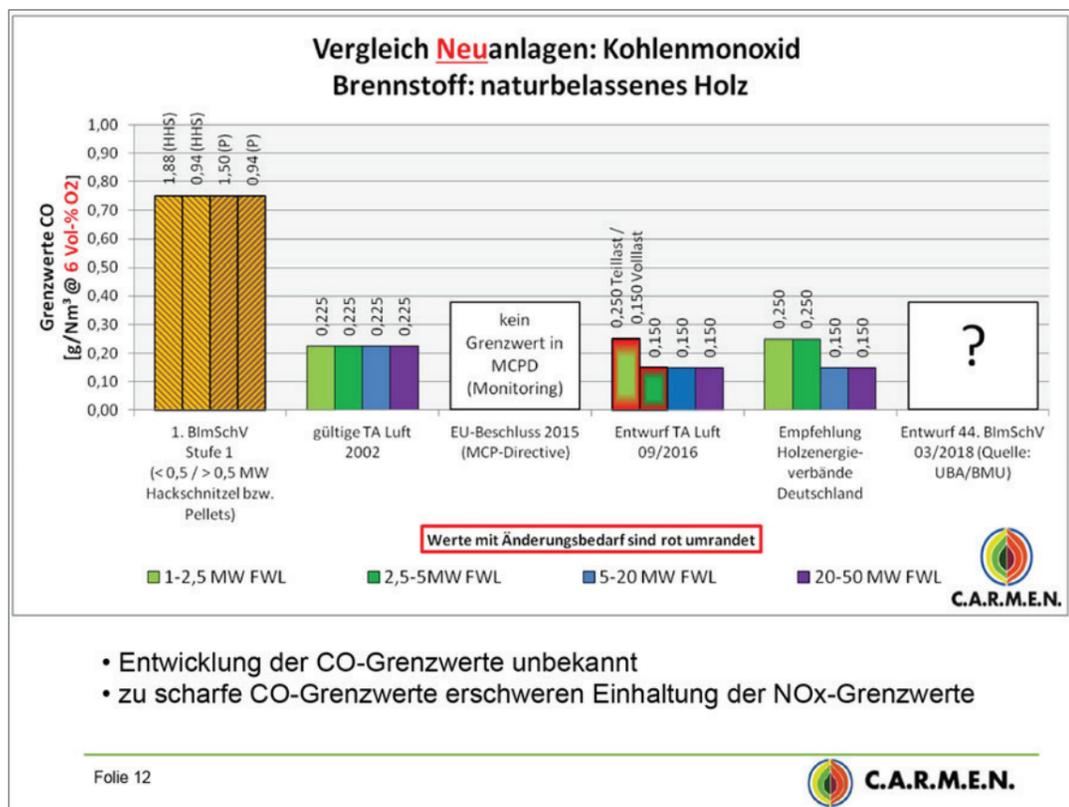




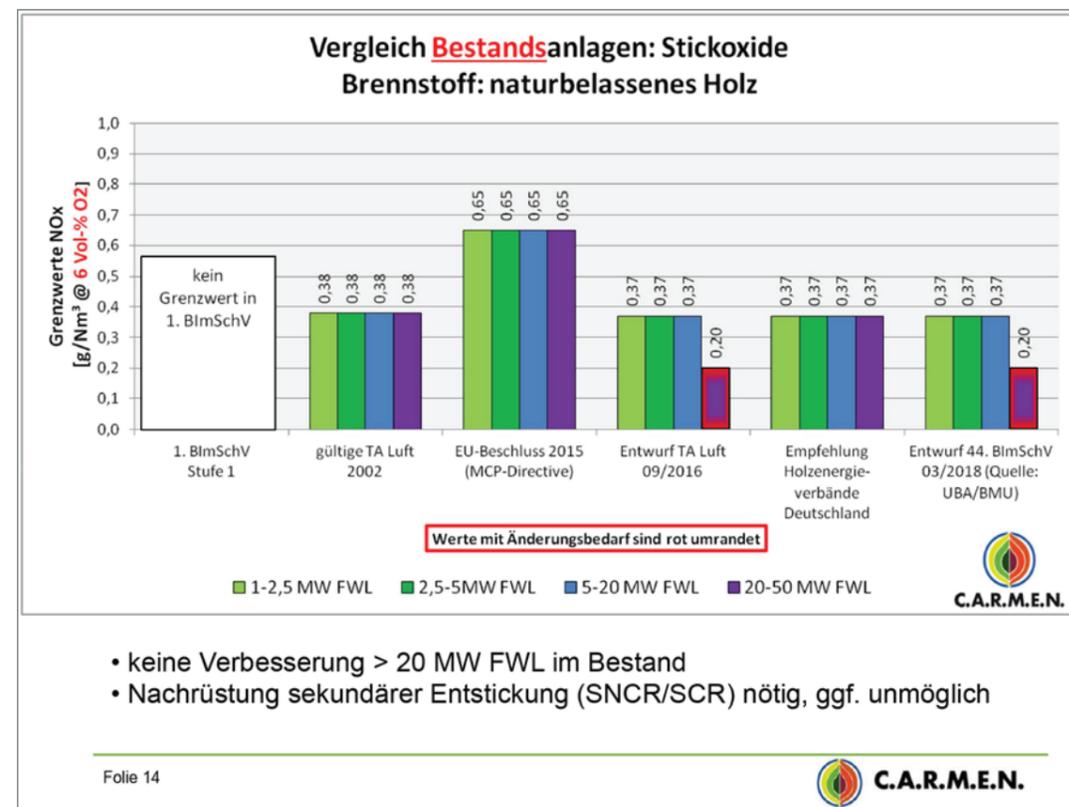
- klare Verbesserung bei neuen Feuerungsanlagen < 5 MW FWL
- keine sekundäre Entstickung (SNCR/SCR) bis 5 MW FWL nötig



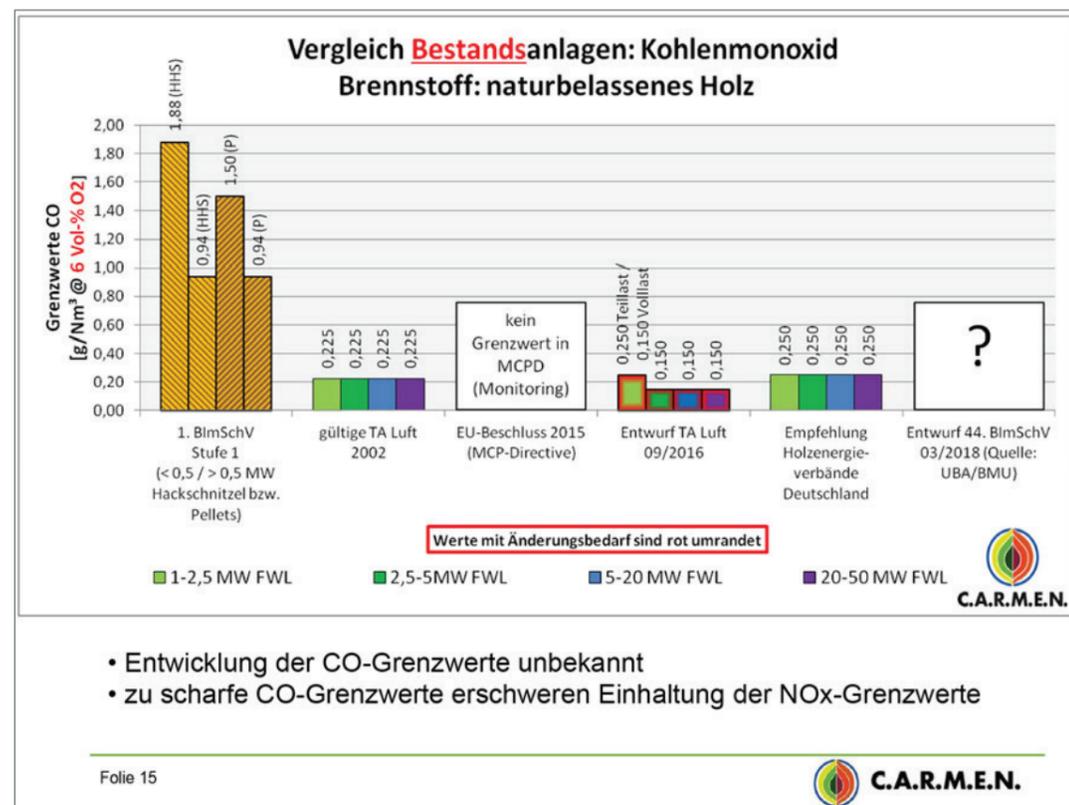
- unzureichende Verbesserung < 5 MW FWL im Bestand
- keine Verbesserungen > 5 MW FWL
- Nachrüstungen technisch und wirtschaftlich problematisch



- Entwicklung der CO-Grenzwerte unbekannt
- zu scharfe CO-Grenzwerte erschweren Einhaltung der NOx-Grenzwerte



- keine Verbesserung > 20 MW FWL im Bestand
- Nachrüstung sekundärer Entstickung (SNCR/SCR) nötig, ggf. unmöglich



EXKURS: IST AUCH CO₂ EIN SCHADSTOFF IM SINNE DES BIMSCHG?

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG)**
Ausfertigungsdatum: 15.03. **1974**
- § 1 Zweck des Gesetzes**
(1) Zweck dieses Gesetzes ist es, Menschen, Tiere und Pflanzen, den Boden, das Wasser, **die Atmosphäre** sowie **Kultur- und sonstige Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen zu schützen und dem Entstehen schädlicher Umwelteinwirkungen vorzubeugen.**

Folie 16

EXKURS: IST AUCH CO₂ EIN SCHADSTOFF IM SINNE DES BIMSCHG?

• § 1 Zweck des Gesetzes

(2) Soweit es sich um genehmigungsbedürftige Anlagen handelt, **dient dieses Gesetz auch**

– **der integrierten Vermeidung und Verminderung schädlicher Umwelteinwirkungen durch Emissionen in Luft, Wasser** und Boden unter Einbeziehung der Abfallwirtschaft, **um ein hohes Schutzniveau für die Umwelt insgesamt zu erreichen**, sowie

– **dem Schutz und der Vorsorge gegen Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen, die auf andere Weise herbeigeführt werden.**

Folie 17

FAZIT DEUTSCHE MCPD-UMSETZUNG

- Echte Verbesserungen nur bei neuen Feuerungsanlagen für naturbelassenes Holz bis 5 MW FWL erkennbar
- UBA und BMU betreiben weiterhin „Gold-plating“ anstelle von 1:1-Umsetzung von EU-Richtlinien lt. Koalitionsvertrag 2018
- Stand der Technik wird erst nach Verabschiedung von MCPD und neuer BImSchV festgestellt
- Luftreinhaltung und Klimaschutz werden im Namen des BImSchG offen gegeneinander ausgespielt
- Die notwendige, vermehrte Nutzung von fester Biomasse für industrielle Wärmenutzung im kleineren Maßstab und mit Nicht-A1-Brennstoffen wird stark erschwert
- Änderungen aus Sicht von C.A.R.M.E.N. / FVH notwendig!

Folie 18

**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT!**



**C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
D-94315 Straubing**

**contact@carmen-ev.de
www.carmen-ev.de
Tel. 09421 / 960-300**

Folie 19



Integrierte Lösungen

Prof. Dr.-Ing. Harald Thorwarth, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Untersuchungen der Wirksamkeit von integrierten Emissionsreduktionssystemen bei Scheitholzöfen unter realen Nutzerbedingungen

Prof. Dr. Harald Thorwarth

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Schadenweiler Hof

72108 Rottenburg

Tel.: +49 (0)7472 951-142

E-Mail: thorwarth@hs-rottenburg.de

Holzverbrennung ist die wichtigste regenerative Heizquelle für Haushalte in Europa und verantwortlich für einen erheblichen Anteil an schädlichen Emissionen, wie zum Beispiel Feinstaub. Die am weitesten verbreitete Verbrennungstechnologie zur Wärmebereitstellung in Haushalten sind mit Scheitholz befeuerte Einzelraumfeuerstätten. Vor dem Hintergrund steigender gesetzlicher Anforderungen an die Luftreinhaltung entwickelten Hersteller in den letzten Jahren unterschiedliche Systeme zur Reduktion von gas- und partikelförmigen Emissionen. Eine Produktgruppe hiervon sind in Scheitholzöfen integrierbare Emissionsreduktionssysteme.

Ziel der vorliegenden Studie war die Überprüfung der Wirksamkeit von drei am Markt verfügbaren Systemen zur Reduktion von Emissionen, die in die Brennkammer oder den Wärmetauscher von Scheitholzöfen integriert werden können. In der Studie eingesetzt wurden eine unbeschichtete keramische Schaumkeramik, eine katalytisch beschichtete Schaumkeramik, ein Wabenkatalysator und entsprechende Dummies. Hierzu wurden Verbrennungsversuche, unter Berücksichtigung unterschiedlicher im praktischen Betrieb vorkommenden Verbrennungsphasen (d.h. Startphase, Teil- und Vollastbetrieb), durchgeführt.

Basierend auf den gemessenen gas- und partikelförmigen Emissionen wurden die Emissionsreduktionsraten der einzelnen Systeme berechnet.

Die Ergebnisse der Verbrennungsversuche mit der unbeschichteten keramischen Schaumkeramik zeigten keine signifikanten Emissionsreduktionen. Die Versuche mit der katalytisch beschichteten Schaumkeramik zeigte eine deutliche Reduktion im Teil- und Vollastbetrieb von bis zu 32% für CO, 61% bei VOC und bis zu 41% bei partikelförmigen Emissionen. Das System zeigte allerdings sehr niedrige Emissionsreduktionen in der Startphase des Scheitholzofens. Der Wabenkatalysator zeigte das höchste Emissionsreduktionspotential aller getesteten Systeme. Die Reduktion war in allen Abbrandphasen signifikant. Das System zeigte eine Reduktionsrate von bis zu 73% bei CO, 58% bei VOC und bis zu 33% bei partikelförmigen Emissionen.

Anmerkung: Teile dieses Konferenzbeitrags sind bereits wie folgt publiziert worden:

WÖHLER, M., D. JAEGER, S. K. PELZ und H. THORWARTH (2017): Potential of Integrated Emissions Reduction Systems in a Fire-wood Stove under Real Life Operation Conditions. Energy & Fuels doi: 10.1021/acs.energyfuels.7b00803.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt: Dr. Marius Wöhler

Untersuchungen der Wirksamkeit von integrierten Emissionsreduktionssystemen bei Scheitholzöfen unter realen Nutzerbedingungen

9. Fachgespräch

Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

Leipzig, 21.03.2018

Prof. Dr. Harald Thorwarth

Dr. Marius Wöhler

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (HFR)

Nah dran. Weit voraus.

1

Versuchsmatrix

	Untersuchungen in Anlehnung an DIN EN 13240	Untersuchungen im praxisnahen Betrieb
Schaumkeramik	✘	✘
Dummy Schaumkeramik	✘	✘
Schaumkeramik Katalysator	—	✘
Dummy Schaumkeramik Kat	—	✘
Wabenkatalysator	—	✘

2

Material
Prüfofen

- Einkauf anonymisiert im April 2016
- Brennkammer mit „Feinstaubfilter“
- Schaumkeramik besteht aus zwei Platten, die mit zahlreichen Bypässen integriert sind
- zusätzlich mechanischer Bypass für Startphase

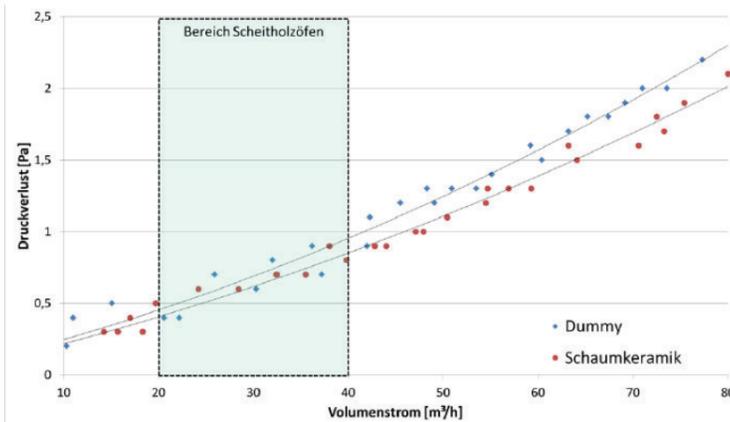


Typenprüfung
CO: 500 mg/m³
PM: 15 mg/Nm³
η: 89,1
Abgastemperatur: 280°C

3

Material
Dummy

- Schaumkeramik und Dummy beeinflussen Strömungsmechanik im Feuerraum
- Vergleichbare Bedingungen sind Voraussetzung für Aussagekraft der Ergebnisse



Methode: [Härtmann und Mack 2016]

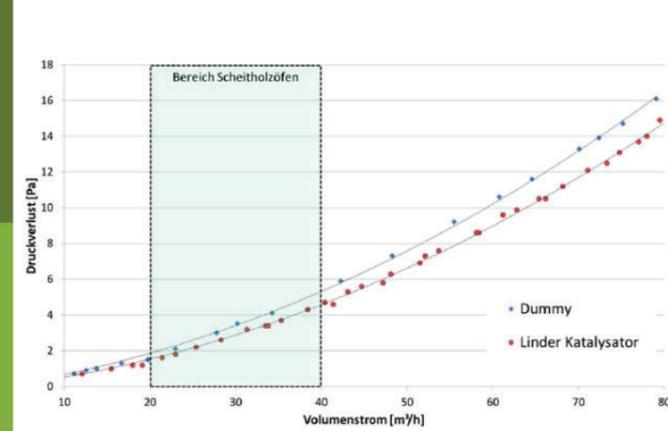
4

Material
Schaumkeramik - Dummy



5

Material
Katalytische Schaumkeramik

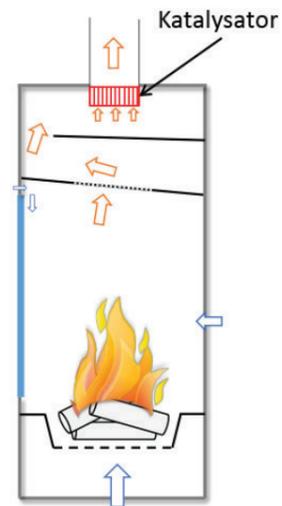


6

Material

Wabenkatalysator

- Edelstahlgerüst mit katalytischer Beschichtung
- Integration direkt nach dem Wärmetauscher mit Übergang in den Abgasstutzen
- Betrieb bei gleichzeitig integriertem Dummy („Schaumkeramik-Dummy“)

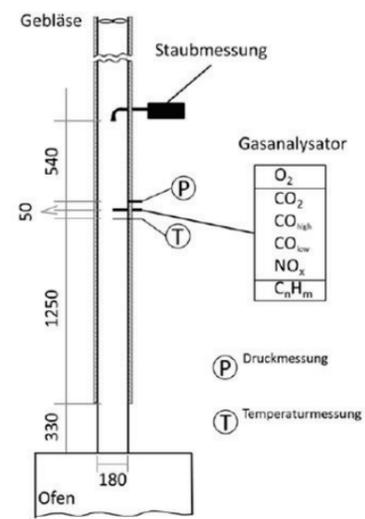


7

Material

Prüfaufbau

- Kontinuierliche Gasanalyse mit NDIR, FID und Paramagnetismus
 - Kohlenmonoxid (CO)
 - Kohlendioxid (CO₂)
 - Sauerstoff (O₂)
 - Flüchtige organische Verbindungen (OGC)
- Temperaturmessung zur indirekten Wirkungsgradberechnung
- Gravimetrische Partikelmessung („out-stack“)
- Analyse der Signifikanz mit t-Test
 - $p < 0,01$ hohe Signifikanz
 - $p > 0,05$ Signifikanz
 - $0,32 \leq p \leq 0,99$ klarer Trend
 - $p > 0,99$ keine Signifikanz

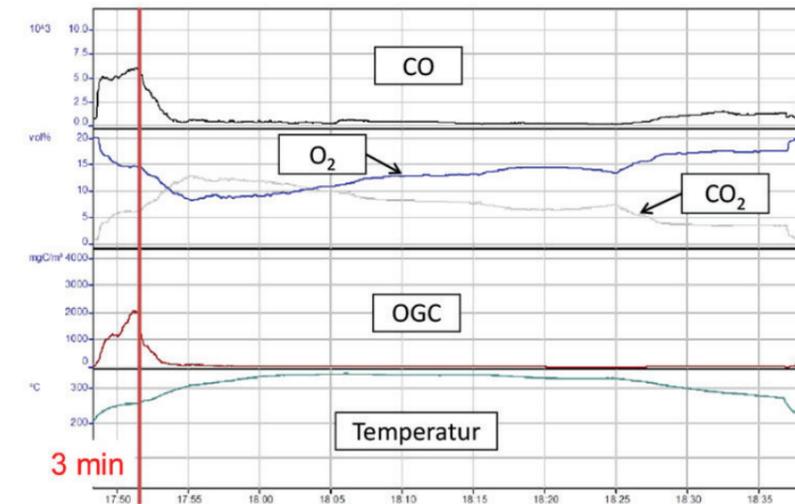


8

Methodik

Prüfzyklus in Anlehnung an DIN EN 13240

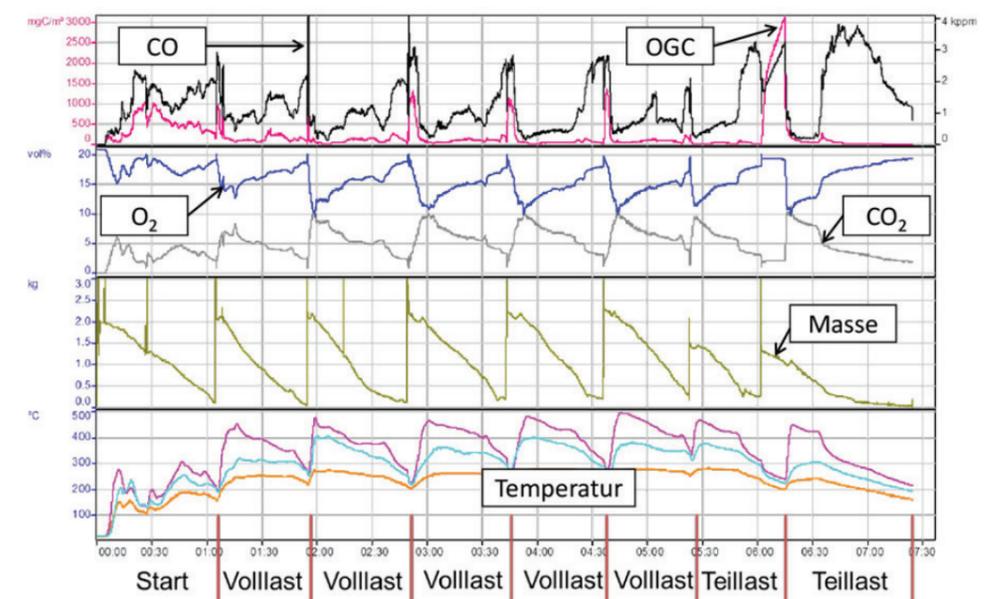
- Messungen ausschließlich im Volllastbetrieb bei vorgeheiztem Ofen
- Partikelmessung 3 Minuten nach Brennstoffauflage
- zusätzlich OGC Messungen (nach 1. BImSchV nicht vorgeschrieben)



9

Methodik

Prüfzyklus praxisnaher Betrieb



10

Methodik Prüfzyklus praxisnaher Betrieb

PL	100%		0%				0%	
SL	100%		100%				70%	
	Abbrand 1	Abbrand 2	Abbrand 3	Abbrand 4	Abbrand 5	Abbrand 6	Abbrand 7	Abbrand 8
	Anzünder & Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite	2 Holzscheite
	2 kg	2 kg	2 kg	2 kg	2 kg	2 kg	1 kg	1 kg
	Startphase		Volllast				Teillast	

- Auswertung des gesamten Prüftages und der einzelnen Verbrennungsphasen
- Berechnung von Emissionsreduktionsraten

$$Reduktionsrate = \frac{C_D - C_C}{C_D} \times 100 [\%]$$

C_D Emissionskonzentration mit eingebautem Dummy
C_C Emissionskonzentration mit eingebautem Reduktionssystem

11

Ergebnisse - Schaumkeramik nach EN 13240

Phase	Abbrände [n]	CO	OGC	PM	O ₂	λ	T _{FG}	η	HO
		[mg/m ³ , 1,3vol.-%O ₂]			[vol.-%]	[-]	[°C]	[%]	[kW]
Schaumkeramik									
nach 13240	2	773	38	25	13,8	2,9	286	71,6	8,6
Dummy									
nach 13240	2	726	47	30	14,3	3,3	297	72,2	10,0

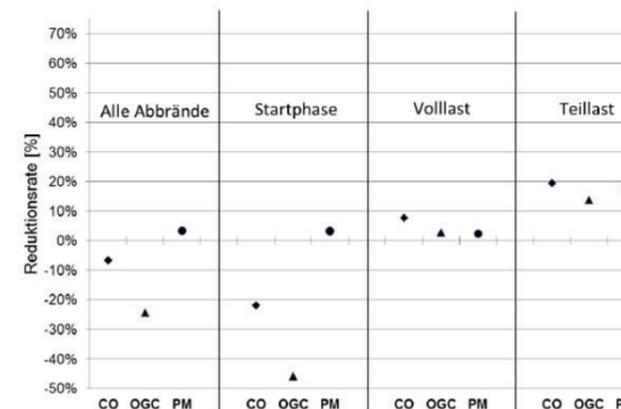
Abkürzungen: λ... Lambda, T_{FG}... Abgastemperatur, η... Wirkungsgrad, HO... Heizleistung

- Ergebnis**
- Berechnung basierend auf den zwei Abbränden mit den niedrigsten CO Werten
 - negative Reduktionsrate (-6%) für CO
 - positive Reduktionsrate für PM (20%) und OGC (23%)
- Fazit**
- statistische Auswertung basierend auf zwei Versuchstagen nicht möglich
 - keine signifikanten Emissionsreduktion nachweisbar

12

Ergebnisse - Schaumkeramik praxisnaher Betrieb

- negative Reduktionsraten für CO (-7%) und OGC (-24%)
- PM Abscheiderate von 3%
- keine signifikante Emissionsreduktion durch den Einbau der Schaumkeramik



p-Werte

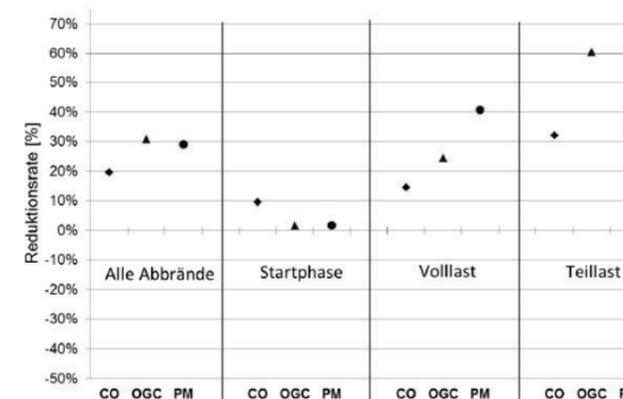
für alle Abbrände:
CO: 0,93
OGC: 0,64
PM: 0,65

für Teillastbetrieb:
CO: 0,24
OGC: 0,56
PM: 0,37

13

Ergebnisse – Schaumkeramik Katalysator praxisnaher Betrieb

- signifikante Abscheideraten für CO (20%) und PM (29%)
- klarer Trend für OGC Emissionen (31%)
- niedrigste Reduktionsraten in der Startphase („Aktivierungstemperatur“)



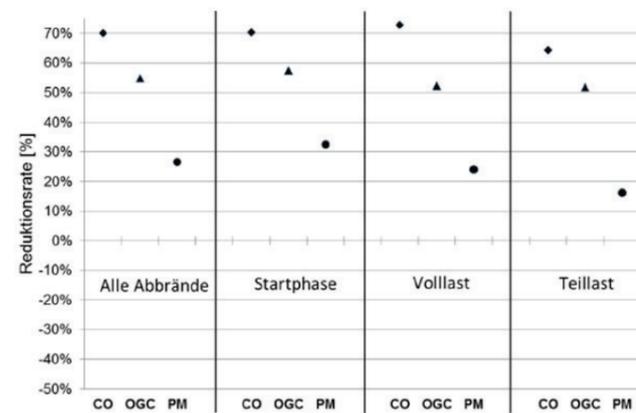
p-Werte

für alle Abbrände:
CO: 0,02
OGC: 0,06
PM: 0,02

14

Ergebnisse - Wabenkatalysator praxisnaher Betrieb

- signifikante Abscheideraten für CO (70%), PM (27%) und OGC (55%)
- höchste Reduktionsraten aller eingesetzten Systeme
- Einbau ohne Bypass



p-Werte

für alle Abbrände:
CO: 0,00
OGC: 0,00
PM: 0,04

15

Diskussion

- unterschiedliche Emissionen und Wirkungsgrade bei Messungen nach EN 13240 und praxisnahem Betrieb
- keine signifikante Reduktionsleistung der Schaumkeramik
 - vermutlich keine Durchströmung
 - Filterwirkung fragwürdig
 - keine katalytische Reaktion
 - wissenschaftliche Studien zur positiven Abscheideleistung nicht bekannt

16

Diskussion

- katalytisch beschichtete Schaumkeramik mit Reduktionsleistung (0-60%)
 - katalytische Reaktion an Oberfläche beim Durchströmen und Umströmen möglich
 - gute Reduktionsleistung in Volllast- und Teillastphase
 - nahezu keine Reduktionsleistung in der wichtigen Startphase
 - Langzeitstabilität und mögliche Verstopfungstendenzen unbekannt
- höchste Reduktionsraten (20-70%) beim Einsatz des Wabenkatalysators
 - Einbausituation ohne Bypass (vermutlich nicht zulassungskonform)
 - über alle Abbrandphasen und somit im Praxisbetriebe gleichbleibende Leistung
 - Langzeitstabilität unbekannt

17

Vielen Dank!

WÖHLER, M., D. JAEGER, S. K. PELZ und H. THORWARTH (2017): Potential of Integrated Emissions Reduction Systems in a Fire-wood Stove under Real Life Operation Conditions. Energy & Fuels doi: 10.1021/acs.energyfuels.7b00803.

18

Dr. Ingo Hartmann, DBFZ

Minderung der Emissionen aus Scheitholzöfen durch ein zweistufiges integriertes Katalysatormodul

Dr. Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-541

E-Mail: ingo.hartmann@dbfz.de

Handbeschickte Scheitholzöfen benötigen eine sehr wirksame und gleichzeitig wirtschaftlich umsetzbare Emissionsminderung, um auch zukünftig Scheitholz für Deckung des Wärmebedarfs in Privathaushalten nutzen zu können. In Feuerungen integrierte Katalysatoren stellen dabei eine vielversprechende Möglichkeit dar, um die Emissionen aus unvollständiger Verbrennung (CO, VOC) signifikant zu mindern.

Neben diesen gasförmigen oxidierbaren Schadstoffen besteht jedoch das Problem, dass staubförmige Schadstoffe emittiert werden und das ohne Adaptation und Umbau der Feuerung bisher nur etwa 20 % an Staub durch oxidativen katalytischen Abbau an Katalysatoren gemindert werden konnten. Um die Staubminderung deutlich zu erhöhen, wurde ein von der Firma Blue Fire GmbH entwickeltes zweistufiges Katalysatormodul in einem einfachen und emissionsreichen Kaminofen des unteren Preissegmentes

integriert und am DBFZ unter simulierten Naturzugbedingungen getestet. In der ersten Stufe werden die stark rußhaltigen Partikel zunächst zurückgehalten. Im nächsten Schritt wird in der Stufe 1 ein Teil der kohlenstoffhaltigen Bestandteile oxidativ abgebaut und dann wieder durch die Strömung aus der Stufe 1 ausgetragen, um eine Verblockung der Stufe 1 zu verhindern. In der zweiten Katalysatorstufe werden die gasförmigen Schadstoffe CO und VOC gemindert.

Mit dieser zweistufigen Katalysatoranordnung konnten die Schadstoffe CO um mehr als 80 %, VOC um 50 bis 70 % und Staub um mehr als 50 % gemindert werden.

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Minderung der Emissionen aus Scheitholzöfen durch ein zweistufiges integriertes Katalysatormodul

Dr. Ingo Hartmann



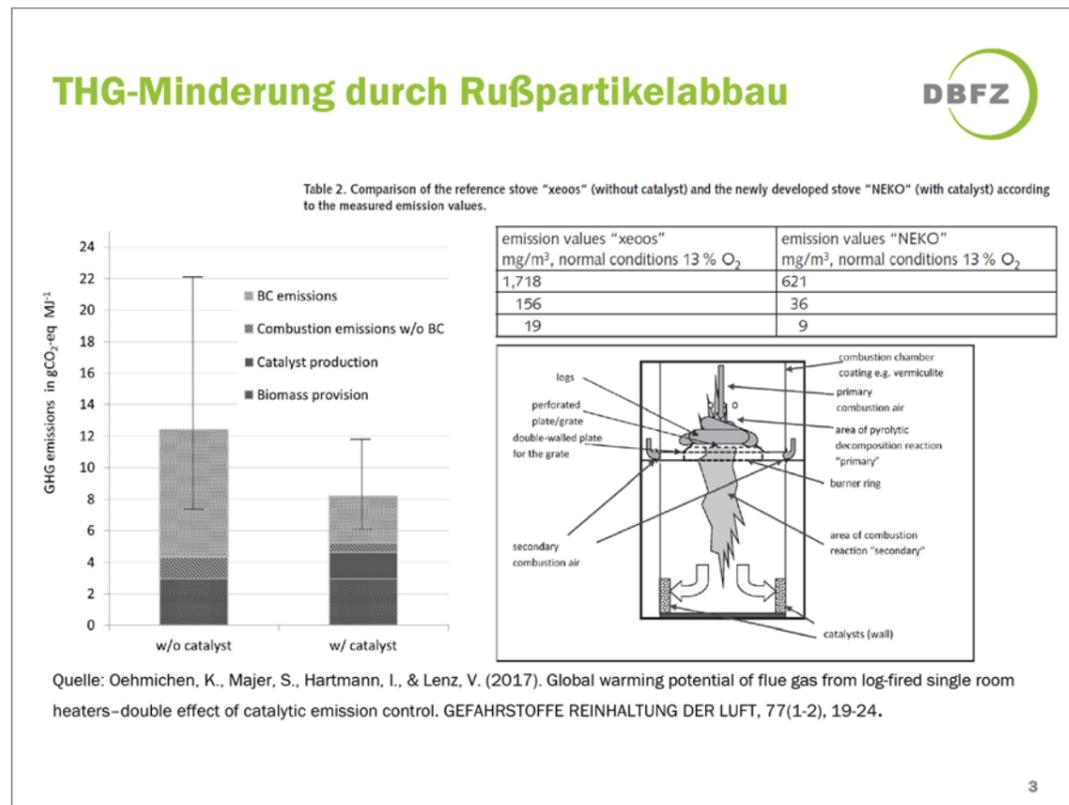
9. Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen", am 21. März 2018 in Leipzig

Warum Emissionsminderung?



- Biogene Festbrennstoffe in kleinen Anlagen tragen zur THG-Minderung bei: CO₂-Neutralität angenommen
- Belastung durch Emissionen aus Holzfeuerungen müssen weiter reduziert werden
- Zielkonflikt: THG-Minderung – Luftschadstoffe?
- Luftschadstoffe können auch ein THG-Potenzial aufweisen, z.B. Rußpartikel

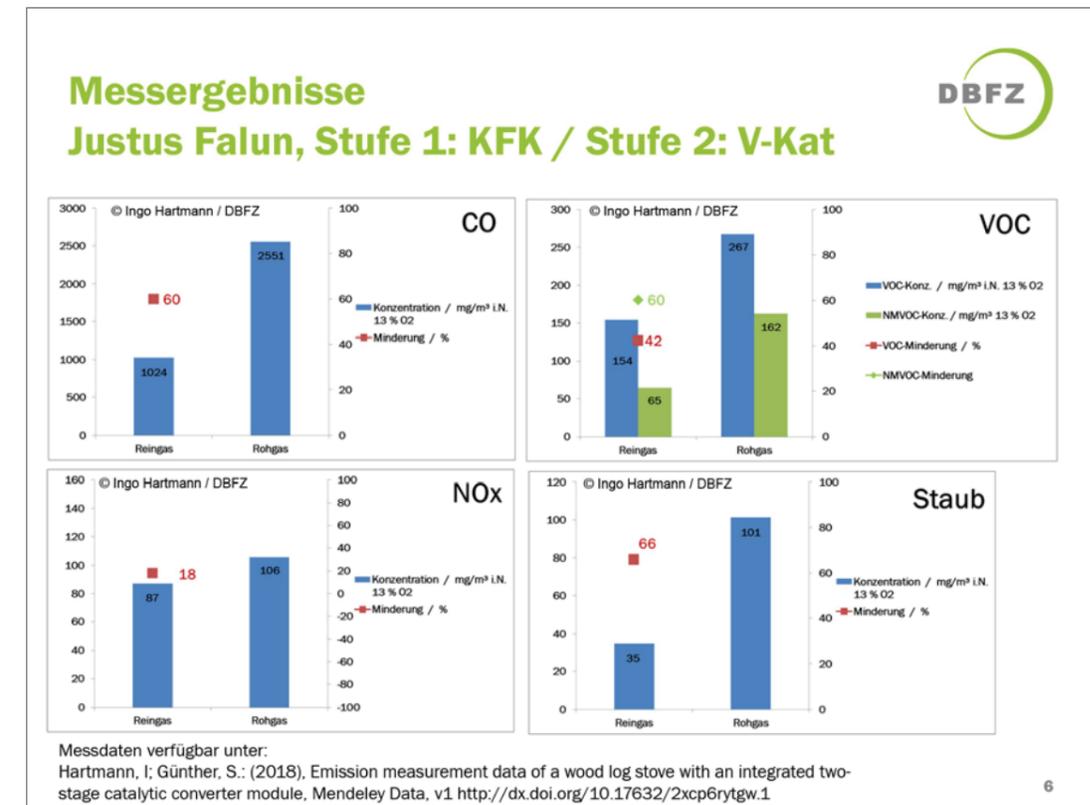
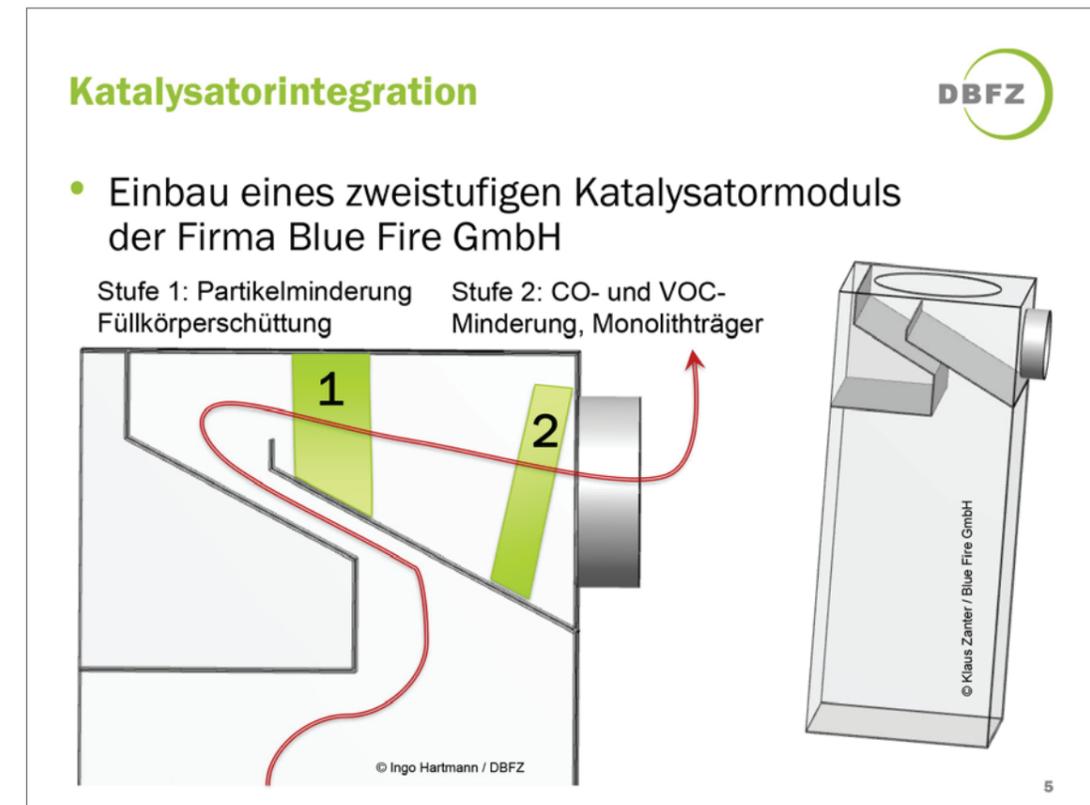
Oehmichen, K., Majer, S., Hartmann, I., & Lenz, V. (2017). Global warming potential of flue gas from log-fired single room heaters—double effect of catalytic emission control. GEFAHRSTOFFE REINHALTUNG DER LUFT, 77(1-2), 19-24.

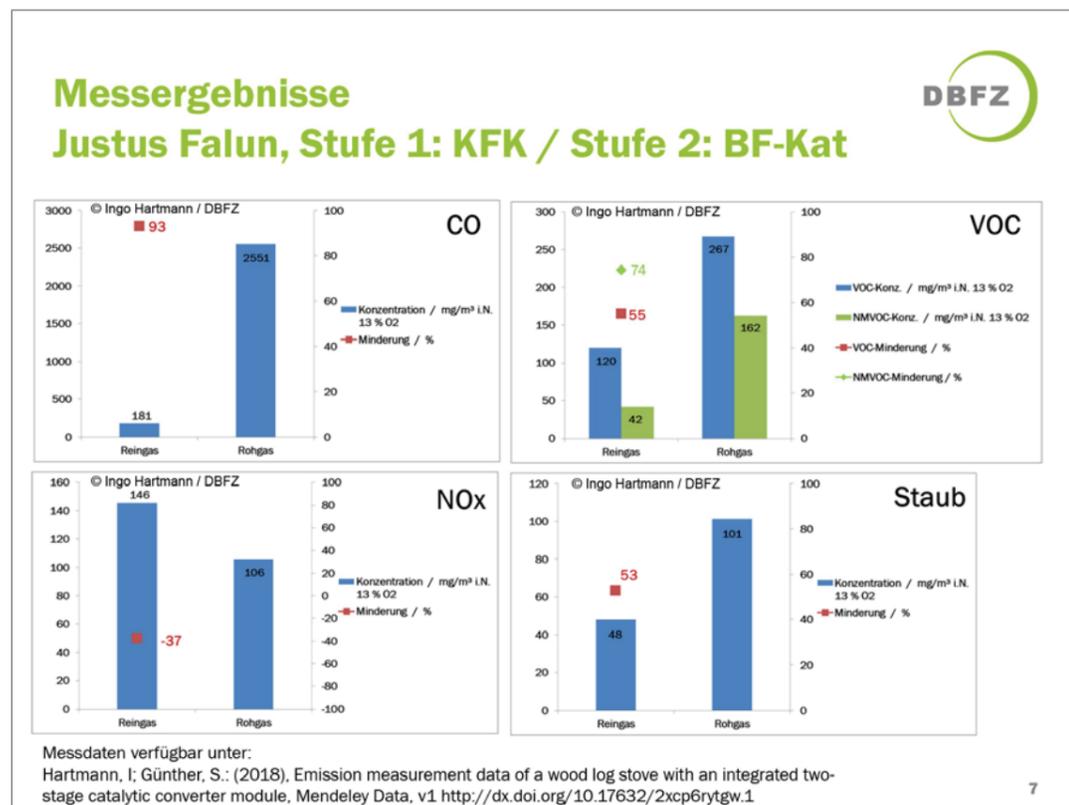


Versuchsaufbau

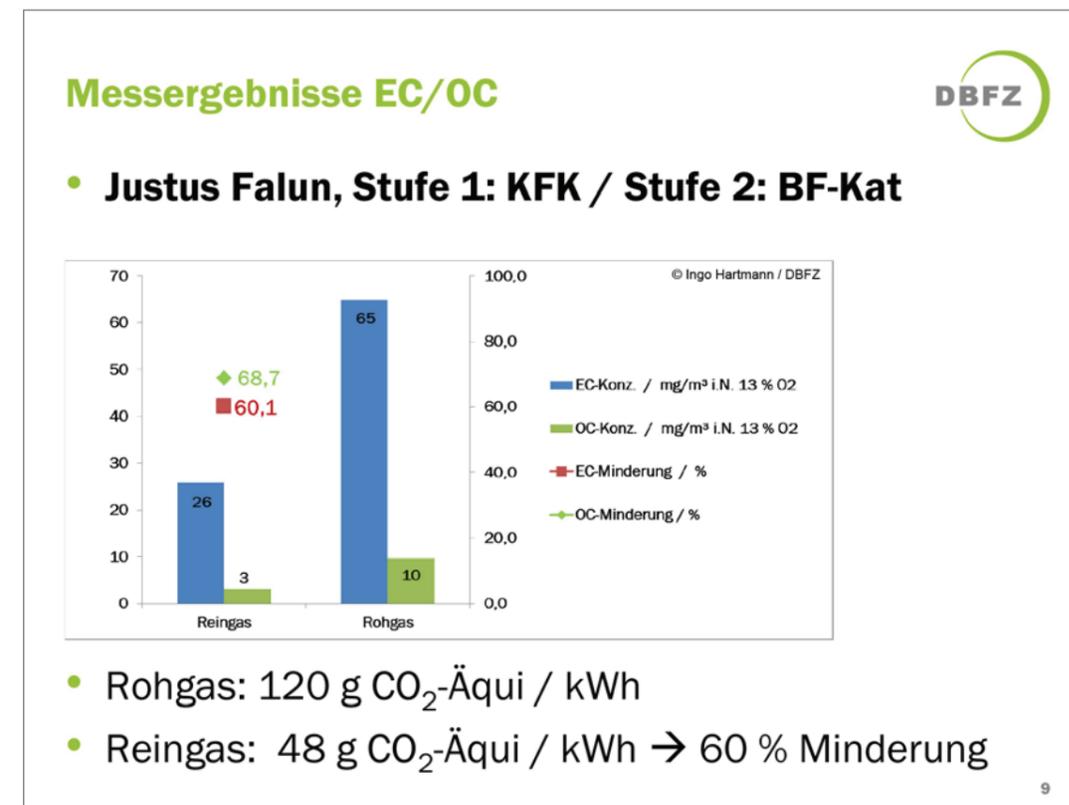
- Handelsüblicher kostengünstiger Kaminofen, Justus Falun mit 5 kW
- Simulierter Naturzug
 - D. Krüger, Simulation des Naturzuges für Prüfstandmessungen, Hamburg: Technische Universität Hamburg-Harburg, Diplomarbeit, 2011.
- Abgaszusammensetzung mittels FTIR, Gasmeter CX 4000 von ANSYCO
- Isokinetische Staubmessung mittels ITES Paul Gothe GmbH
- Abbrände jeweils konstant mit 0,8 kg/35 min eines Holzscheites (Buche)

Messdaten verfügbar unter:
Hartmann, I.; Günther, S.: (2018), Emission measurement data of a wood log stove with an integrated two-stage catalytic converter module, Mendeley Data, v1 <http://dx.doi.org/10.17632/2xcp6rytgw.1>

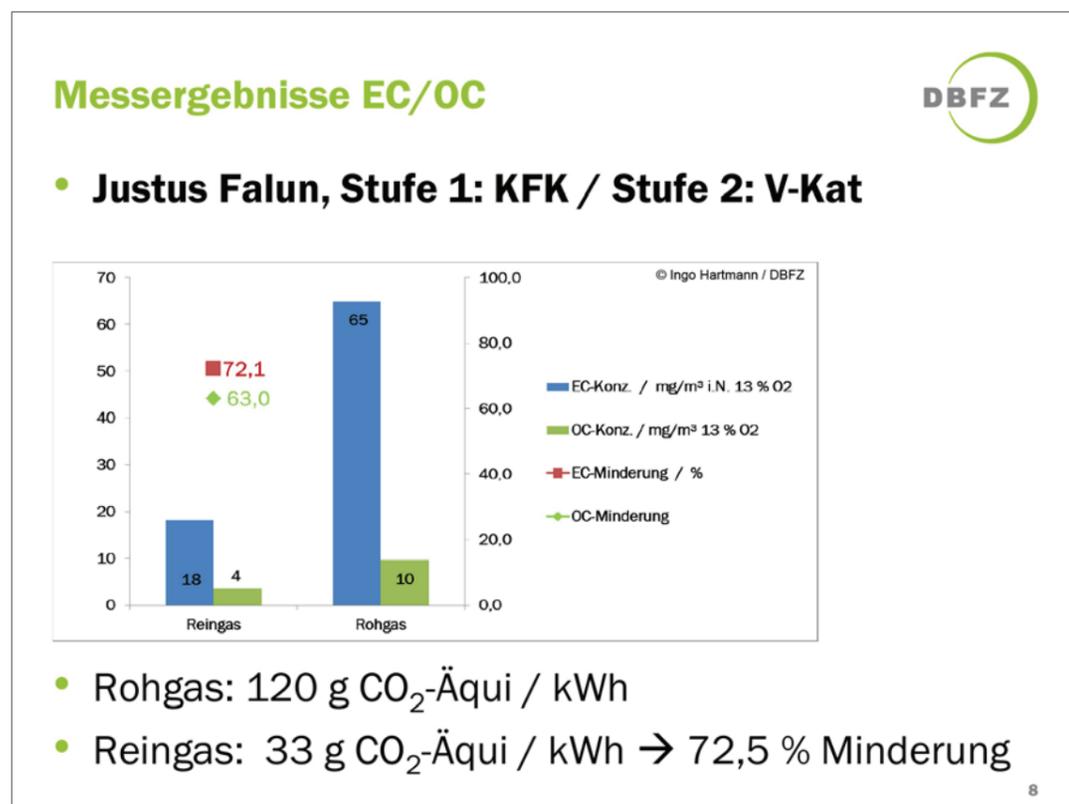




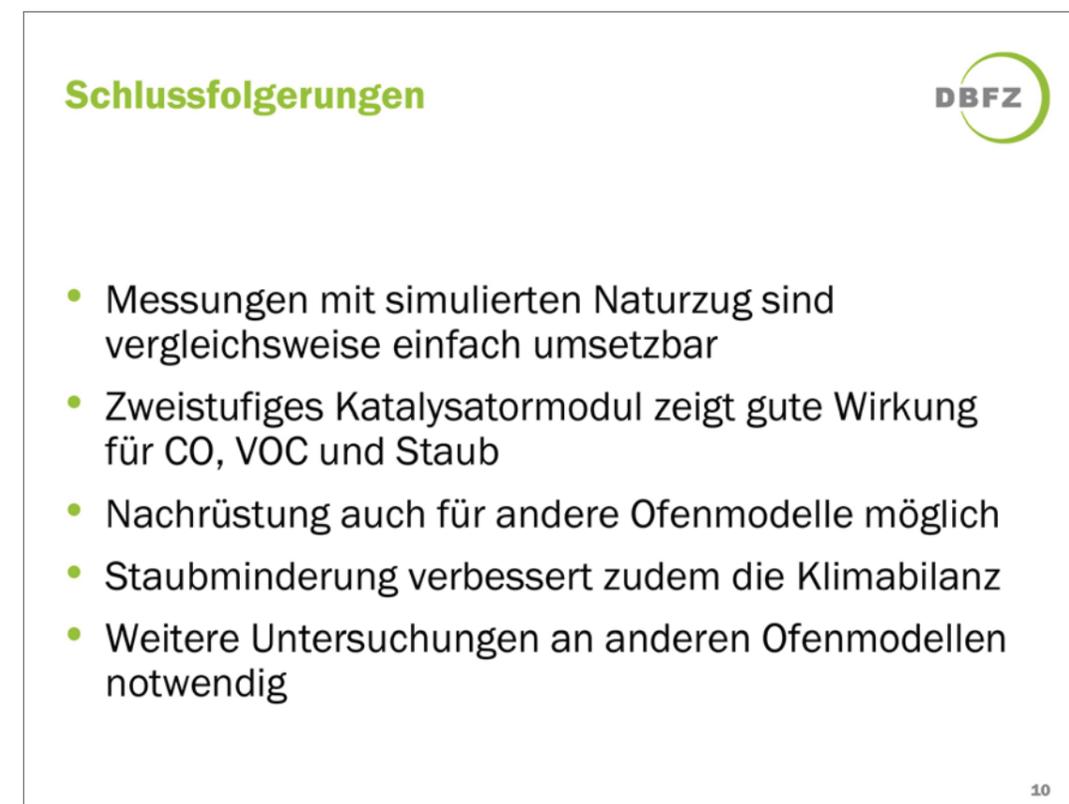
7



9



8



10

Ausblick



- Bewertung der Klimawirkung unter Einbezug der Rußemissionen
- Berücksichtigung der THG-Emissionen für die Katalysatorherstellung
- Durchführung eines LCA
- Erkenntnisse sollen als Fachaufsatz veröffentlicht werden
- Weitere Untersuchungen zum zweistufigen Katalysatormodul angestrebt: Weitere Ofenmodelle und Feldmessungen
- Integration eines Luftregelungssystems sollte überprüft werden

11

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Forschungsschwerpunkt

Katalytische Emissionsminderung

Ansprechpartner

Dr. rer. nat. Ingo Hartmann
Tel. +49 (0)341 2434 - 541
E-Mail: Ingo.Hartmann@dbfz.de

**DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116
D-04347 Leipzig
Tel.: +49 (0)341 2434 - 112
E-Mail: info@dbfz.de
www.dbfz.de

Hersteller- und Entwicklerforum

Florian Volz, Kutzner + Weber GmbH

Partikelabscheider Cyclojekt in der Praxis

Florian Volz
Kutzner + Weber GmbH
Frauenstraße 32
82216 Maisach
Tel.: +49 (0)8141 957-421
E-Mail: volz@kutzner-weber.de

Die Raab-Gruppe mit den drei Marken Raab, Kutzner + Weber und NET gehört zu den europäischen Marktführern im Bereich Abgastech. Die Gruppe steht heute für Fachkompetenz in Planung, Auslegung, Herstellung und Montage bis hin zur Inbetriebnahme sowie After Sales Service von intelligenten abgastech. Gesamtlösungen.

Kutzner + Weber als führendes Unternehmen in der Entwicklung und Vertrieb von Komponenten der Abgastech. legt dabei den Fokus auf der Reduzierung von Emissionen. Gerade die Feinstaubreduzierung für Biomassefeuerungen hat in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen.

Auf dem letzten Partikelabscheiderfachgespräch in Straubing wurde bereits der innovative Partikelabscheider Cyclojekt vorgestellt. Diese einzigartige Kombination aus elektrostatischer Abscheidung und fundierter Zyklontechnik bietet Abscheidegrade von mehr 90%. War der Cyclojekt auf dem letzten Fachgespräch noch im Prototypenstadium so konnte dieser nun erfolgreich zur Serienreife gebracht werden. Seit Anfang dieses Jahres ist dieser erhältlich.

Das System zeichnet sich neben der automatischen Abreinigung durch eine extrem wartungs- und verschleißarme Bauform aus, was vor allem für Anlagenbetreiber interessant ist.

Seit der Vorstellung im letzten Jahr wurde der Abscheider kontinuierlich mit dem Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) weiterentwickelt. Zwischenzeitlich wurden viele positive Erfahrungen im Feld gesammelt werden. Die Prüfungen für eine Zulassung beim DIBt sind erfolgreich absolviert worden, so dass die Zulassung in Kürze ansteht.

Im Rahmen weitere Projekte arbeitet Kutzner + Weber zusammen mit dem Fraunhofer-Institut an einer stetigen Verbesserung des Abscheidegrades und der Tauglichkeit des Systems für Ersatzbrennstoffe. Für das Unternehmen ist der Cyclojekt die ideale Ergänzung zum Airjekt 1 und Teil der Unternehmensstrategie zu einer 0 Emissionsverbrennung bei Biomasse.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt:
Florian Volz, Hark Kemlein-Schiller

Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Partikelabscheider Cyclojekt in der Praxis

In Kooperation mit

Fraunhofer
IBP
Fraunhofer-Institut für Bauphysik



Kutzner + Weber
Ihr Systemlieferant

RaabGruppe


Joseph Raab GmbH & Cie. KG

- Legt die Abgasanlage aus
- Bindet alle Komponenten mit ein
- Betreut das Projekt
- Liefert Edelstahlschornsteine
- Bietet die Montage mit Partnern

KW
KUTZNER + WEBER

Kutzner + Weber GmbH

- Liefert Abgastech. Technologie
- Sichert den Betrieb der Anlage
- Verhindert Probleme bevor sie entstehen

NET

NET Neue Energie-Technik GmbH

- Rippenrohrwärmetauscher
- Glatrohrwärmetauscher
- Amortisation der Anlage durch Energieeinsparung



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

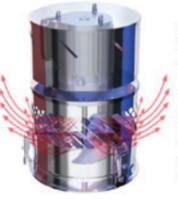
Kutzner + Weber GmbH – die Lösungen



Emissionsminderung
Egal, ob Schall oder Abgase - wir sorgen dafür, dass keine schädlichen Energien in die Umwelt gelangen.

Energieeinsparung
Mit unseren Produkten von A wie Abgasklappe bis Z wie Zugbegrenzer haben wir in Sachen Wirtschaftlichkeit die Nase vorn.



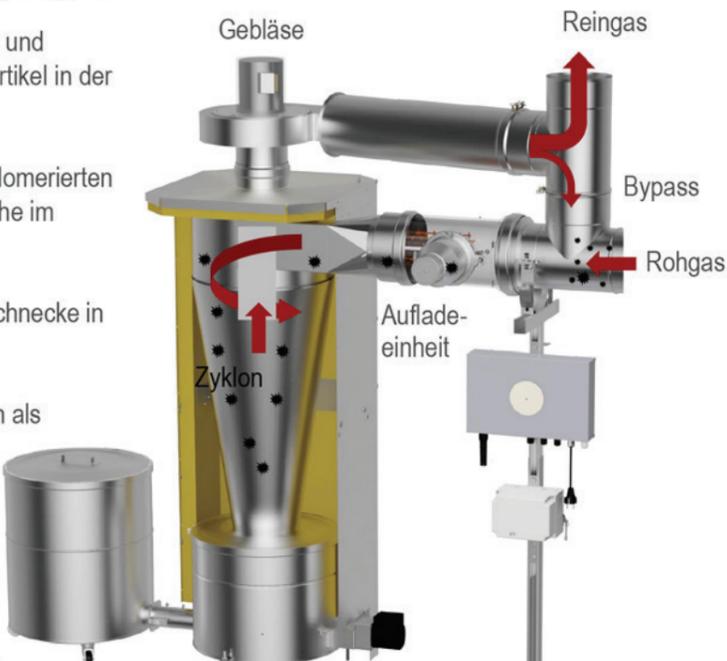


Sicherheit
Vom Rauchsauger bis zur Überdruckklappe ist es unser Ziel, unsere Abgas- und Heizlösungen zu einer sicheren Sache zu machen.

Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

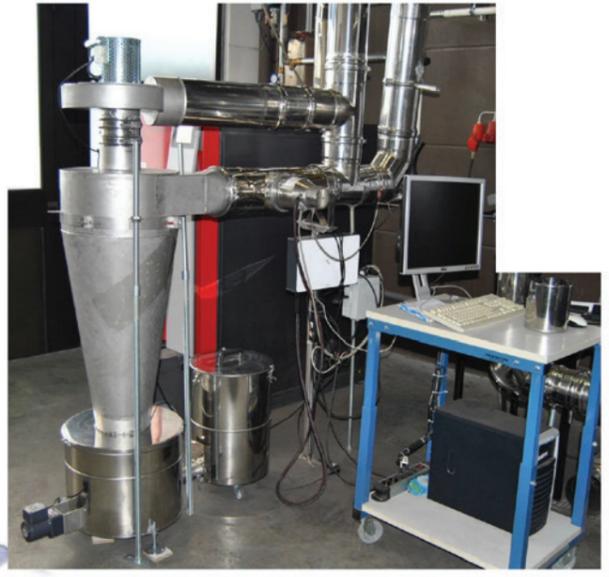
Funktionsweise Cyclojekt

- Elektrische Aufladung und Agglomeration der Partikel in der Aufladeeinheit
- Abscheidung von agglomerierten Partikeln und Flugasche im Zyklon
- Austrag über Förderschnecke in Sammelbehälter
- Kompakt durch Zyklon als Abscheidefläche



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Laboranlage Cyclojekt 160 Hackschnitzel 120 kW thermisch, verschiedene Qualitäten



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Cyclojekt 160 Messergebnisse am Fraunhofer IBP

Messzeiten	Staubkonzentrationen		Abscheidegrad
	mg/m ³ i.N. @ 13%O ₂ *		
	vor ENF	nach ENF	[%]
11:30-12:00	93,3	5,4	94
12:40-13:10	113,4	5,7	95
13:15-13:45	106,7	6,7	94
13:50-14:20	102,1	7,7	93
14:25-14:55	96,8	6,5	93
15:00-15:30	100,8	8,7	91
15:35-16:05	98	7,1	93
16:10-16:40	97,1	5,4	94
16:50-17:20	103,9	5,3	95

*Nach VDI 2066, Gravimat 502

Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Stand Prüfungen und Zulassung

- Prüfung Abscheidegrad nach DIBT Prüfprogramm über 85% ✓
- Rußbrand und Dichtigkeit nach EN 13216 ✓

→ Nächster Schritt DIBT-Zulassung

Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Feldtestanlage Pelletkessel 150 kW

- Mehrfamilienhaus mit 40 Parteien, Kessel 2 x 150 kW
Brennstoffverbrauch 120t /Jahr




Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Cyclojekt Feldtestanlage, Pelletkessel 150 kW



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Hackschnitzelkessel 200 kW, Brennstoff Waldrestholz, überwiegend technisch getrocknet

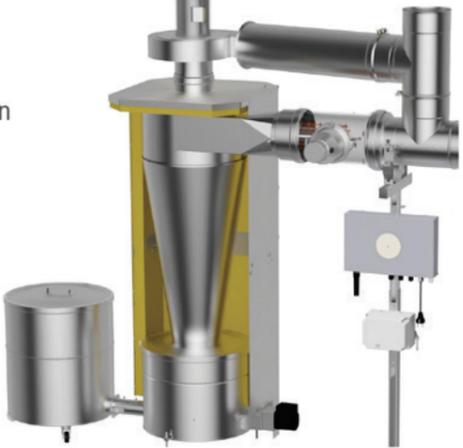


- Nahwärmenetz 14 Häuser
- 200 kW Hackgut + 100kW Spitzenlast (Gas)

Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Fazit nach einer Heizperiode

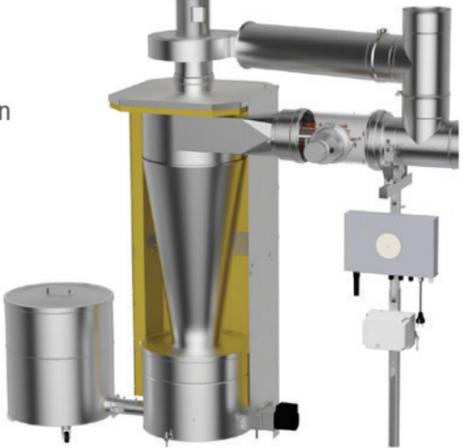
- Die Cyclojekts sind stabil über die Heizperiode gelaufen
- Nach erster Heizperiode nochmalige Überprüfung der Messergebnisse
- Die Betreiber sind sehr zufrieden mit den Ergebnissen
- Eine Nachfrage ist vorhanden
- Die Prüfungen zur DIBt Zulassung sind bestanden



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

Vorteile Cyclojekt

- Ideal für Nachrüstzwecke
- Kompakte Bauweise
- Ausfallsicher durch Bypass
- Abscheidung sowohl von Feinstaub als auch groben Partikeln
- Kombination zweier bewährter Abscheideverfahren
- Besonders für Hackschnitzelanlagen mit Flugasche oder Rußflocken
- Automatische Austragung über Schnecke in Behälter
- Derzeit in den Größen 80/160 und 240/320 kW Nennwärmeleistung ausgeführt, größere Anlagen möglich



Innovation—Umwelt—Mensch **KW**
KUTZNER + WEBER

ifh INTHERM **IFH NÜRNBERG**
10.–13. April 2018  **KW** **NET**
Kutzner + Weber

Wir stellen aus!
Besuchen Sie uns: **Halle 4 / Stand 4.217 A**

HANNOVER MESSE **Hannover Messe**
23.–27. April 2018  **KW** **NET**
Kutzner + Weber

Wir stellen aus!
Besuchen Sie uns: **Halle 027 / Stand K42**

Kutzner + Weber GmbH
Frauenstraße 32
D-82216 Maisach

Telefon: +49 (0) 8141 - 957 - 0
Telefax: +49 (0) 8141 - 957 - 500

E-Mail: info@kutzner-weber.de
Internet: www.kutzner-weber.de



Bernd Weishaar, OekoSolve AG

Staubabscheider und IoT

Bernd Weishaar
OekoSolve AG
Schmelzweg 2
8889 Plons/Schweiz
Tel.: +41 (0)81 511 63 00
E-Mail: bernd.weishaar@oekosolve.ch

Die OekoSolve AG hat ihren Sitz in Plons (CH). Das Unternehmen beschäftigt 31 Mitarbeitende, davon sind drei Lernende. Die OekoSolve AG verfügt über ein breites Produktsortiment, welches erlaubt, Holzheizungsanlagen im Leistungsbereich bis 3MW mit Filtern auszurüsten. Elektrotechnik ist die Kernkompetenz von OekoSolve. Die Steuerung, die Software

und das Hochspannungsmodul, sowie der Isolator und die Elektroden sind vollständige Eigenentwicklungen. Nebst den elektronischen Kernkomponenten, konstruiert und produziert OekoSolve auch mechanischen Komponenten bis hin zum kompletten Filter.



OekoSolve - Die Spezialisten für Feinstaubfilter.

Staubabscheider und IoT

Bernd Weishaar

Schmelzweg 2
CH-8889 Plons
www.oekosolve.ch

OekoSolve

21.03.2018

Produktportfolio

Reinigung	Manuell	Wasser	Mechanisch	Trockner und E-Filter					
Leistung [kW]	0	100	200	300	400	500	600	3 MW	10 MW
• OekoTube	0	100							
• FilterBox		100	200	300	400	500	600		
• OekoRona		100	200	300	400	500	600		
• OekoRona M		100	200	300	400	500	600	3 MW	
• Neviro		100	200	300	400	500	600	3 MW	10 MW

OekoSolve

21.03.2018

2

Motivation

- Nachweis Verfügbarkeit
- Datenanalyse nach Anlagentypen, Brennstoff, Regionen,...
- Anfragen bzgl. Display und Fernzugriff
- Reduktion der Servicekosten



Clients

- Betreiber
- Kaminkehrer
- Kommunen
- Hersteller
- Feuerungsstätte
- OekoSolve

OekoSolve

21.03.2018

3

Feldtest Misox, Graubünden

- 8 Anlagen mit OekoTube auf Kaminmündung
- Datenaufzeichnung über eine Heizsaison
- Lokaler Kaminkehrer mit einbezogen
- Auswertung für Gemeinde und Kanton

Aktueller Stand

- Einbindung über WLAN oder GSM
- Externes Gehäuse mit Elektronik
- Datenabfrage alle 10 Sekunden
- Datenverbrauch 200 bis 500 MB monatlich



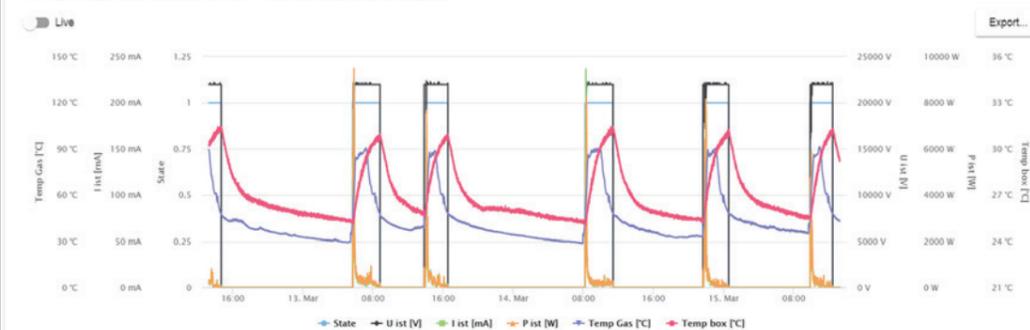
OekoSolve

21.03.2018

4

Auswertung

Data: 12. Mar 2018 12:15:29 - 15. Mar 2018 12:15:29



- Zugriff nach Benutzergruppen
- Benachrichtigung und Auswertung per App / Mail / SMS
- Live-Werte
- Einstellungen möglich

OekoSolve

21.03.2018

5

Ausblick

- Ausgewählte Kunden 2018
- Integration in bestehende Elektronik
- Länderspezifischer Datenschutz
- Optimierung Datenvolumen
- Einfache Einbindung in WLAN (QR-Code)
- Weiterentwicklung Smartphone-App
- Vernetzung mit Feuerstätte
- Breite Markteinführung geplant für 2019

OekoSolve

21.03.2018

6

Dennis Hövelmann, IZES gGmbH

Projekt IntElekt – Entwicklung eines zulassungsfähigen und massentauglichen elektrostatischen Staubabscheiders

Dennis Hövelmann
 IZES gGmbH
 Altenkesseler Str. 17, A1
 66115 Saarbrücken
 Tel.: +49 (0)681 - 844 972 12
 E-Mail: hoevelmann@izes.de

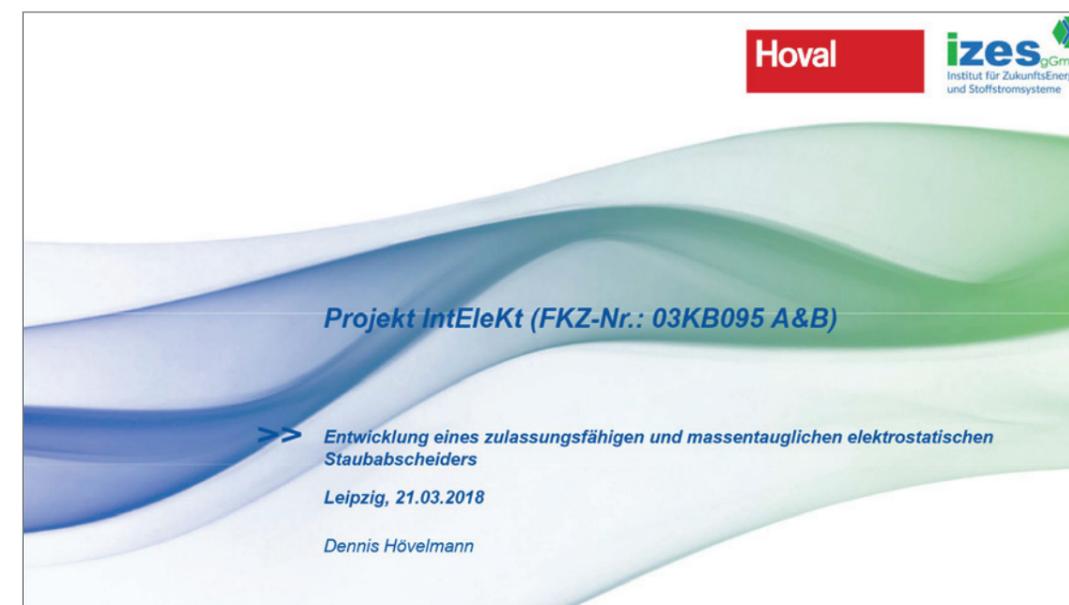
Die IZES gGmbH hat mittlerweile zehn Jahre Erfahrung mit dem Thema der Emissionsminderung bei Biomassefeuerungen mittels geeigneter elektrostatischer Staubabscheidesysteme. Seit 2014 existieren Prototypen, welche als System in Zusammenarbeit mit dem Heiztechnikhersteller HOVAL weiterentwickelt und im Rahmen einer Kleinserie an ausgesuchten Feldtestanlagen betrieben werden. In diesem Kleinserientest, gefördert im Programm „Energetische Biomassenutzung“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, sollen vor allem die Systemeigenschaften „Langzeittauglichkeit, Massentauglichkeit und Breiten- bzw. Nutzertauglichkeit“ nachgewiesen oder nach Bedarf verbessert werden. Dadurch soll zum Projektende im März 2018 ein zulassungsfähiges Produkt verfügbar sein.

Das Kernelement des Abscheidesystems bildet auf der Hochspannungsseite der Elektrostatische Filter Controller (EFC). Dieser stellt die benötigte Hochspannung zur Verfügung und regelt mittels eines intelligenten Algorithmus den Betrieb des Abscheiders. Zur Realisierung dieser Regelung werden ausgewählte Messwerte des Abscheiders dazu genutzt, den aktuellen Betriebszustand des Kessels ohne direkte Kommunikation mit dem Kessel zu bestimmen und die Betriebsführung des Abscheiders optimal darauf anzupassen. Optimal bedeutet in diesem Zusammenhang die bestmögliche Lösung des Zielkonfliktes zwischen einem maximalen Abscheidegrad und einer minimalen Überschlagszahl. Als weitere Besonderheit kann der EFC über ein integriertes, von IZES entwickeltes Fernkommunikationsmodul, online ausgelesen werden, sodass jederzeit

eine zentralisierte Erfassung und Überwachung aller Abscheidesysteme durchgeführt werden kann. Die zweite Kernkomponente ist die Abscheidestrecke des Systems. Diese kann entweder direkt im Kessel integriert oder als adaptive Lösung ausgeführt werden. Als adaptive Lösung wird die eigens entwickelte Abscheiderbox entweder als Kesselbestandteil direkt in den Abgasweg des Kessels (zwischen letztem Kesselzug und Saugzuggebläse) integriert oder nachgeschaltet im Abgasweg installiert.

Bisher wurden verschiedene Kesseltypen „Holzhackschnitzel-, Pellet- und Stückholzkessel“ mit einer Nennwärmeleistung zwischen 8 und 160 kW als Feldtestanlagen genutzt. Neben einer ständigen Verbesserung der EFC Software wurde ebenfalls ein Reinigungsmodul entwickelt. Dieses Reinigungsmodul kann innerhalb von wenigen Sekunden manuell oder automatisiert die Abreinigung des Isolators sowie der Sprüh- und Niederschlagselektrode simultan durchführen. Dieser Ansatz ermöglicht längere Wartungsintervalle und schont die Komponenten des Systems. Ein weiterer Vorteil ist die schnelle Regeneration des Abscheidesystems bei falscher Bedienung, minderwertigem Brennstoff oder anderen Betriebsstörungen. Außerdem wurde mit Hilfe von Strömungssimulationen eine verbesserte Abscheiderbox entwickelt, hergestellt und in die Feldtestanlagen eingebaut. Mit dieser verbesserten Abscheiderbox konnte der Abscheidegrad auf über 90% erhöht werden.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt:
 Bodo Groß



1. Feldtestanlagen & Datenübermittlung

Hoval | izes gGmbH
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme

Überblick der in Betrieb genommenen Feldtestanlagen

Nr.	Ort/ Name	Kesseltyp	Hersteller	Bezeichnung	Leistung max. [kW]	Abscheidertyp
1	Vaduz I	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 160	160	groß
2	Vaduz II	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 36	36	klein
3	Vaduz III	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 36	36	verbesserte kleine Box
4	Saarbrücken I	Stückholz	Hoval	AgroLyt	50	mittel
5	Saarbrücken II	Stückholz	Hoval	AgroLyt	36	klein
6	Saarbrücken III	Pellets (A1)	Froling	PM	15	verbesserte kleine Box
7	Saarbrücken IV	Stückholz	Hoval	AgroLyt	36	verbesserte kleine Box
8	Walpershofen I	Hackschnitzel	Biokompakt	ECO 50	50	integriert
9	Walpershofen II	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 8	8	klein
10	Walpershofen III	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 8	8	verbesserte kleine Box
11	Gersheim I	Pellets (A1), Alternativbrennstoff- Mischung aus Gerste & Triticale	Guntomatic	Powercom 12 - 50	12 - 50	verbesserte kleine Box
12	München I	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 160	160	groß
13	Erndorf I	Pellets (A1)	Ökofen	PE12	12	klein
14	Markdorf I	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 15	15	klein
15	Regeleberg I	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 15	15	klein
16	Rohlingen I	Pellets (A1)	Hoval	BioLyt 13	13	verbesserte kleine Box

2 | Projekt IntElekt, Dennis Hövelmann

1. Feldtestanlagen & Datenübermittlung

Hoval | izes gGmbH
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme

Copyrights: IZES gGmbH

3 | Projekt IntElekt, Dennis Hövelmann

1. Feldtestanlagen & Datenübermittlung

Hoval | izes gGmbH
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme

Copyrights: IZES gGmbH

4 | Projekt IntElekt, Dennis Hövelmann

2. Verbesserte Abscheiderbox

Hoval | izes gGmbH
Institut für ZukunftsEnergie- und Stoffstromsysteme

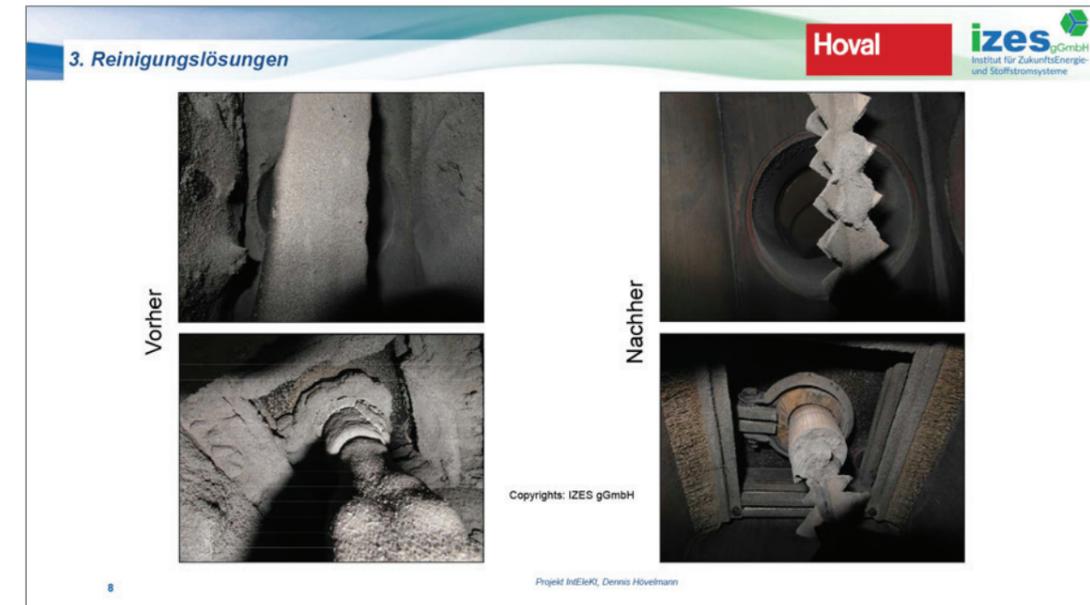
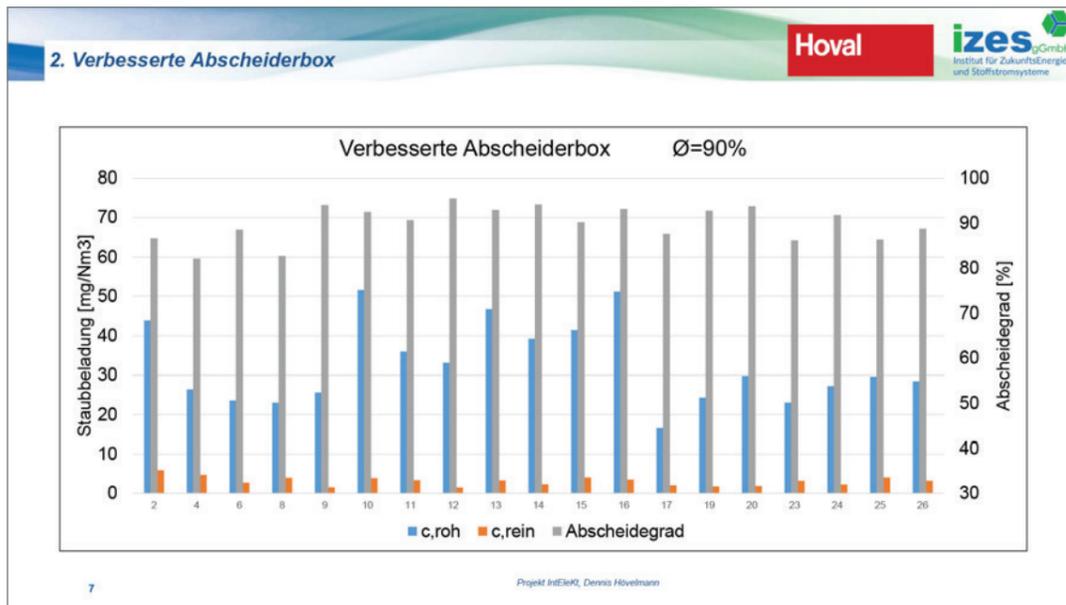
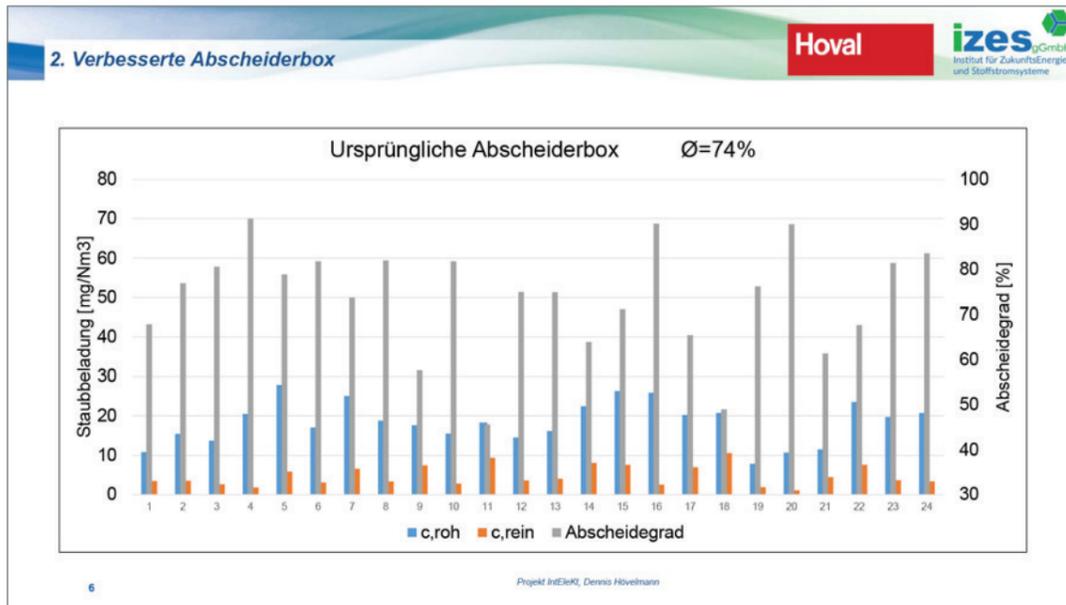
Ursprüngliche Abscheiderbox

Copyrights: HOVAL

Verbesserte Abscheiderbox

Copyrights: HOVAL

5 | Projekt IntElekt, Dennis Hövelmann



3. Reinigungslösungen

Copyrights: IZES gGmbH
Projekt IntElekT, Dennis Hövelmann

10

3. Reinigungslösungen

Copyrights: IZES gGmbH

12

Projekt IntElekT, Dennis Hövelmann

3. Reinigungslösungen

Copyrights: IZES gGmbH

11

Projekt IntElekT, Dennis Hövelmann

3. Reinigungslösungen

Copyrights: IZES gGmbH

13

Projekt IntElekT, Dennis Hövelmann



Dr. Andrei Bologna, Karlsruher Institut für Technologie

CAROLA®-Elektrostatischer Abscheider

Dr. Andrei Bologna

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Hermann-von-Helmholtzplatz 1

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Tel.: +49 (0)721 608-24710

E-Mail: andrei.bologna@kit.edu

Moderne holzfeuerte Heizkessel erreichen bei optimalen Verbrennungsbedingungen hohe Wirkungsgrade und vergleichsweise niedrige Emissionen. In den letzten Jahren wurden erhebliche Fortschritte bei der Entwicklung von kompakten Elektroabscheidern erzielt, die an industriellen Prüfständen in Dauerbetrieb getestet wurden. Zur Partikelabscheidung bei Kesselanlagen werden bereits am Markt Lösungen angeboten, die aber noch nicht optimal auf den Kesselbetrieb abgestimmt und automatisiert sind.

Ziel des Vorhabens ist der Nachweis des erfolgreichen Einsatzes von kompakten CAROLA®-Elektrostatischen Abscheidern an biomassegefeuerten Heizkesseln im Rahmen von Feldtests während zweier Heizungsperioden. Das Konzept eines modifizierten und kosteneffizienteren Abscheiders bis 100kW wurde entwickelt. Kleinserien dieser Abscheidertypen CCA-50, CCA-100 und CCA-200 wurden hergestellt.

Die Abscheider wurden bezüglich Hochspannung-Regelung, Steuerung und Materialien optimiert und an ausgewählten Heizkesseln adaptiert. In Untersuchungen am Teststand wurde eine vollautomatische Regelung der Hochspannung entwickelt. In vier Langzeitexperimenten am Teststand wurden die Aschegehalte von drei Holzqualitäten mit den abgeschiedenen Flugstäuben bilanziert. In den Bilanzversuchen wurden 71 bis 96% der gemäß Staubmessung erwarteten Flugaschemenge als abgeschiedener Staube wiedergefunden.

Mit dem Einsatz der Abscheider bei Holzgefeuerten Heizkesseln im Leistungsbereich von 30 bis 240kW sowie mit verschiedenen Brennstoffen wurde im Vorhaben eine umfangreiche Wissensbasis geschaffen.

Während der Meßkampagnen wurden die wesentlichen Daten des Abscheiderbetriebs online erfasst. Die kontinuierlich erfassten Parameter Strom, Spannung, Temperatur und Differenzdruck wurden ausgewertet und erbrachten umfangreiche Erkenntnisse zum Langzeitbetriebsverhalten der Abscheider. Die Erfahrungen beim Betrieb der Abscheider flossen in die kontinuierliche Verbesserung der Abscheiderqualität ein.

Die Abscheider wurden ca. 41000 Stunden unter Feldbedingungen und an Prüfständen erfolgreich betreiben. Während des Feldtests wurden von beauftragten Schornsteinfegern Messungen gemäß 1.BImSchV durchgeführt. Mit einem optimierten Reinigungskonzept für die Elektroden wurde ein stabiler Langzeitbetrieb der Abscheider und Abscheidegrade von 70-90% erreicht. Das Vorhaben hat erstmals gezeigt, dass der Dauerbetrieb der vom DIBt zugelassenen Elektroabscheider auch unter schwierigen Umgebungsbedingungen nahezu wartungsfrei über ein ganzes Jahr möglich ist. An allen Anlagen, die mit Hackgut, Pellets und Scheitholz gefeuert wurden, wurden die Grenzwerte der 1.BImSchV deutlich unterschritten.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt: A.Bologna, H.-R. Paur (Karlsruher Institut für Technologie, D-76344 Eggenstein - Leopoldshafen) M. Ecker (HDG Bavaria GmbH, D-84323 Massing) H.-P. Rheinheimer (CCA-Carola Clean Air GmbH, D-76344 Eggenstein - Leopoldshafen)

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt: H.-R. Paur, M. Ecker, H.-P. Rheinheimer

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

CCA
Carola Clean Air

CAROLA® - Elektrostatischer Abscheider

A.Bologna¹, H.-R.Paur¹, H.-P.Rheinheimer²

¹Karlsruher Institut für Technologie
²CCA-Carola Clean Air GmbH

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt
Zulassungsnummer: Z-7.4-3504

V K F A E A I
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
VKF Brandschutzanwendung Nr. 26515

www.carola-clean-air.com

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

CCA
Carola Clean Air

Verfahren

„Stand-alone“ Abscheider

„Integrierter“ Abscheider

Elektronikraum
Kollektor
Ionisator
Abscheider
Wärmetauscher
Rostfeuerung
Brennkammertür

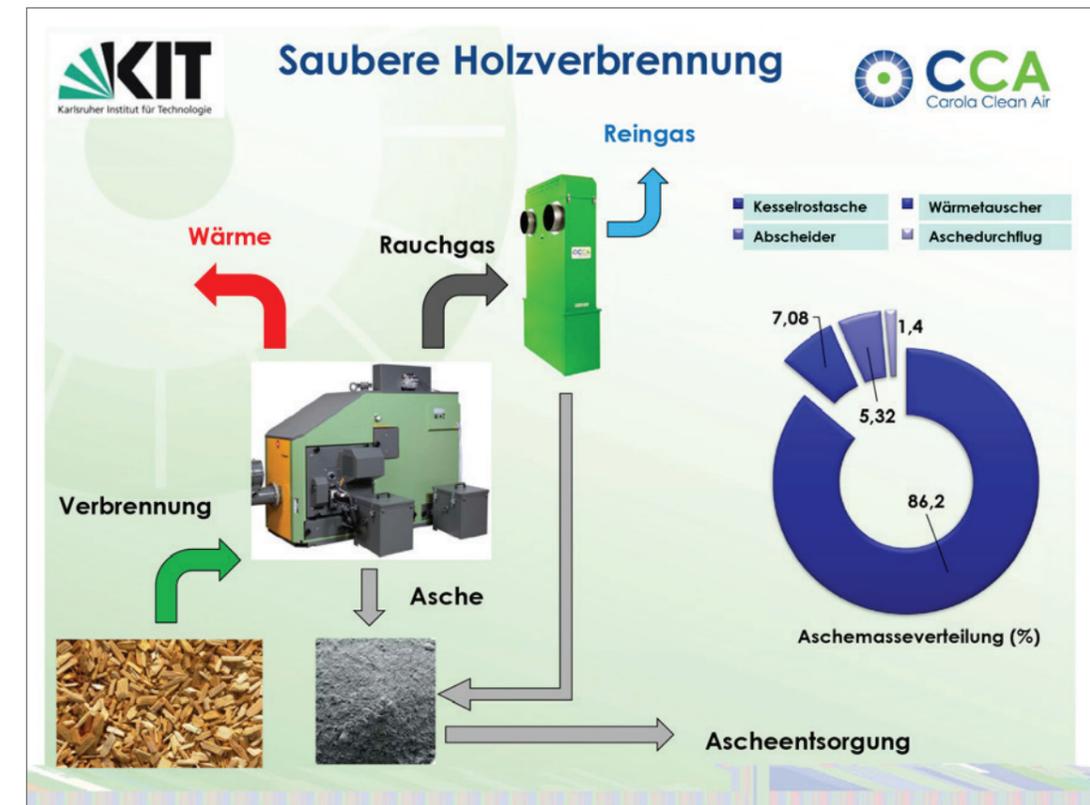
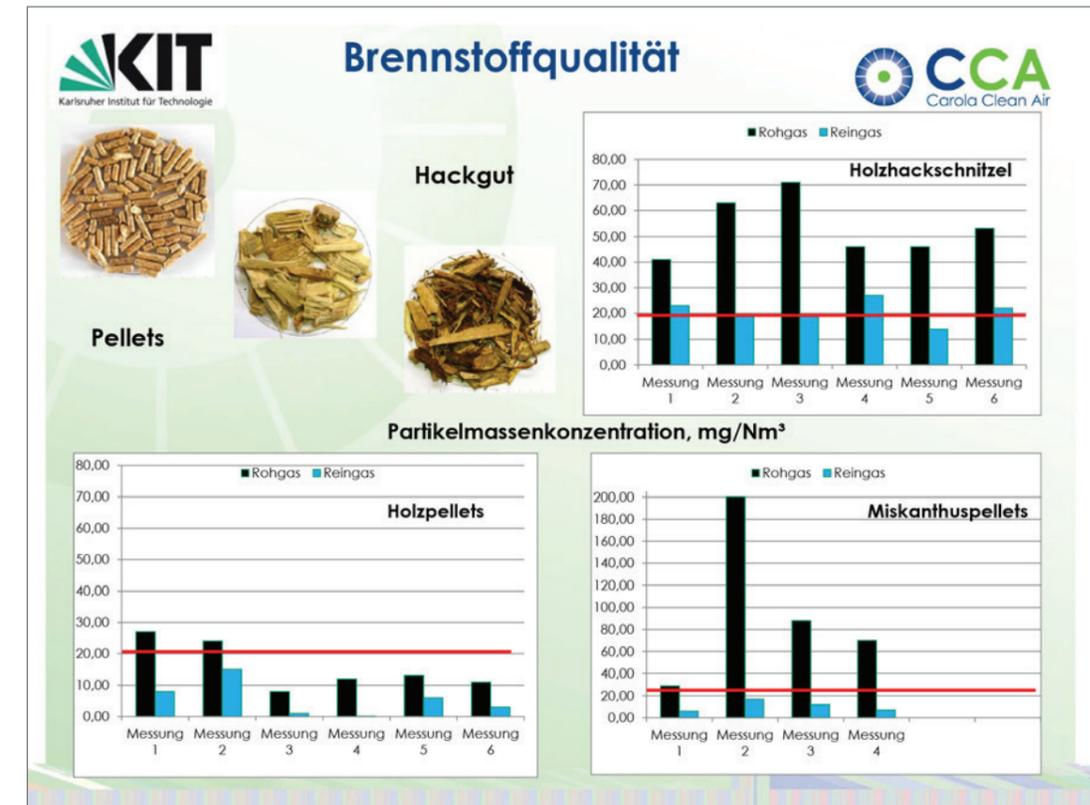
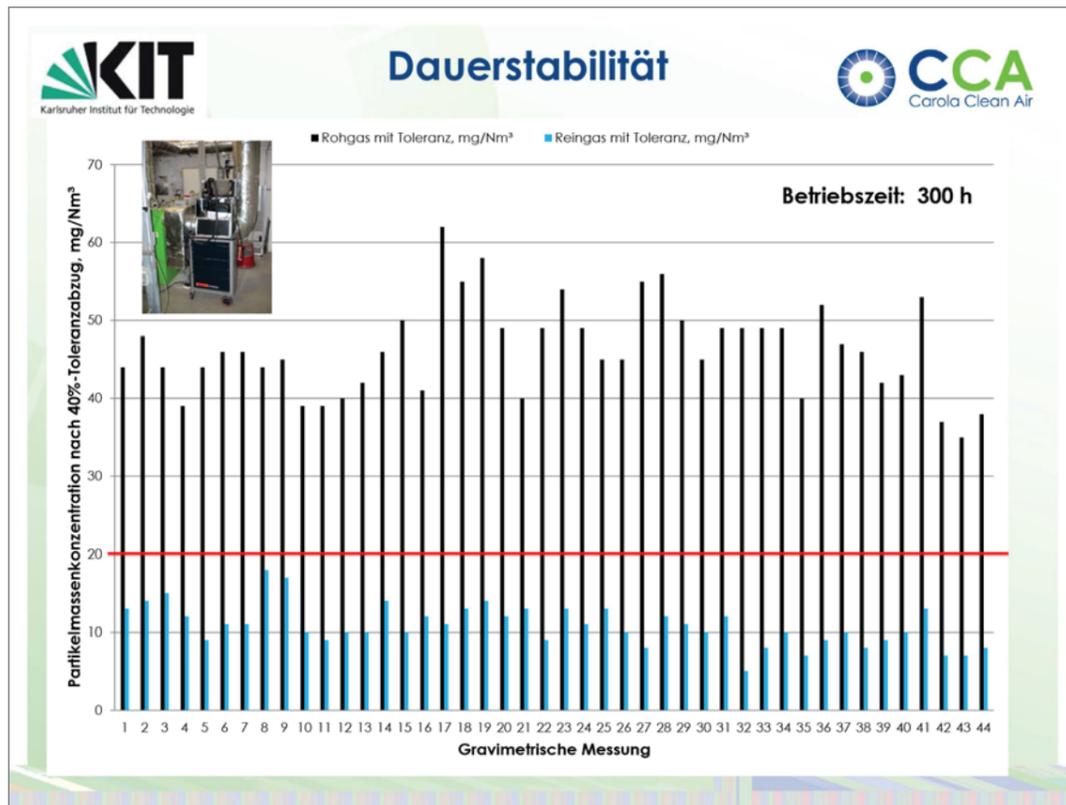
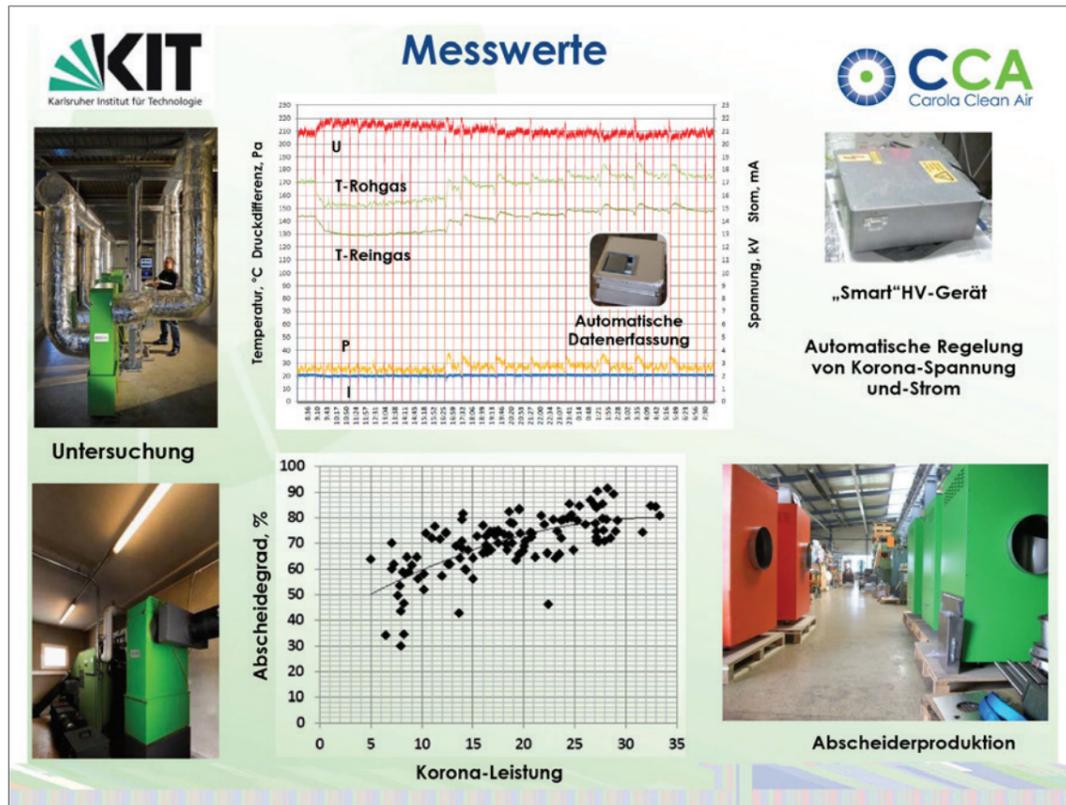
Aschenkasten

Vorteile

- Kompakter Aufbau
- Standard-Ionisationseinheit f. alle Typen
- Kollektor mit einer Bürste
- Ein Gaseingang und ein Gasausgang
- Hoher Abscheidegrad
- „Smart“ HV-Gerät
- Spannung / Strom : bis 22 kV / 2,1 mA
- Automatische Ionisator- und Kollektorreinigung
- Reduzierter Differenzdruck
- Niedrige Korona-Leistung

Deutsches Institut für Bautechnik DIBt
Zulassungsnummer: Z-7.4-3504

V K F A E A I
Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen
VKF Brandschutzanwendung Nr. 26515





KIT
Karlsruher Institut für Technologie

Zusammenfassung



CCA
Carola Clean Air

- Der innovative elektrostatische Carola-Abscheider wurde weiterentwickelt
- Die Abscheider wurden bei Feldtestbedingungen über 41.000 Stunden erfolgreich getestet
- Robuster Dauerbetrieb der Abscheider
- Eine „intelligente“ Hochspannungsregelung wurde entwickelt
- Bei Korona-Leistung ca. 45 W liegt der Abscheidegrad bei ca. 77±3%
- Kosteneffiziente Nutzung von aschereichen Brennstoffen
- Kesselanlagen mit Abscheider halten die 1.BImSchV-Grenzwerte ein
- Zugelassene Abscheider für Kesselleistung bis 200 kW sind verfügbar



CCA-200
CCA-100
CCA-50
CCA-25



CAROLA® -
Elektrostatisher Abscheider

Saubere Luft für Alle

Christoph Schade, Karl Schröder Nachf.

Partikelabscheider Karl Schröder Nachf.

Christoph Schade
K. Schröder Nachf.
Hemsack 11-13
59174 Kamen
Tel.: +49 (0)2307 9730022
E-Mail: c.schade@schraeder.com





Heizen mit Holz:
nachhaltig - regional - CO₂-neutral

SCHRÄDER
HEIZTECHNIK



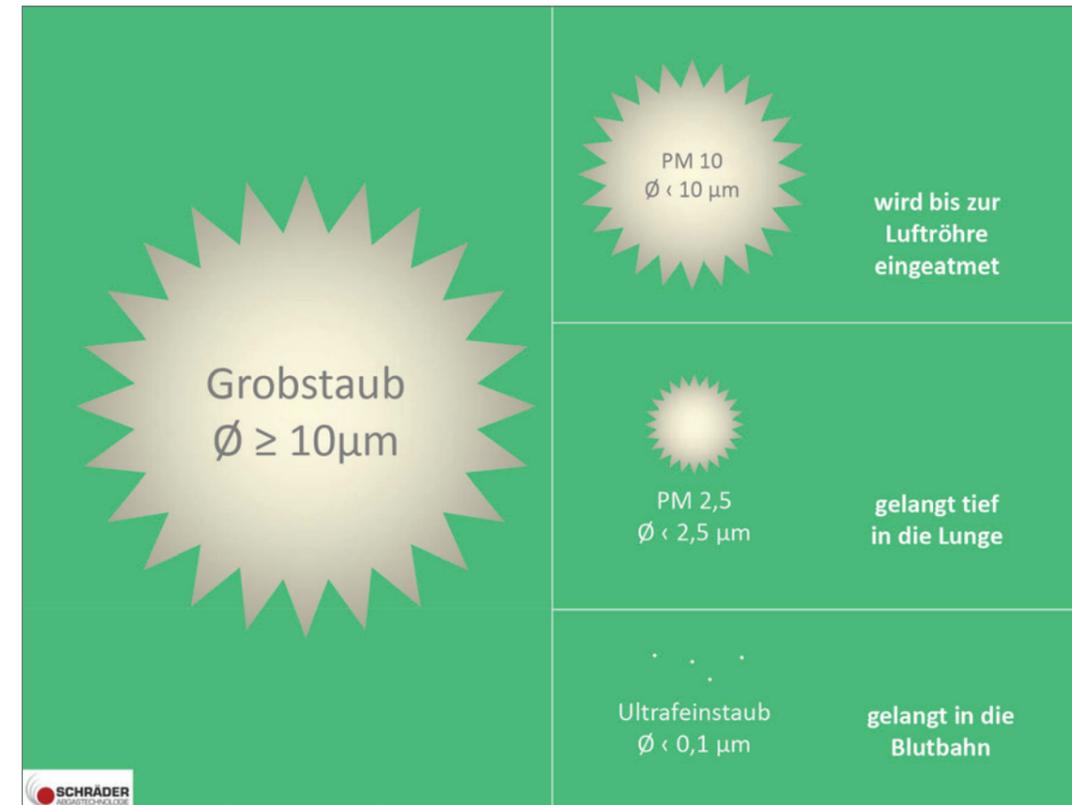
Feinstaub!

SCHRÄDER
HEIZTECHNIK



Feinstaub:
Partikel, die in der Luft suspendiert bleiben und nicht sofort sedimentieren
(PM - Particulate Matter)

SCHRÄDER
HEIZTECHNIK



Grobstaub
Ø ≥ 10µm

PM 10
Ø < 10 µm
wird bis zur Luftröhre eingeatmet

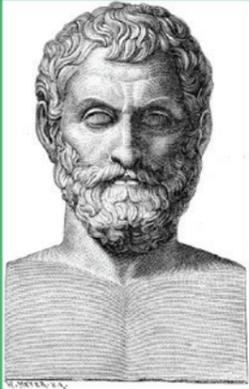
PM 2,5
Ø < 2,5 µm
gelangt tief in die Lunge

Ultrafeinstaub
Ø < 0,1 µm
gelangt in die Blutbahn

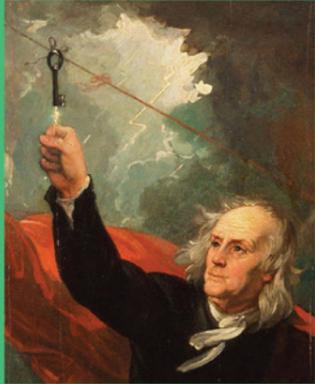
SCHRÄDER
HEIZTECHNIK

Das elektrostatische Prinzip

Thales von Milet



Benjamin Franklin





Abscheider für kleine Feuerungen



Montage auf der Schornsteinmündung



Montage hinter dem Kessel



Das elektrostatische Prinzip

Photograph of electrode assembly used in pressure vessel.
(Courtesy Research-Cotrelle, Inc.)
Harry J. White, Electrostatical Precipitation, 1963

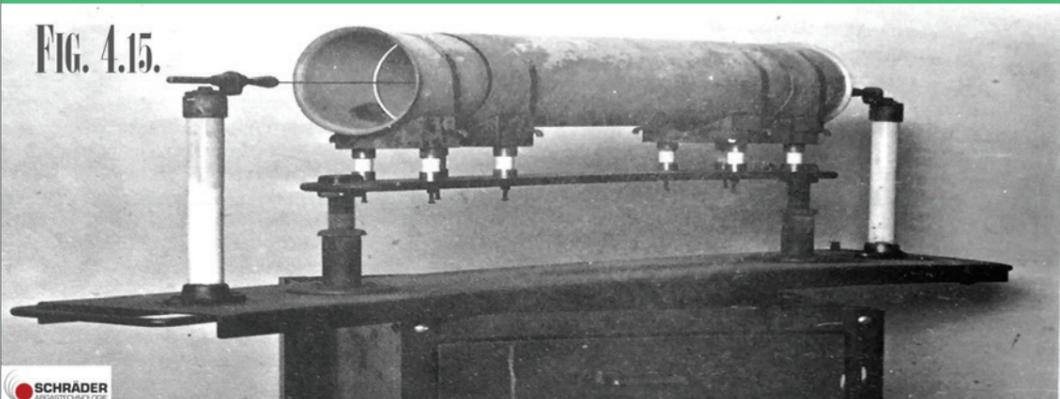
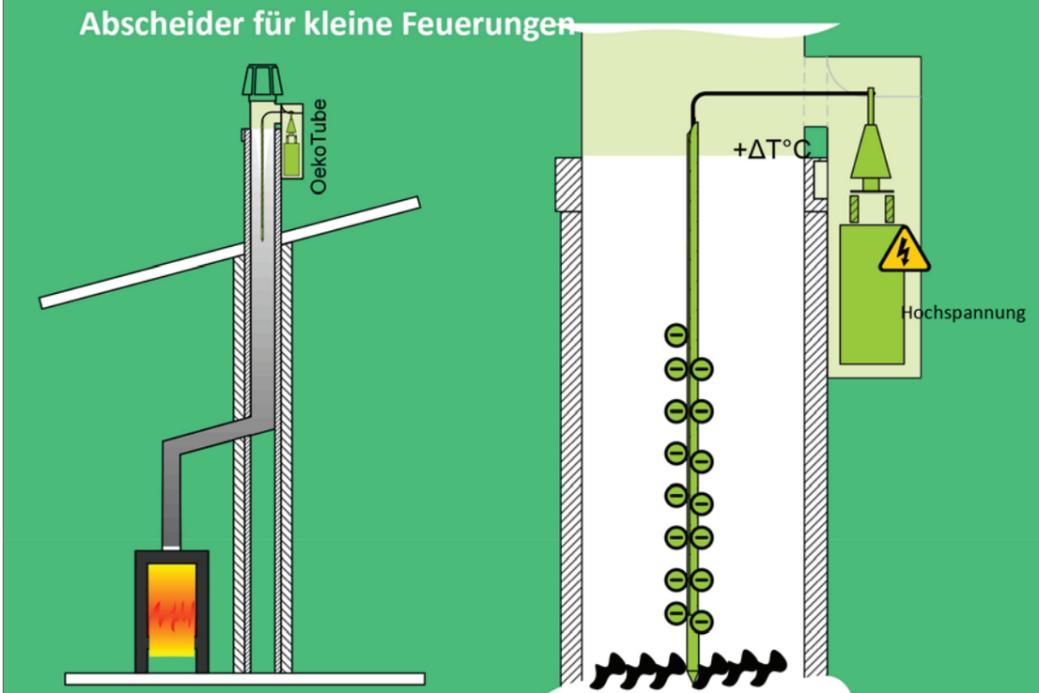
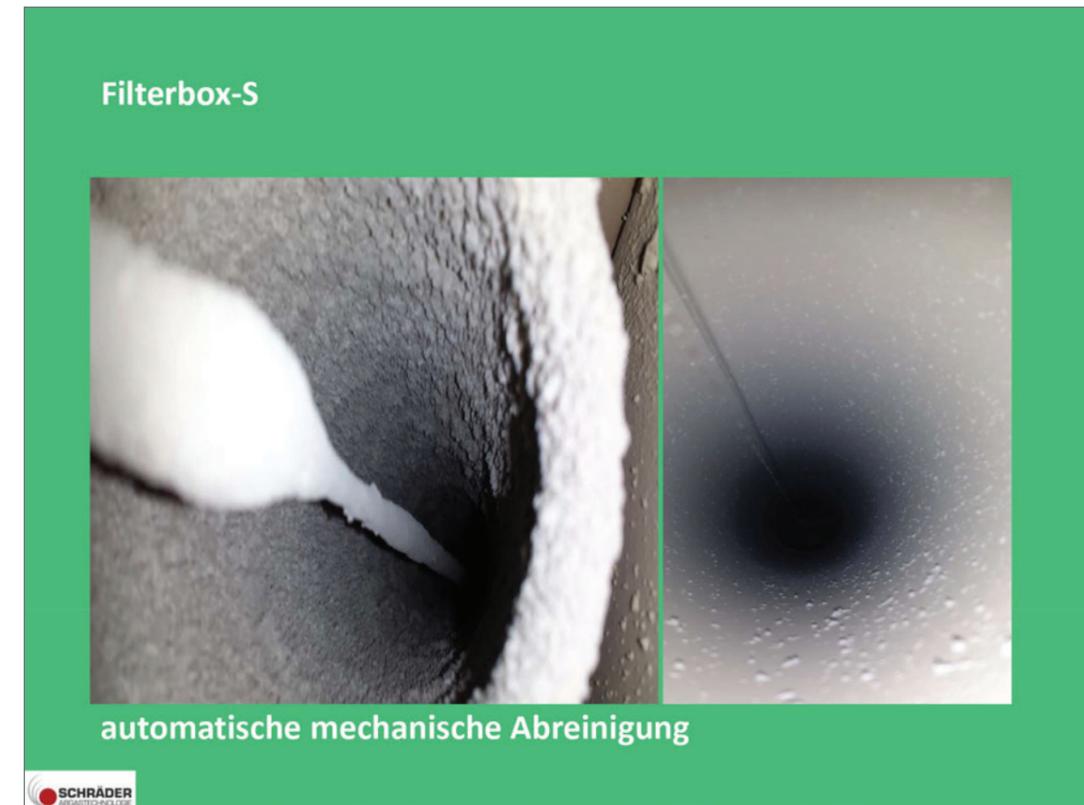


FIG. 4.15.



Abscheider für kleine Feuerungen



Filterbox-S

Feuerungen bis 600 KW

kompakte Bauweise – inkl. Bypass

automatische Reinigungserkennung

Abscheideleistung 85 %



Filterbox-SZ



Filterbox-SZ

vorgesalteter Zyklon
zur Abscheidung von Grobstaub

kompakte Bauweise – inkl. Bypass



Staubabscheider von Schröder







K. Schröder Nachf.
Hemsack 11-13
59174 Kamen
02307 9730022
www.schraeder.com

Neues aus der Forschung

Dr.-Ing. Mohammed Aleysa, Fraunhofer IBP

Kombinationsverfahren zur stabilen und effektiven Abgasentstaubung in Biomasseheizkesseln

Dr.-Ing. Mohammed Aleysa

Fraunhofer IBP

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Tel.: +49 (0)711 970-3455

E-Mail: mohammad.aleysa@ibp.fraunhofer.de

Im Rahmen des Vortrags soll ein neuartiges innovatives Abgasentstaubungssystem mit den Forschungs- und Erprobungsergebnissen vorgestellt werden, welches aus einer Kombination aus einem elektrostatischen Agglomerationsverfahren mit einem nachgeschalteten Fliehkraftabscheider besteht. Dieses Abgasentstaubungssystem wurde im Rahmen eines Projekts entwickelt, welches in Kooperation mit der Firma Kutzner und Weber durchgeführt und von dem BMBF über den Projektträger FNR finanziert wurde.

Das innovative Abgasentstaubungssystem kann nicht nur die sicherheitstechnischen Anforderungen an Bauprodukte sichergestellt, sondern auch sich so effektiv in der Praxis betreiben lassen, die immissionsschutzrechtlichen Anforderungen nach der 1. BImSchV unabhängig von den betrieblichen Bedingungen eingehalten werden können.

Kombinationsverfahren zur stabilen und effektiven Abgasentstaubung in Biomasseheizkesseln

Mohammad Aleysa

Auf Wissen bauen.



© Fraunhofer IBP

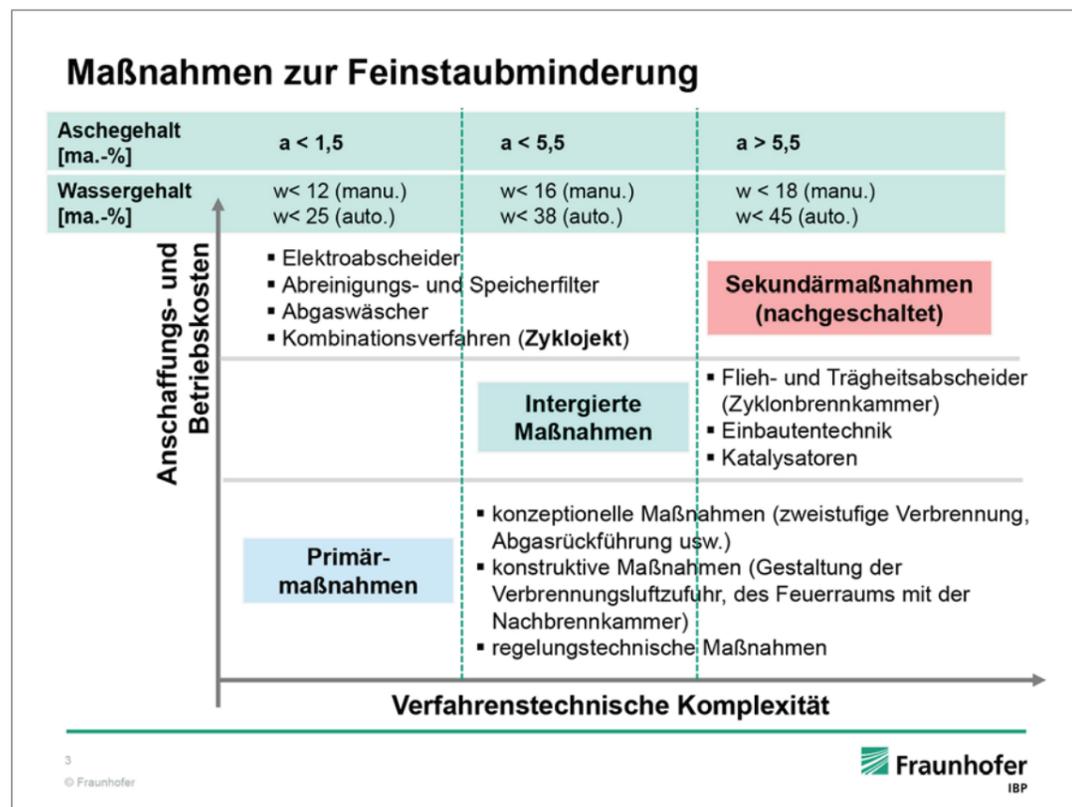
Fraunhofer
IBP

INHALT

- Stand der Technik/Bewertung von Staubabscheider-Prinzipien
- Kombinationssystem (ENF-System): Prinzip, Betriebsweise und Aufbau
- Technisches Equipment
- Forschungsergebnisse
- Schlussfolgerung
- Ausblick

2
© Fraunhofer

Fraunhofer
IBP



Bewertung gemäß der Anforderungen der 1. BImSchV

Brennstoff	a [ma.-%]	Bewertung		
		1	2	3
Fichtenholz	0,6	✓		
Buchenholz	0,5	✓		
Pappelholz	1,8		✓	
Weidenholz	2,0		✓	

Brennstoff	a [ma.-%]	Bewertung		
		1	2	3
Roggenstroh	4,8		✓	
Weizenstroh	5,7			✓
Triticalestroh	5,9			✓
Gerstenstroh	4,8		✓	
Rapsstroh	6,2			✓
Maisstroh	6,7			✓
Sonnenblumenstroh	12,2			✓
Hanfstroh	4,8		✓	
Roggenganzpflanzen	4,2		✓	
Weizenganzpflanzen	4,1		✓	
Triticaleganzpflanzen	4,4		✓	
Roggenkörner	2,0		✓	
Weizenkörner	2,7		✓	
Triticalekörner	2,1		✓	
Rapskörner	4,6		✓	
Miscanthus	3,9		✓	
Landschaftspflegeheu	5,7			✓
Rohrschwengel	8,5			✓
Weidelgras	8,8			✓
Straßengrasschnitt	23,1			✓

1: Primärmaßnahmen
2: integrierte Maßnahmen
3: Sekundärmaßnahmen

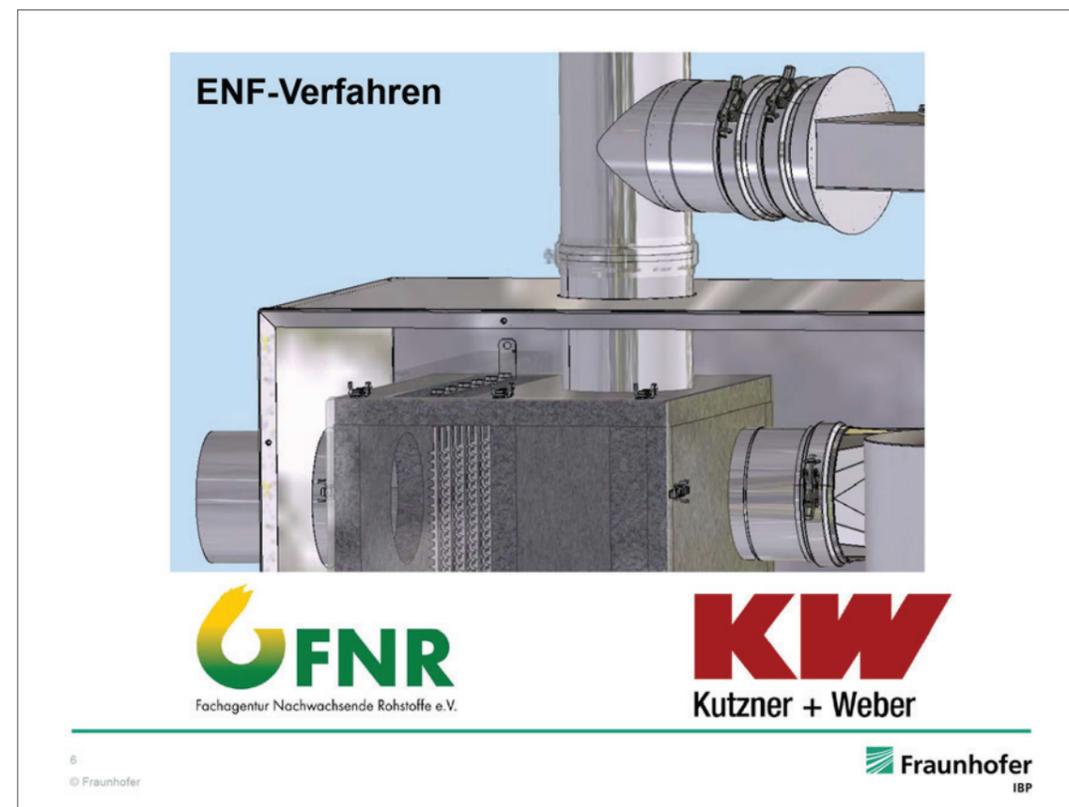
vorausgesetzt nah vollständige Verbrennung bzw. gut konstruierte Verbrennungstechnik

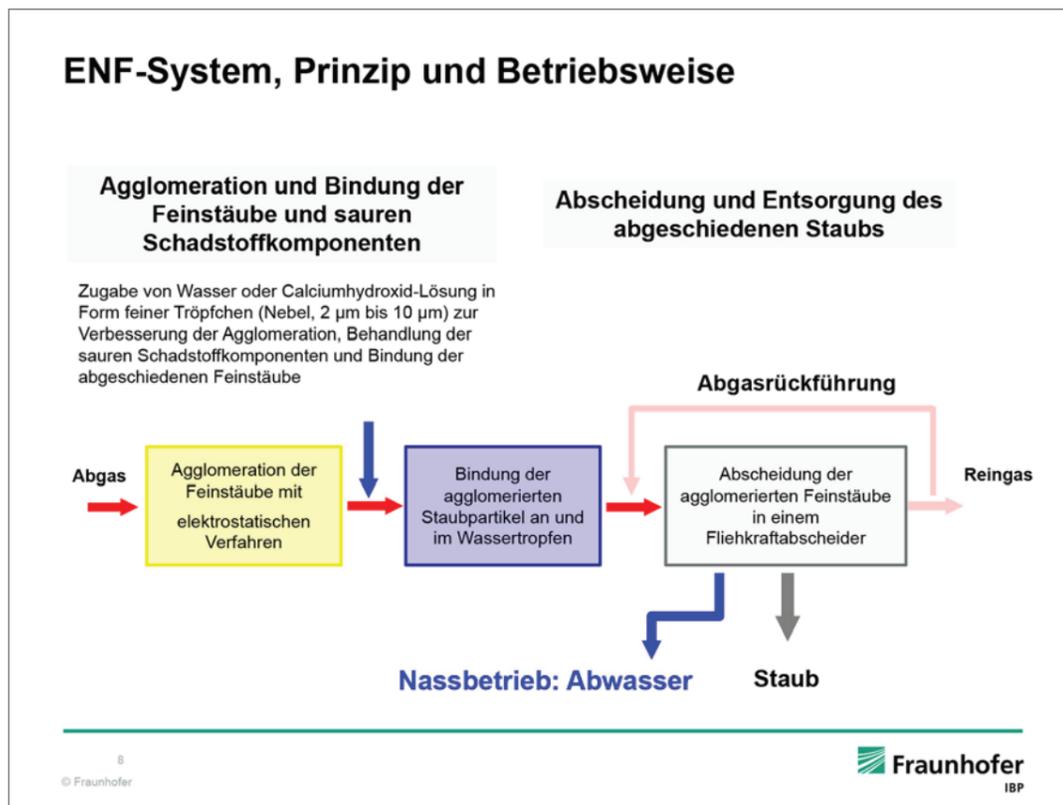
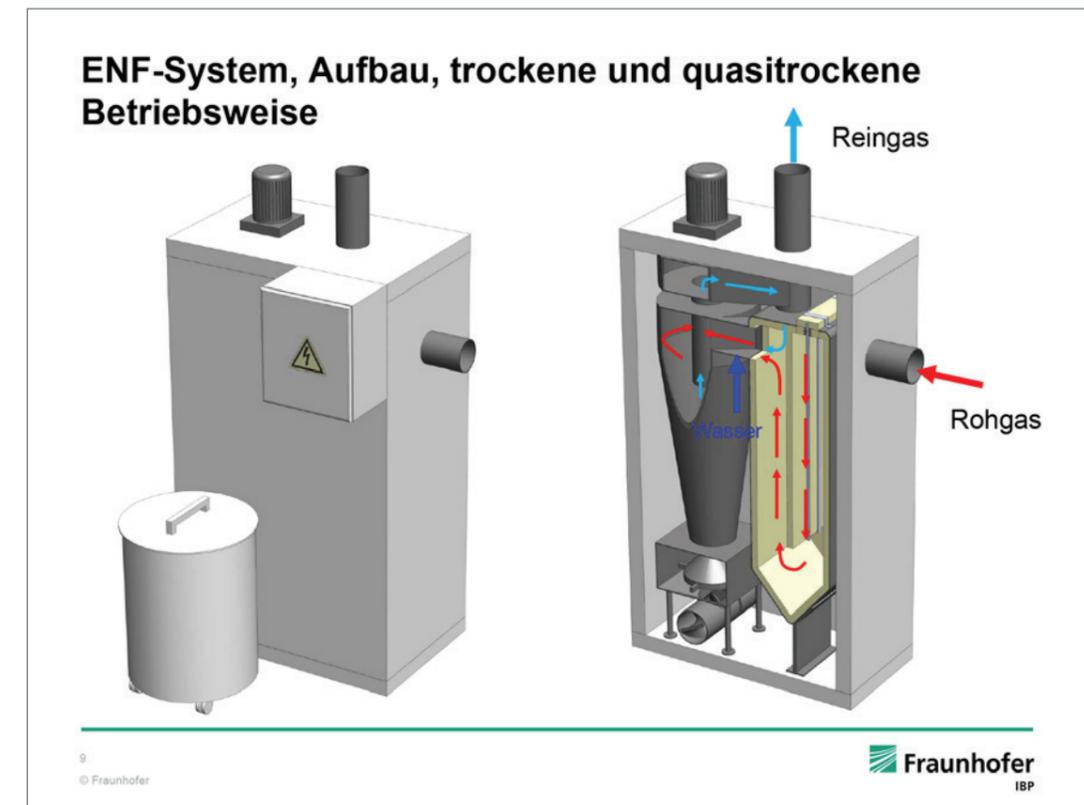
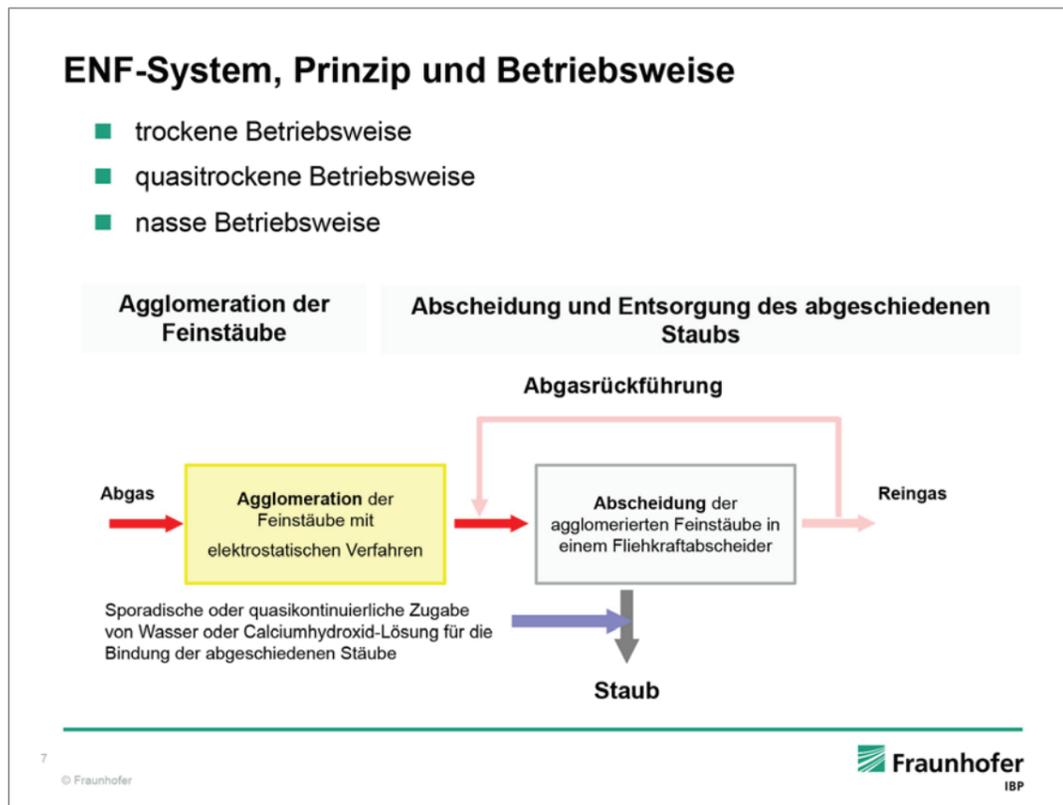
Fraunhofer IBP

Bewertung von Staubabscheidern, Prinzipien

Abscheider	Abscheidegrad ⁽¹⁾	Abscheideleistung ⁽²⁾	Betriebsstabilität ⁽³⁾	Wirtschaftlichkeit	Zulassungsfähigkeit ⁽⁴⁾
Elektrostatische Abscheider	gut, bis 85 %	nur bedingt ausreichend, je nach technischer Ausführung	sehr bedingt	preiswert bis sehr teuer, je nach technischer Ausführung	sehr gut
Abgaswäsche/ Abgaskondensation ⁽⁵⁾	gering, < 30 %	nicht ausreichend	sehr gut	preiswert bis sehr teuer, je nach Ausführung	nur bedingt ⁽⁶⁾
Massekraftabscheider	sehr gering, < 20 %	nicht ausreichend	sehr gut	sehr günstig	sehr eingeschränkt ⁽⁷⁾
Abreinigungs- und Speicherfilter	sehr gut, > 98 %	sehr gut (deutlich < 10 mg/m ³)	nicht gegeben ⁽⁸⁾	sehr teuer	nicht gegeben ⁽⁹⁾
Kombination (ENF-System)	sehr gut, > 90 %	sehr gut (< 10 mg/m ³)	sehr hoch	preiswert bis sehr teuer, je nach Ausführung	sehr gut

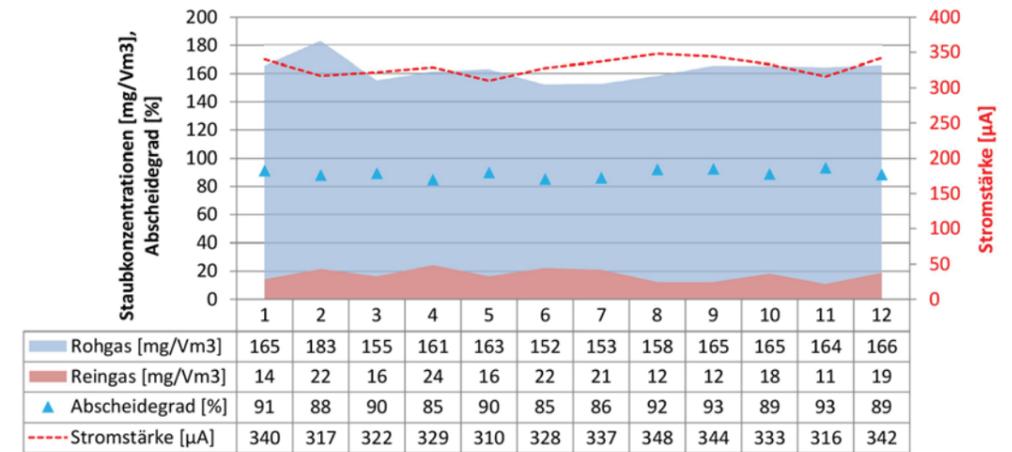
Fraunhofer IBP







ENF-System, Abscheideleistung und -grad, trockene Betriebseise

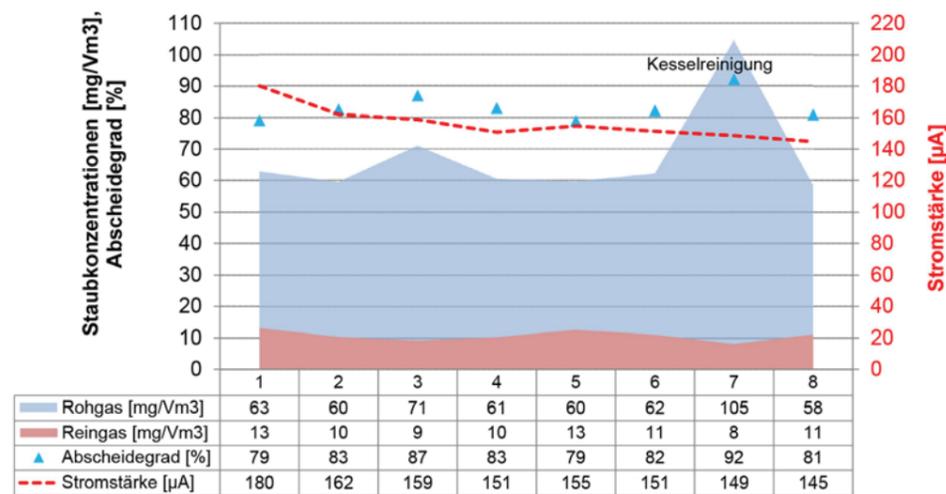


Thermische Kesselleistung: 120 kW

13
© Fraunhofer



ENF-System, Abscheideleistung und -grad, trockene Betriebseise

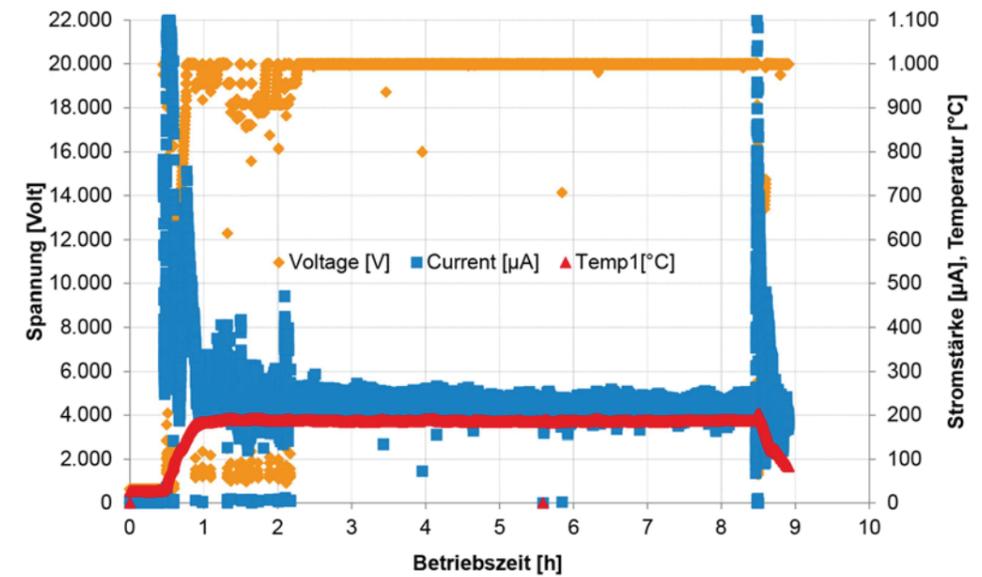


Thermische Kesselleistung: 120 kW

12
© Fraunhofer



Ionisationsverhalten, Spannung und Stromstärke



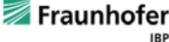
14
© Fraunhofer



Schlussfolgerung, Vorteile und Charakteristika

- gute Funktionalität mit einer einfachen Konstruktion
- stabiles Abscheideverhalten mit einer entsprechend hohen Abscheideeffizienz über längere Betriebszeit
- kompakte und modulare Bauweise
- hohe Betriebsflexibilität, -sicherheit und -modulation
- es bestehen keine Anforderung an geringere Geschwindigkeiten für eine gute Abscheidung wie bei klassischen Staubabscheidern
- pneumatische kontinuierliche Abgasreinigung
- die abgeschiedenen Stäube liegen außerhalb des Strömungsbereichs
- sichere Zwischenlagerung und Entsorgung des abgeschiedenen Staubs
- relativ geringere spezifische Anschaffungskosten sowie Betriebskosten

15
© Fraunhofer

 Fraunhofer
IBP

Ausblick

- neuartige Sprühelektrode und Isolatoren für eine optimale Ionisation
- Einfluss der Beschaffenheit und Konzentrationen der Feinstäube auf die Abscheideleistung
- Quasitrockene Betriebweise
- Wiederaufwärmung/ Nutzung der Restwärme des Abgases
- Ermittlung der Systemgrenzen bei unterschiedlicher Konstellationen (Konstruktionen und Betriebsweise)
- Kombination aus elektrostatischer und akustischer Agglomeration
- Grundlage für die Auslegung des gesamten Systems
- Stabilität und Effizienz im Praxisbetrieb
- automatisches Monitoring der Funktionalität in der Praxis
- Entsorgung von den abgeschiedenen Feinstäuben

16
© Fraunhofer

 Fraunhofer
IBP

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dr.-Ing. Mohammad Aleya

Verbrennungs- und Umweltschutztechnik
Abteilung Umwelt, Hygiene und Sensorik

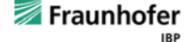
Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP
Nobelstr. 12 | 70569 Stuttgart | Germany

Telefon: +49 711 970-3455 | Telefax: +49 711 970-3385

mohammad.aleyasa@ibp.fraunhofer.de

<http://www.ibp.fraunhofer.de>

© Fraunhofer

 Fraunhofer
IBP

Michael Steiner, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Partikelmessungen zur Charakterisierung elektrostatischer Abscheider: Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer

Michael Steiner

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden

Kaiser-Wilhelm-Ring 23

92224 Amberg

Tel.: +49 (0)9621/482-3441

E-Mail: m.steiner@oth-aw.de

Der Einsatz elektrostatischer Abscheider ist eine gängige Methode um bei der Biomasseverbrennung die Partikelemissionsgrenzwerte einzuhalten [1]. In einem Forschungsprojekt zur „Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen“ (FRESBI) werden Abscheider verschiedener Bauarten vermessen um dann Verbesserungsansätze zu erarbeiten.

Zur Bestimmung der Fraktionsabscheidegrade werden die Partikelverteilungen im Rohgas und im Reingas gemessen. Dazu wird ein Niederdruckkaskadenimpaktor und ein Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) verwendet. Das Messprinzip des SMPS basiert auf der Bewegung geladener Partikel in einem el. Feld. Aus diesem Grund muss eine definierte Ladungsverteilung vorliegen, welche dadurch erreicht wird, dass die Ladungen im Aerosol mit Hilfe einer radioaktiven Strahlungsquelle (Neutralisierer) in einen Gleichgewichtszustand gezwungen werden [2]. Allerdings sind Partikel nach dem Elektroabscheider, also im Reingas, mit einer großen Anzahl an el. Ladungen behaftet. Die Frage, welche sich daraus ableitet ist, ob der Neutralisierer in einem ionisierten Aerosol die Ladungen definiert verteilen kann und ob das Messergebnis des SMPS dadurch beeinflusst wird. In der Literatur ist die Notwendigkeit einer Studie zum Neutralisierer bekannt [3].

Auf einem Laborprüfstand wurde der Einfluss geladener Partikel auf das SMPS als Gesamtsystem untersucht. Das monodisperse Aerosol stammt aus einem Aerosolgenerator und enthält Partikel mit einem Durchmesser von 107 nm. Die Zuluft des

Aerosolgenerators kann mit Hilfe einer Ionisationskammer geladen werden. Die Kammer besteht aus Luftkanälen, welche mit Sprühelektroden ausgestattet sind. Eine Spannungsversorgung liefert die Hochspannung an den Elektroden. So können dem SMPS ionisierte und nicht ionisierte Partikel zugeführt werden. Zunächst wurde die Ionisationsleistung der Kammer charakterisiert. Dazu wurde die Hochspannung und der Luftvolumenstrom variiert und es wurde die Ionenkonzentration am Auslass ermittelt. Anschließend wurden die Partikelmessungen bei veränderbarer Hochspannung durchgeführt. Dies führte zu keinen signifikanten Veränderungen der gemessenen Partikelverteilung des Aerosols, weshalb gefolgert wird, dass das SMPS nicht beeinflusst wird. Durch diese Studie wird die Leistungsfähigkeit von SMPS-Messsystemen bestätigt. Sie ermöglichen verlässliche Partikelmessungen in Abgasströmen nach elektrostatischen Abscheidern.

Literatur:

[1] M. Kaltschmitt, H. Hartmann and H. Hofbauer, Energie aus Biomasse - Grundlagen, Techniken und Verfahren. Springer Berlin Heidelberg

[2] K. Whitby and B. Liu, "Polystyrene aerosol electrical charge and residue size distribution" Atmos. Environ., vol. 2, no. 2, pp. 103 – 116, 1968.

[3] C. Sioutas, E. Abt, J. M. Wolfson and P. Koutrakis, "Evaluation of the measurement performance of the scanning mobility particle sizer and aerodynamic particle sizer" Aerosol Sci. Technol., vol. 30, pp. 84 – 92, 1999.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt: Prof. Dr.-Ing. Stefan Beer



Partikelmessung zur Charakterisierung elektrostatischer Abscheider: Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer

Michael Steiner, B.Eng.¹ Prof. Dr.-Ing. Stefan Beer¹

¹Ostbayerische Technische Hochschule (OTH) Amberg-Weiden
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
21. März 2018

Michael Steiner, B.Eng.

Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer

21. März 2018

1 / 22



Agenda

Hintergrund

Forschungsprojekt FRESBI
Partikelmessung
Elektrostatische Abscheider
Problemstellung

Versuchsaufbau

Partikelmessungen
Ionisationskammer
Aerosolgenerator

Ergebnisse

Ionenkonzentration
Wassertröpfchen
Partikelmessungen

Zusammenfassung

Michael Steiner, B.Eng.

Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer

21. März 2018

2 / 22

Hintergrund

Agenda

Hintergrund

- Forschungsprojekt FRESBI
- Partikelmessung
- Elektrostatische Abscheider
- Problemstellung

Versuchsaufbau

- Partikelmessungen
- Ionisationskammer
- Aerosolgenerator

Ergebnisse

- Ionenkonzentration
- Wassertröpfchen
- Partikelmessungen

Zusammenfassung

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 3 / 22

Hintergrund

Forschungsprojekt FRESBI

Forschungsprojekt FRESBI

Optimierung der Fraktionsabscheidegrade Elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen

Projektpartner:

- Fraunhofer UMSICHT
- Schröder Abgastechnologie
- OTH Amberg-Weiden

gefördert durch:

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

Projekträger:

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Aufgaben:

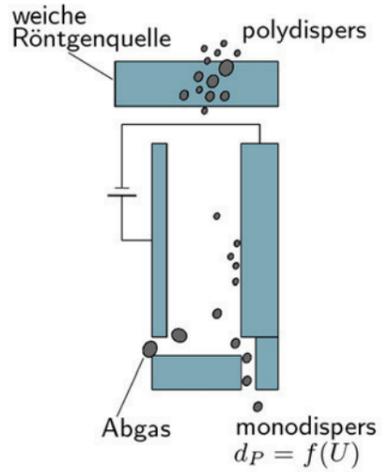
- Betreiben dreier Biomasseverbrennungsanlagen mit Abscheidern
- Messung der Partikelgrößenverteilung und Gesamtmassenbeladung
- Messgeräte: Niederdruckkaskadenimpaktor und Scanning Mobility Particle Sizer
- Messreihen auswerten und abgleichen
- Verbesserungsansätze erarbeiten

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 4 / 22

Hintergrund

Partikelmessung

Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS)

- Neutralisierer, Klassierer, Partikelzähler
- Definierte Ladungsverteilung herstellen [1]
- Partikeltrennung aufgrund der Mobilität
→ monodisperses Aerosol $d_P = f(U)$
- Anzahl der Partikel pro Größenklasse ($n(d_P)$)

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 5 / 22

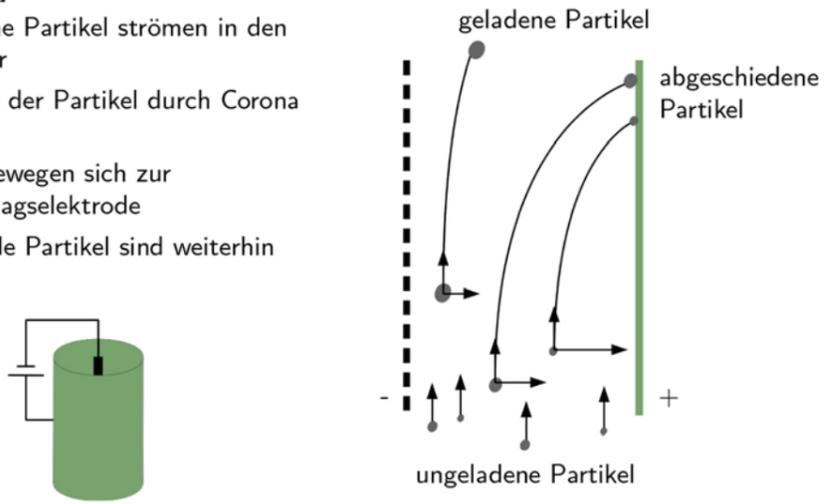
Hintergrund

Elektrostatische Abscheider

Elektrostatische Abscheider

Arbeitsweise [2]:

- Ungeladene Partikel strömen in den Abscheider
- Aufladung der Partikel durch Corona Strom
- Partikel bewegen sich zur Niederschlags Elektrode
- Verlassene Partikel sind weiterhin geladen



Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 6 / 22

Hintergrund

Problemstellung

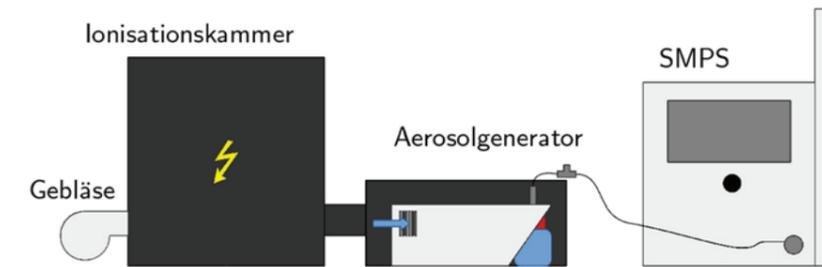
Problemstellung

- ▶ Das SMPS benötigt eine definierte Ladungsverteilung.
- ▶ Diese stellt es mit einer weichen Röntgenquelle her.
- ▶ Partikel im Reingas des Abscheiders sind geladen.
- ▶ Kann daraus die definierte Ladungsverteilung hergestellt werden?
- ▶ Beeinflussen die geladenen Partikel das SMPS?
- ▶ Sind SMPS-Messungen für elektrostatische Abscheider belastbar?

Versuchsaufbau

Partikelmessungen

Partikelmessung mit Ionisation



- ▶ Luft wird angesaugt und ionisiert
- ▶ Monodisperses Aerosol (107 nm) wird generiert
- ▶ Luft des Aerosols ist geladen → Partikel werden geladen
- ▶ SMPS misst geladenes und ungeladenes Aerosol

Versuchsaufbau

Agenda

Hintergrund

Forschungsprojekt FRESBI
Partikelmessung
Elektrostatische Abscheider
Problemstellung

Versuchsaufbau

Partikelmessungen
Ionisationskammer
Aerosolgenerator

Ergebnisse

Ionenkonzentration
Wassertröpfchen
Partikelmessungen

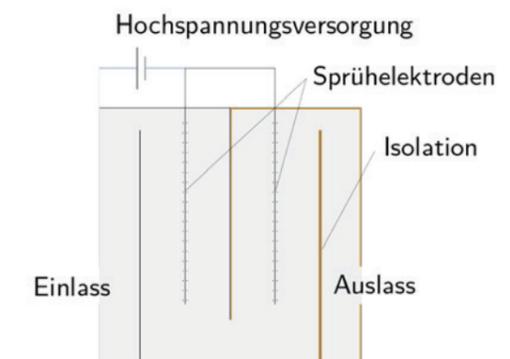
Zusammenfassung

Versuchsaufbau

Ionisationskammer

Ionisationskammer

- ▶ Luftstrom durch die Kanäle
- ▶ Coronastrom aufgrund Hochspannung
- ▶ Ionisierung der Luftmoleküle
- ▶ Kein Abtransport der Ladungen aufgrund Isolation



Versuchsaufbau
Aerosolgenerator

Aerosolgenerator

- ▶ Latexpartikel in Suspension
- ▶ Partikelgröße: 107 nm
- ▶ Suspension wird mit Druckluft zerstäubt
- ▶ Tropfenabscheidung durch Prallblech (nur große Tropfen)
- ▶ Aerosol enthält Partikel und Wassertröpfchen

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 11 / 22

Ergebnisse

Agenda

Hintergrund
Forschungsprojekt FRESBI
Partikelmessung
Elektrostatische Abscheider
Problemstellung

Versuchsaufbau
Partikelmessungen
Ionisationskammer
Aerosolgenerator

Ergebnisse
Ionenkonzentration
Wassertröpfchen
Partikelmessungen

Zusammenfassung

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 12 / 22

Ergebnisse
Ionenkonzentration

Ionenkonzentration

- ▶ Anstieg ab 15 kV
- ▶ Geringer Volumenstrom ist ungünstig für hohe Konzentrationen

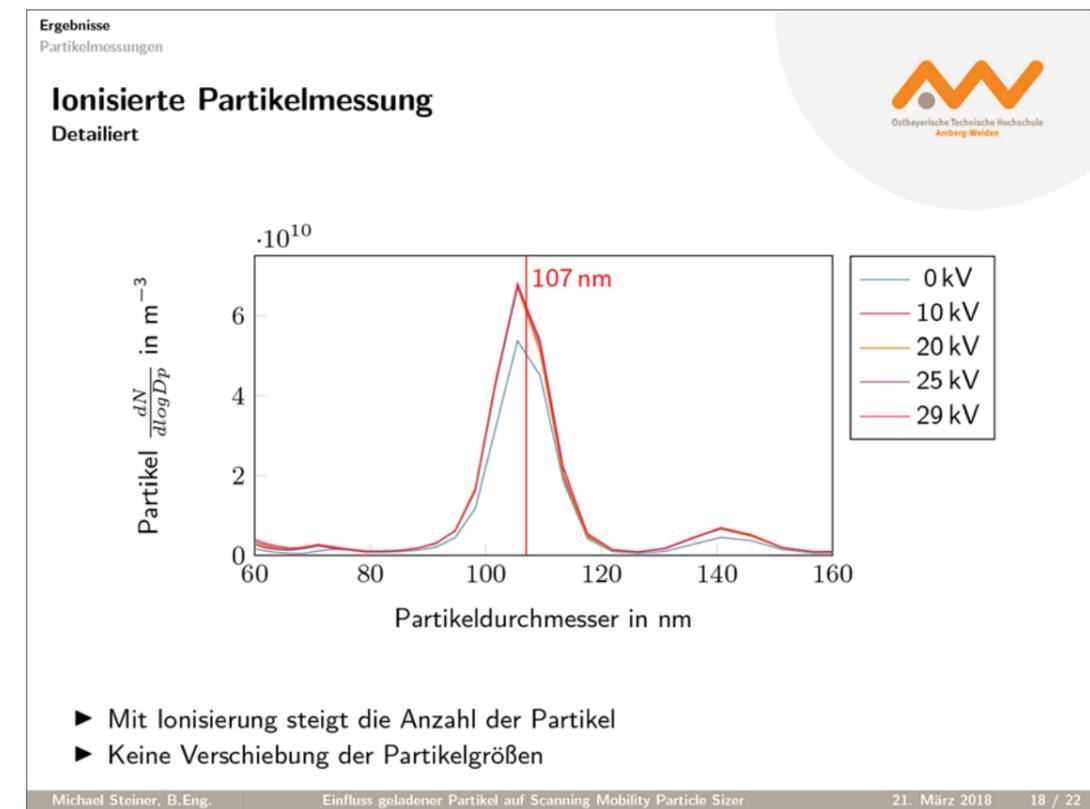
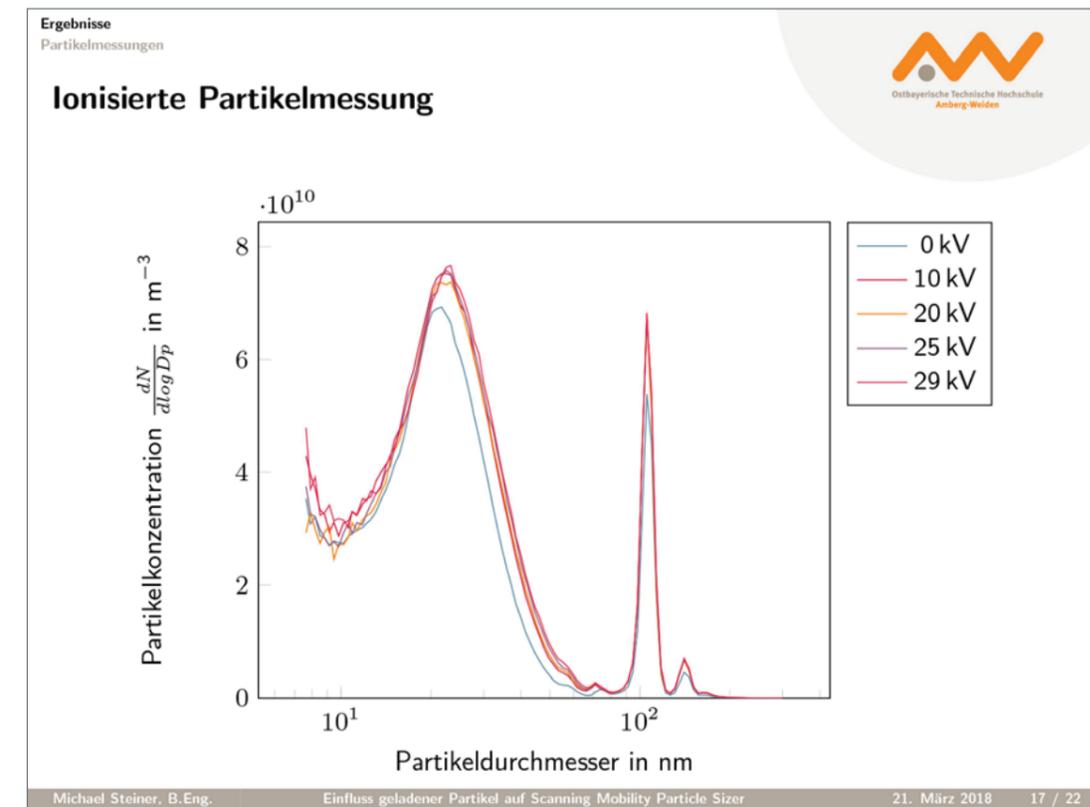
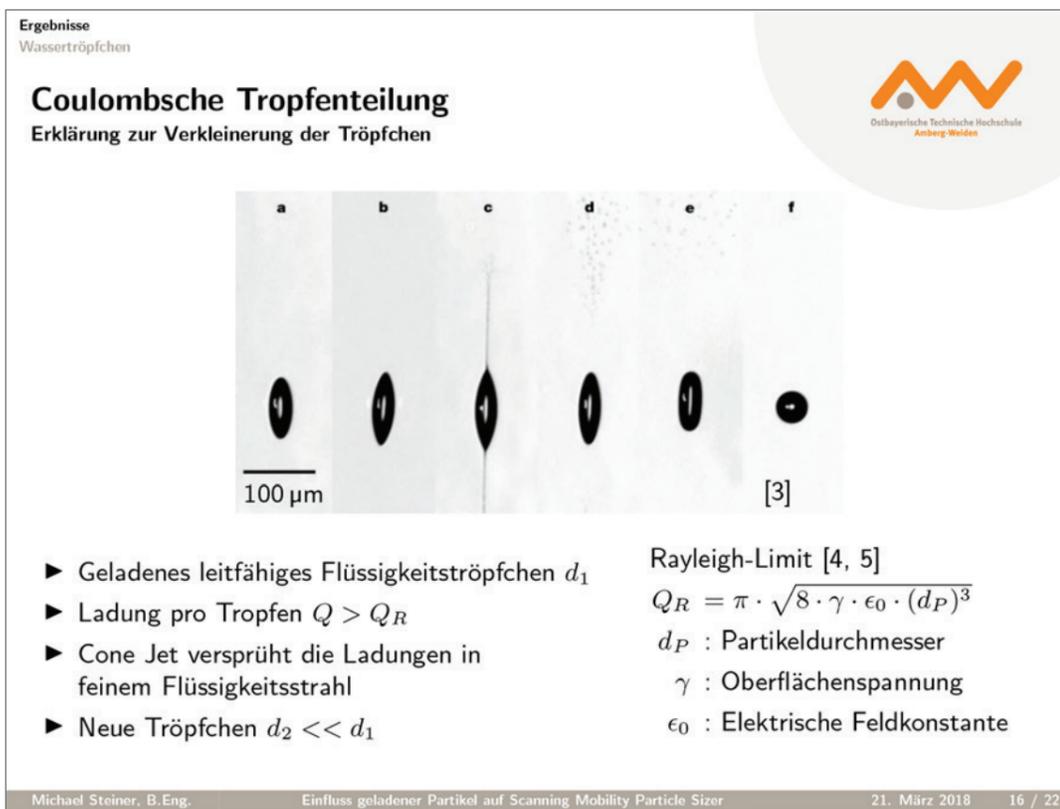
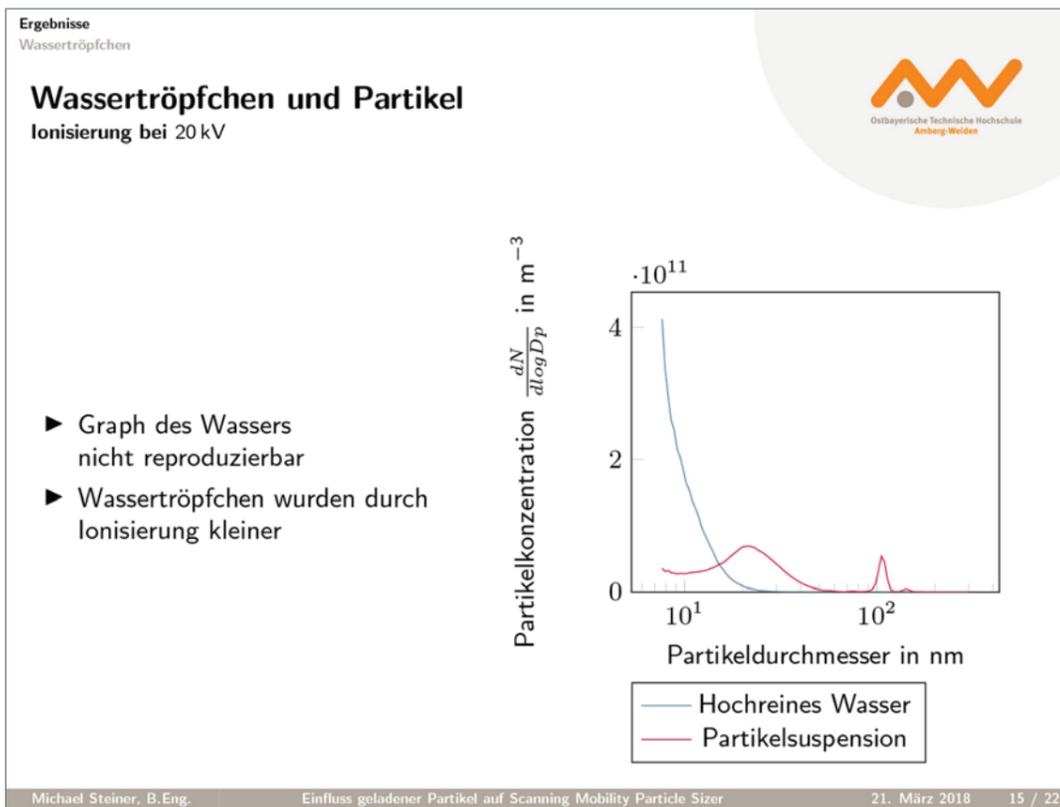
Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 13 / 22

Ergebnisse
Wassertröpfchen

Wassertröpfchen und Partikel Ohne Ionisierung

- ▶ Partikelmessung beinhaltet zusätzlich Wassertröpfchen
- ▶ Links (<70 nm): Wassertröpfchen
- ▶ Rechts (>70 nm): Partikel

Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 14 / 22



Zusammenfassung

Agenda

Hintergrund

- Forschungsprojekt FRESBI
- Partikelmessung
- Elektrostatische Abscheider
- Problemstellung

Versuchsaufbau

- Partikelmessungen
- Ionisationskammer
- Aerosolgenerator

Ergebnisse

- Ionenkonzentration
- Wassertröpfchen
- Partikelmessungen

Zusammenfassung



Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 19 / 22

Zusammenfassung

Zusammenfassung

Problemstellung

- ▶ Messprinzip des SMPS basiert auf der Bewegung geladener Teilchen im el. Feld
- ▶ Partikel im Reingasstrom nach elektrostatischen Abscheidern sind geladen
- ▶ Werden Messungen des SMPS von geladenen Partikeln beeinflusst?

Versuchsdurchführung

- ▶ Aerosolgenerator produziert Partikel einer Größe
- ▶ Versuchsaufbau zur Ionisierung der Partikel
- ▶ Messung und Vergleich ionisierter und nicht ionisierter Partikel

Ergebnis

- ▶ Wassertröpfchen werden von der Ionisierung beeinflusst
→ mögliche Erklärung: Coulombsche Tropfenteilung
- ▶ Partikelanzahl wird durch Ionisierung erhöht
- ▶ Keine Verschiebung der gemessenen Partikelgröße



Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 20 / 22

Ende

Danke

Projekt zur Optimierung der Fraktionsabscheidegrade Elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen (FRESBI)

gefördert durch: Projektträger: Förderkennzeichen: 22009615



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft



FNR
Fachagentur Nachhaltige Rohstoffe e.V.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt:

Michael Steiner, B.Eng.
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden
E-Mail: mi.steiner@oth-aw.de

Prof. Dr.-Ing. Stefan Beer
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Ostbayerische Technische Hochschule
Amberg-Weiden
E-Mail: s.beer@oth-aw.de



Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 21 / 22

Ende

Literatur

-  B.Y.H. Liu and D.Y.H. Pui.
Electrical neutralization of aerosols.
Journal of Aerosol Science, 5(5):465 – 472, 1974.
-  K. Goerner and K. Huebner.
Gasreinigung und Luftreinhaltung.
Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1999.
-  D. Duft, T. Achtzehn, R. Mueller, B.A.Huber, and T. Leisner.
Coulomb fission: Rayleigh jets from levitated microdroplets.
Nature, 421, 2003.
-  Lord Rayleigh.
On the equilibrium of liquid conducting masses charged with electricity.
Philosophical Magazine, 1882.
-  J M H Peters.
Rayleigh's electrified water drops.
European Journal of Physics, 1(3):143, 1980.



Michael Steiner, B.Eng. Einfluss geladener Partikel auf Scanning Mobility Particle Sizer 21. März 2018 22 / 22

Jürgen Oischinger, Fraunhofer UMSICHT

FRESBI „Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen“

Jürgen Oischinger

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT

Institutsteil Sulzbach-Rosenberg

An der Maxhütte 1

92237 Sulzbach-Rosenberg

Tel.: +49 (0)9661 908-448

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

Die negativen Auswirkungen von Feinstaub auf die menschliche Gesundheit sind umfassend belegt. Um diese Gefährdung zu reduzieren hat die EU Richtlinien erlassen, die dafür Sorge tragen sollen, dass die auf die Menschen einwirkenden Immissionen durch Luftschadstoffe unterhalb bestimmter, als kritisch erachteter Grenzwerte, bleiben. Der deutsche Gesetzgeber hat darauf seinerseits mit entsprechenden Maßnahmen reagiert. Dazu zählt unter anderem eine Verschärfung der Grenzwerte in der 1. BImSchV. Die Grenzwerte beziehen sich dabei auf die Menge des Gesamtstaubs, eine differenzierte Betrachtung nach Partikelgrößen scheidet in der Praxis an aufwendigen und kostenintensiven Messverfahren. Damit bleibt der gesundheitliche, medizinische Aspekt unberücksichtigt, dass die Wahrscheinlichkeit des Vordringens eines Partikels in Luftröhre, Bronchien oder Alveolen deutlich ansteigt, je kleiner der Durchmesser des Partikels ist. Vor diesem Hintergrund wird deutlich warum eine Optimierung des Fraktionsabscheidegrades auf der einen Seite zwar sehr wichtig ist, auf der anderen Seite aber bislang unberücksichtigt bleibt.

Im Rahmen des vom BMEL gefördertes Kooperationsvorhabens FRESBI »Optimierung der Fraktionsabscheidegrade Elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen« zwischen Fraunhofer UMSICHT, der OTH Amberg-Weiden und der Firma Schröder wurden verschiedene Elektrostatische Abscheider hinsichtlich ihrer Abscheideleistung untersucht. Ziel des Vorhabens ist es wirkungsvolle Maßnahmen für elektrostatische Abscheider zu

identifizieren und zu erproben, um die Emissionen besonders gesundheitsgefährdender Feinstaubfraktionen aus der Biomasseverbrennung durch eine gezielte Optimierung des Fraktionsabscheidegrades zu reduzieren. Ein weiteres Ziel ist es verfügbare Filtertechnik für die Nutzung alternativer Biomassebrennstoffe (wie z.B. Miscanthuspellets) zu optimieren und damit die Nutzung entsprechender Einsatzstoffe zu intensivieren.

Neben der Variation der Brennstoffe (Holzhackschnitzel/Miscanthuspellets) wurden in unterschiedlichen Leistungsbereichen (40, 100 und 440 kWth) verschiedene Kombinationen von elektrostatischen Abscheidern und Feuerungen untersucht. Die Fa. Schröder stellte hierzu den OekoTube (40 kWth), die Filterbox S (100 kWth) sowie die Filterbox 2K (440 kWth) zur Verfügung. Zur Erfassung des Gehalts an Staub sowie der Partikelgrößenverteilung im Roh- und Reingas wurden umfangreiche Messungen von Fraunhofer UMSICHT und der OTH Amberg-Weiden durchgeführt. Auf Basis der Versuche wurden Konzepte und Optimierungsmaßnahmen abgeleitet, die einerseits darauf abzielen die Fraktionsabscheidegrade der elektrostatischen Partikelabscheider zu verbessern und andererseits leistungsfähige Filtertechnik für den Einsatz von Agrarbrennstoffen bereitzustellen. Im Rahmen des Vortrags werden ausgewählte Ergebnisse des Projekts vorgestellt.

An der Ausarbeitung des Abstracts waren beteiligt: Martin Meiller, Dr.-Ing. Robert Daschner

FRESBI

»Optimierung der Fraktionsabscheidegrade Elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen«

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

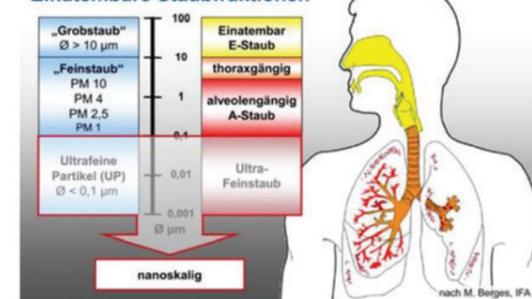
Folie 1
© Fraunhofer UMSICHT



Fraunhofer
UMSICHT

Einleitung Motivation

Einatembare Staubfraktionen



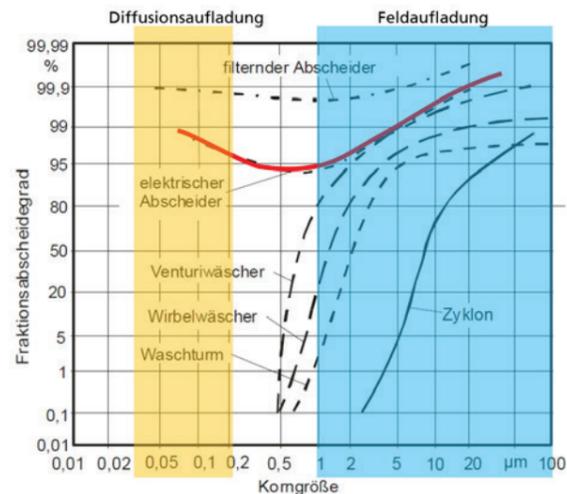
EU-Richtlinie 2008/50/EG zur Reduzierung der PM 10 und PM 2,5 Immissionen

Maßnahmen zur Umsetzung auf nationaler Ebene (39. BImSchV)

Folie 2
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

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

Folie 3
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Übersicht Feuerungen und Filter

Heizomat: 40 kW 	HDG Bavaria: 100 kW 	Mawera: 440 kW
Oeko Tube Inside <ul style="list-style-type: none"> • Einstufig • Manuelle, trockene Abreinigung • Kamin als Abscheideelektrode • Bis 40 kW • Anschluss an Kamin 	Schraeder Filterbox S <ul style="list-style-type: none"> • Einstufig • Automatische, trockene Abreinigung • Rohre als Abscheideelektrode • 50-150 kW • Anschluss nach Kessel 	Schraeder Filterbox 2K <ul style="list-style-type: none"> • Zweistufig • Automatische, nasse Abreinigung • Schüttung als Abscheideelektrode • 200 - 800 kW • Anschluss nach Kessel

Folie 5
© Fraunhofer UMSICHT



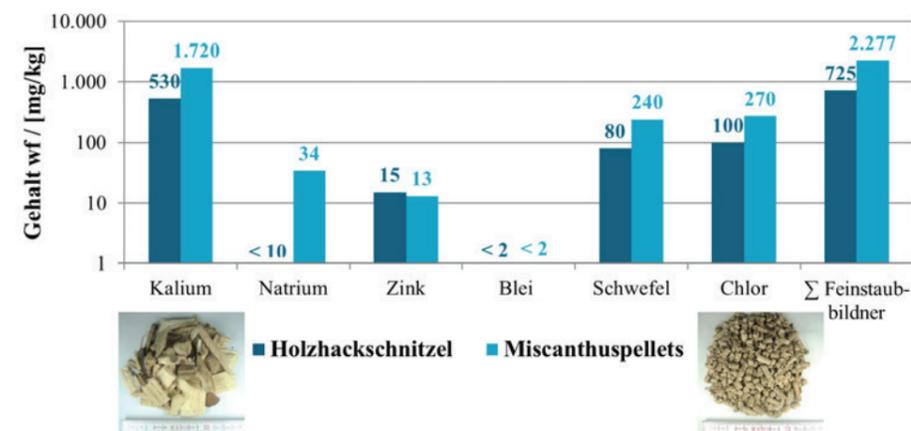
Projektinformationen Zielstellungen

- Wie wirksam sind marktverfügbare Filtersysteme gerade im Partikelgrößenbereich < PM 2,5 und PM 1?
 - 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

Folie 4
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Übersicht Brennstoffe

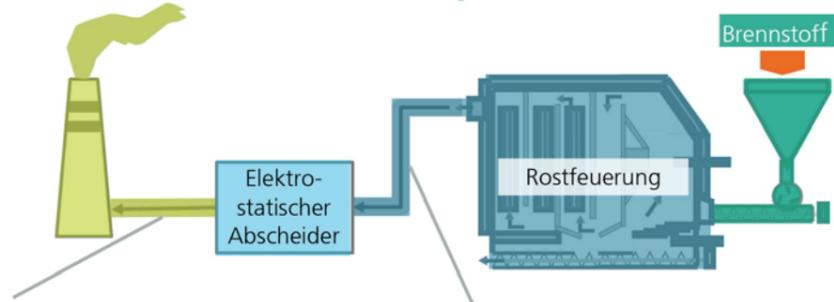


- Höhere Gehalt an Kalium, Natrium, Schwefel, Chlor bei Miscanthuspellets im Vergleich zu Holzhackschnittel.
- Summe der Feinstaubbildner bei Miscanthuspellets um etwa Faktor 3 höherer Wert als bei Holzhackschnittel

Folie 6
© Fraunhofer UMSICHT



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

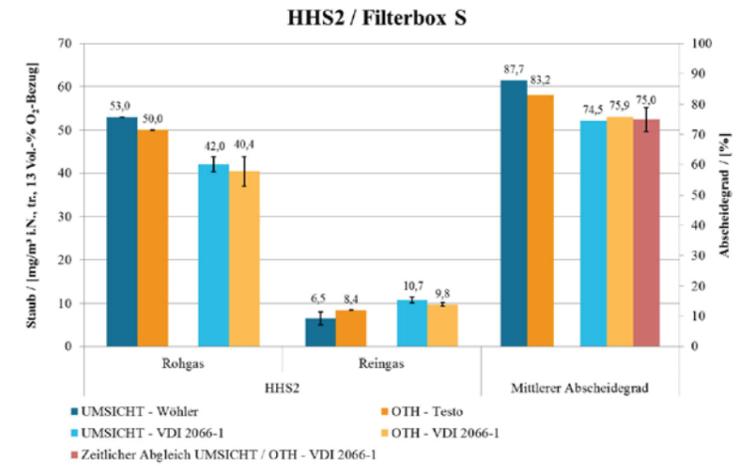
Messstellen Rohgas (Team OTH):

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

Folie 7
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Staubmessungen/Abscheidegrade, HHS2 / Filterbox S

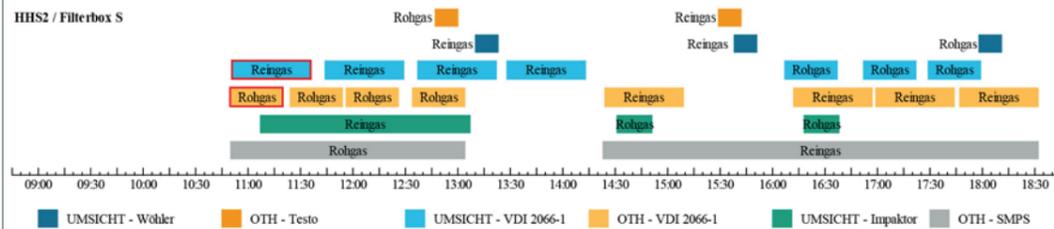


- Wöhler und Testo liegen in gleicher Größenordnung im Roh- und im Reingas.
- Beide „Messteams“ messen im Roh- und Reingas (VDI 2066-1) ähnliche Werte.
- Abscheidegrad bei ca. 75 % für HHS2 (zum Vergleich HHS1: ca. 80 %)

Folie 9
© Fraunhofer UMSICHT



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

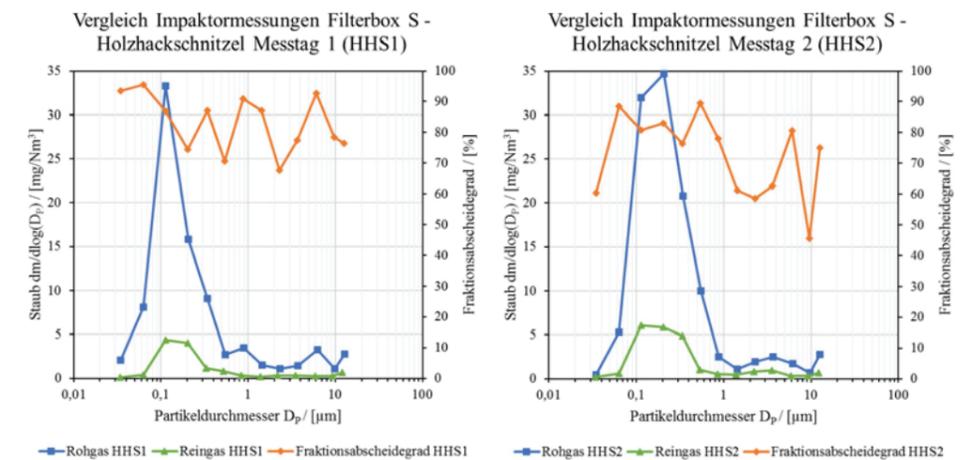
Messstellen Rohgas (Team OTH):

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

Folie 8
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Ergebnisse Impaktor Filterbox S Holzackschnitzel

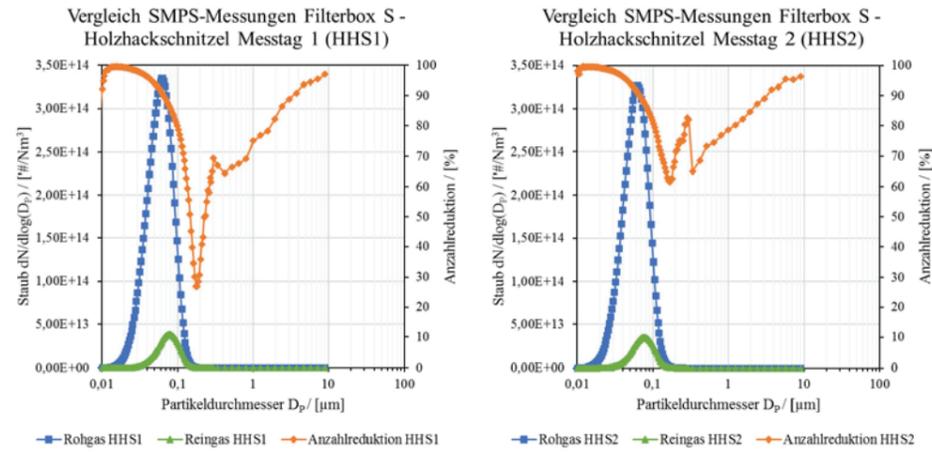


- Ähnliche Partikelgrößenverteilung an beiden Messtagen in Roh- und Reingas
- Fluktuation des Fraktionsabscheidegrades an beiden Messtagen

Folie 10
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Ergebnisse SMPS Filterbox S Holz hackschnitzel

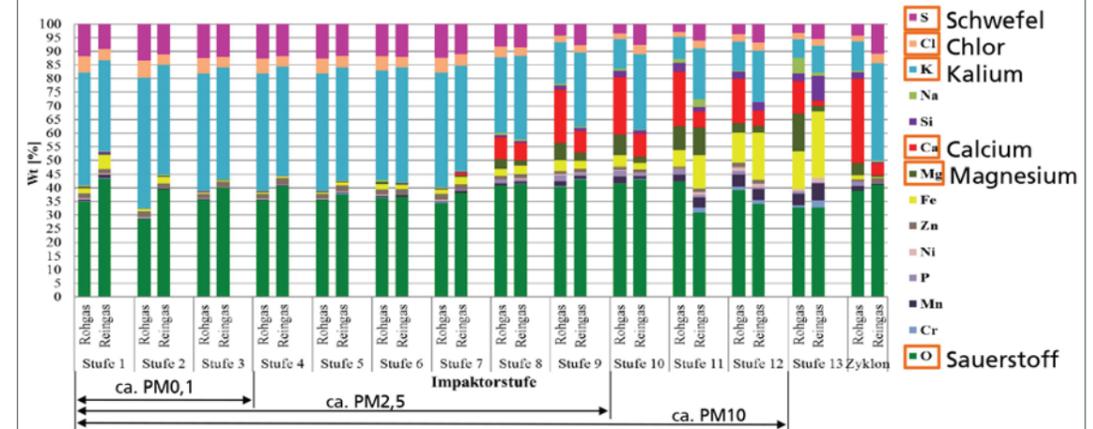


- Ähnliche Partikelgrößenverteilung an beiden Messtagen in Roh- und Reingas
- Verschiebung der Modalwerte hin zu größeren Partikeldurchmessern nach dem E-Filter (Reingas) durch Partikelagglomeration
- Anzahlreduktion im Bereich von ca. 0,2 µm am niedrigsten

Folie 11
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise REM-EDX Ergebnisse Messkampagne UMSICHT 1 / HHS1

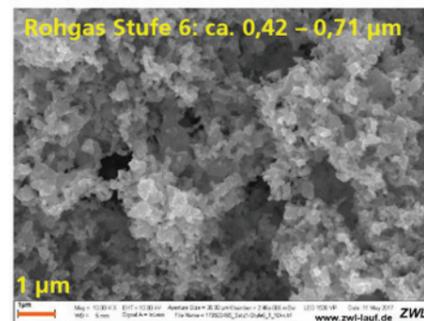
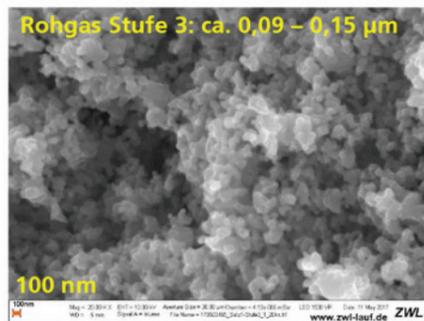


- Bis Stufe 7 (ca. 1,1 µm): O, K, Cl, und S als dominierende Elemente
- Ab Stufe 8 (ca. 1,1 µm): Ca und Mg verstärkt als dominierende Elemente
- Tendenziell geringere Gehalte an Ca nach dem E-Filter -> vermutlich stärkere Abscheidung

Folie 13
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Abgleich Impaktor/SMPS



$$\frac{dm}{dlogD_p} = \frac{dN}{dlogD_p} \cdot \frac{4\pi}{3} \left(\frac{D_p}{2}\right)^3 \cdot \rho_p \cdot 10^{-9}$$

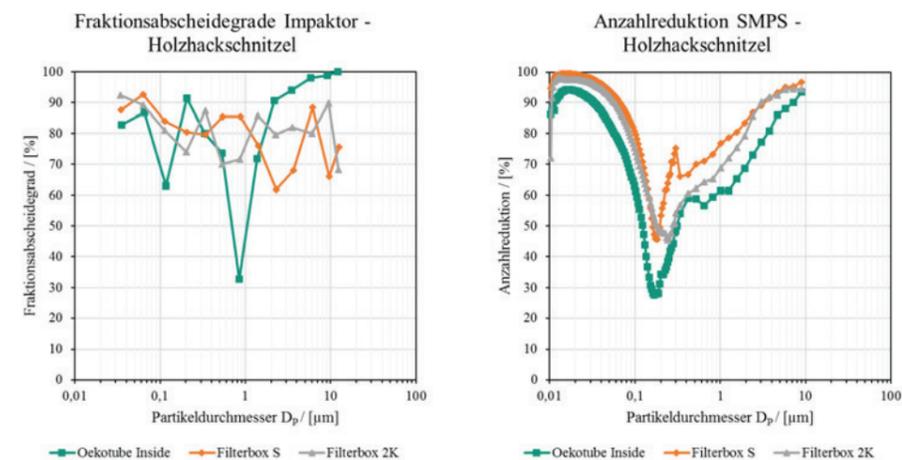
$$D_p(mob) = D_p(aer) \cdot \left(\frac{\rho_p}{\chi \cdot \rho_0}\right)^{-1}$$

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

Folie 12
© Fraunhofer UMSICHT



Arbeitspakete und Vorgehensweise Ergebnisse Partikelabscheidung bei Holz hackschnitzel



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

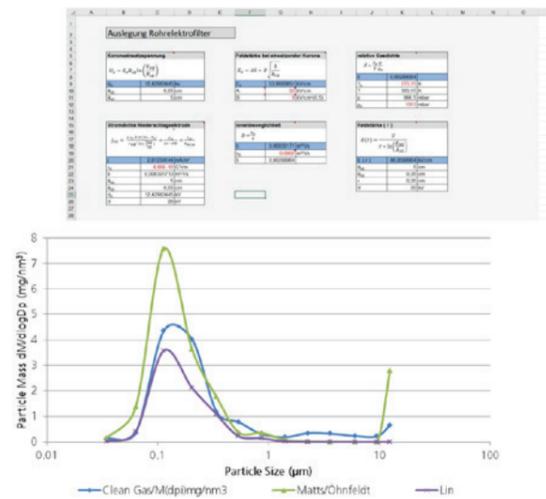
Folie 14
© Fraunhofer UMSICHT



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



Folie 15
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

FRESBI

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

Vielen Dank!

Gefördert durch

Kontakt:



Jürgen Oischinger
Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der
Gruppe Energie aus Biomasse und Abfall

Fraunhofer UMSICHT
Institutteil 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.



Folie 17
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

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

Folie 16
© Fraunhofer UMSICHT

Fraunhofer
UMSICHT

Referentenprofile



Fraunhofer
IBP

Aleya, Mohammad

Fraunhofer IBP
Nobelstraße 12
70569 Stuttgart
Tel.: +49 (0)711 970-3455
E-Mail: mohammad.aleyasa@ibp.fraunhofer.de

Berufliche Stationen:

- 1998-2004 Studium in Syrien: Bauingenieurwesen mit Vertiefung Umweltschutztechnik
- 2004-2005: wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Al-Bath in Syrien
- 2006-2011: Doktorand/wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität Kassel
- 2012-2013: wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IBP
- Seit 2012: Leiter des Prüflabors Feuerstätten und Abgasanlagen des Fraunhofer IBP (D-PL-11140-11-03).
- Seit 2013: Leiter des Fachgebiets Verbrennungs- und Umweltschutztechnik des Fraunhofer IBP.

Aktuelle Position:

Leiter des Fachgebietes Verbrennungs- und Umweltschutztechnik



C.A.R.M.E.N.

Alter, Niels

C.A.R.M.E.N. e.V.
Schulgasse 18
94315 Straubing
Tel.: +49 (0)9421 960-356
E-Mail: niels.alter@carmen-ev.bayern.de

Berufliche Stationen:

- Studium Maschinenbau / Energietechnik, FH Regensburg: Diplom
- Ingenieurbüro W. Reis, Nittendorf: Projektierung von Biomasseheizwerken und Wärmenetzen
- Zentrum für rationelle Energieerzeugung und Umwelt, Regensburg: Energiekonzepte für Unternehmen und Kommunen, Projektierung Gebäudetechnik

Aktuelle Position:

Projektmanager, Abteilung Biogene Festbrennstoffe

Gremientätigkeit:

Fachverband Holzenergie im BBE e.V., Leiter AG Wärme



Bologa, Andrei

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Hermann-von-Helmholtzplatz 1
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
Tel.: +41 (0)721 608-24710
E-Mail: andrei.bologa@kit.edu

Berufliche Stationen:

- 1979-1984, Technische Universität, Moldawien, Chisinau
- 1986-1989, Doktorand, Energetische Technische Universität, Moskau, Russland
- 1984-1986, 1989-2000, Energetische Institut, Akademie der Wissenschaft, Moldawien, Chisinau
- Seit 2000, Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Technische Chemie

Aktuelle Position:

Gruppenleiter

Gremientätigkeit:

GAeF, Mitglied



Hartmann, Ingo

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH
Torgauer Straße 116
04347 Leipzig, Germany
Tel.: +49 (0)341 2434-541
E-Mail: ingo.hartmann@dbfz.de

Berufliche Stationen:

- Energietechnik an der HTWK Leipzig (1998-2002)
- Promotion über „Mikrowellenunterstützte katalytische Oxidation“ an der Universität Leipzig (2003-2007)
- Seit 2008 Arbeitsgruppenleiter für Kleinfeuerungsanlagen im Bereich Thermo-chemische Konversion am DBFZ
- Darüber hinaus ist er Leiter des Forschungsschwerpunktes Katalytische Emissionsminderung am DBFZ.

Aktuelle Position:

Wissenschaftler



Hövelmann, Dennis

IZES gGmbH
Altenkesseler Str. 17, A1
66115 Saarbrücken
Tel.: +41 (0)681 - 844 972 12
E-Mail: hoevelmann@izes.de

Aktuelle Position:

Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitsfeld „Technische Innovationen“



Oischinger, Jürgen

Fraunhofer-Institut UMSICHT
Institutsteil Sulzbach-Rosenberg
An der Maxhütte 1
92237 Sulzbach-Rosenberg
Tel.: +49 (0)9661 908-448
E-Mail: juergen.oischinger@umsicht.fraunhofer.de

Berufliche Stationen:

- 2015 Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
- Seit 2016 Fraunhofer UMSICHT

Aktuelle Position:

Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Gruppe "Energie aus Biomasse"



Schade, Christoph

K. Schröder Nachf.
Hemsack 11-13
59174 Kamen
Tel.: +49 (0)2307 9730022
E-Mail: c.schade@schraeder.com

Berufliche Stationen:

- Rechtsanwalt bis 2011, danach Unternehmensjurist mit Schwerpunkt Umweltrecht

Aktuelle Position:

Justiziar



Stanev, Andrej

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
Hofplatz 1
18276 Gülzow-Prüzen
Tel.: +49 (0)3843 690 134
E-Mail: a.stanev@fnr.de

Berufliche Stationen:

- Universität Rostock:
- Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik, LKV
 - Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, IUT

Aktuelle Position:

Referent „Feste Bioenergieträger“

Gremientätigkeit:

Ausschuss zur Lenkung und Koordinierung von „Maßnahmen zur Weiterentwicklung von automatisch beschickten Kleinf Feuerungsanlagen für feste Biobrennstoffe“



Steiner, Michael

Ostbayerische Techn. Hochschule Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg
Tel.: +49 (0)9621/482-3441
E-Mail: m.steiner@oth-aw.de



Thorwarth, Harald

Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweiler Hof
72108 Rottenburg
Tel.: +49 (0)7472 951-142
E-Mail: thorwarth@hs-rottenburg.de

Berufliche Stationen:

- Studium Maschinenbau an der Universität Stuttgart
- wissenschaftlicher Mitarbeiter am IFK der Universität Stuttgart
- Leiter der Abteilung Brennstoffe und Messtechnik der ENBW Kraftwerke AG
- seit 2013 Professur für Feuerungstechnik an der HFR

Aktuelle Position:

Professur für Feuerungstechnik

Gremientätigkeit:

- Vorsitzender des Holzenergie-Fachverbandes Baden-Württemberg
- Vertreter des Landes Baden-Württemberg in der Arbeitsgemeinschaft QM Holzheizwerke



KW
Kutzner + Weber

Volz, Florian

Kutzner + Weber GmbH
Frauenstraße 32
82216 Maisach
Tel.: +49 (0)8141 957-421
E-Mail: volz@kutzner-weber.de

Berufliche Stationen:

- 2007-2013: Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. in Garching, Gruppe Biomasse
- 2014 - heute: Leiter Labor / Entwicklung bei Kutzner und Weber



OekoSolve

Weishaar, Bernd

OekoSolve AG
Schmelziweg 2
8889 Plons/Schweiz
Tel.: +41 (0)81 511 63 00
E-Mail: bernd.weishaar@oekosolve.ch

Anhang

Veranstalter

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Unser Auftrag

Das DBFZ wurde 2008 durch das ehemalige Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) mit dem Ziel gegründet, eine zentrale Forschungseinrichtung für alle relevanten Forschungsfelder der Bioenergie einzurichten und die Ergebnisse der sehr vielschichtigen deutschen Forschungslandschaft in diesem Sektor zu vernetzen. Der wissenschaftliche Auftrag des DBFZ ist es, die effiziente Integration von Biomasse als eine wertvolle Ressource für eine nachhaltige Energiebereitstellung wissenschaftlich im Rahmen angewandter Forschung umfassend zu unterstützen. Dieser Auftrag umfasst technische, ökologische, ökonomische, soziale sowie energiewirtschaftliche

Aspekte entlang der gesamten Prozesskette (von der Produktion über die Bereitstellung bis zur Nutzung). Die Entwicklung neuer Prozesse, Verfahren und Konzepte wird durch das DBFZ in enger Zusammenarbeit mit industriellen Partnern begleitet und unterstützt. Gleichzeitig erfolgt eine enge Vernetzung mit der öffentlichen deutschen Forschung im Agrar-, Forst- und Umweltbereich wie auch mit den europäischen und internationalen Institutionen. Gestützt auf diesen breiten Forschungshintergrund soll das DBFZ darüber hinaus wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfen für die Politik erarbeiten.



9. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)

Unser Auftrag

Das TFZ ist eine Einrichtung des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Unsere Aufgabe ist es, vor allem für den ländlichen Raum, die Bereitstellung und Nutzung von Energieträgern und Rohstoffen aus Erntegütern und Reststoffen aus der Land- und Forstwirtschaft voran zu bringen. Angewandte wissenschaftliche Forschung, ethische Bewertung, staatliche Förderung, sowie Technologie- und Wissenstransfer bilden dabei die Basis unserer Arbeit. Wir forschen für Länder- und Bundesministerien, für die EU sowie für verschiedenste Organisationen, Verbände und Unternehmen.

Dabei kooperieren wir mit zahlreichen Hochschulinstitutionen, Forschungsanstalten und Unternehmen im In- und Ausland. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind in Gremien auf nationaler und internationaler Ebene an Entscheidungsprozessen beteiligt. Durch einen zielgerichteten Wissenstransfer mit Beratungsunterlagen, Internetinformationen, Seminaren, Ausstellungen und Messeauftritten profitieren land- und forstwirtschaftliche Praxis, ländlicher Raum, Handwerk, Industrie und Politik gleichermaßen von unserer Forschungsarbeit. In Straubing, der Region der Nachwachsenden Rohstoffe, arbeiten wir mit zahlreichen Partnern zusammen.



9. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

Teilnehmerliste

Nr.	Name	Vorname	Institution
1	Akbary	Niro	Fraunhofer Institut für Bauphysik
2	Aleysa, Dr.	Mohammad	Fraunhofer IBP
3	Alter	Niels	C.A.R.M.E.N. e.V.
4	Andert, Dr.	David	VUZT Prag
5	Scholz	Steffen	Institut für Strukturleichtbau und Energieeffizienz gGmbH
6	Bichlmaier	Hermann	Ulrich Brunner GmbH
7	Bloos	Manuel	Heizomat Gerätebau-Energiesysteme GmbH
8	Böhm	Jürgen	ERLUS AG
9	Bologa, Dr.	Andrei	Karlsruher Institut - KIT
10	Bruhn	Kathrin	Technologie- und Förderzentrum - TFZ
11	Drooff	Uwe	Drooff Kaminöfen
12	Edelbauer	Johannes	ETA-Heiztechnik
13	Erb	Lisa	Kunst am Bau
14	Ester, Dr.	Stephan	Wöhler Technik GmbH
15	Gersbeck	Erich	Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
16	Hakenjos, Dr.	Alexander	Ökozentrum Langenbruck
17	Hartmann, Dr.	Ingo	Deutsches Biomasseforschungszentrum
18	Hartmann, Dr.	Hans	Technologie- und Förderzentrum - TFZ
19	Hering	Thomas	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
20	Hoferecht	Frank	Blue Fire GmbH
21	Hövelmann	Dennis	IZES gGmbH
22	Huth	Patrick	Deutsche Umwelthilfe e.V.
23	Kemlein-Schiller	Hark	Kutzner + Weber
24	Kimmerle	Michael	Carbonizer
25	Lenz, Dr.	Volker	Deutsches Biomasseforschungszentrum
26	Liesegang	Christian	Umweltbundesamt
27	Lohberger	Nemo	Fachhochschule Nordwestschweiz
28	Lorenz, Dr.	Axel	Institut für Strukturleichtbau und Energieeffizienz gGmbH
29	Meiller	Martin	Fraunhofer UMSICHT
30	Oischinger	Jürgen	Fraunhofer UMSICHT
31	Paavilainen	Seppo	Tassu ESP Oy
32	Plegnière	Peter	VDI e.V.
33	Poppitz	Wolfgang	LfULG
34	Prill	Friedrich	Universität Paderborn
35	Radacki	Dominika	HKI Industrieverband e.V.
36	Rheinheimer, Dr.	Hans	CCA-Carola Clean Air GmbH
37	Rolle	Dirk	Deutsches Institut für Bautechnik
38	Roßmann	Paul	Technologie- und Förderzentrum - TFZ

Nr.	Name	Vorname	Institution
39	Schade	Christoph	Schräder Abgastechologie
40	Schmatloch, Dr.	Volker	Spartherm Feuerungstechnik GmbH
41	Schmidt	Jochen	ORANIER Heiztechnik GMBH
42	Schmoeckel	Gerhard	Bayerisches Landesamt für Umwelt
43	Schön	Claudia	Technologie- und Förderzentrum - TFZ
44	Spieker	Kevin	Deutsches Pelletinstitut GmbH
45	Spielvogel	Jürgen	TSI GmbH
46	Stanev, Dr.	Andrej	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.
47	Steiner	Michael	Ostbayerische Technische Hochschule Ambergd-Weiden
48	Striegler	Uwe	Hark GmbH & Co.KG
49	Thorwarth, Prof. Dr.	Harald	Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
50	Tomaschko	Philipp	ÖkoFEN Heiztechnik GmbH
51	Ulbricht	Tobias	Deutsches Biomasseforschungszentrum
52	Vogt, Dr.	Ulrich	Universität Stuttgart
53	Volz	Florian	Kutzner + Weber
54	Wanicki	Josef	Jeremias GmbH
55	Wazula	Herbert	Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks - ZIV
56	Weishaar	Bernd	OekoSolve AG
57	Wohter	Daniel	RWTH Aachen
58	Wüest, Dr.	Josef	Fachhochschule Nordwestschweiz

Veranstalter:

**DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Telefon: +49 (0)341 2434-112

Telefax: +49 (0)341 2434-133

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de

www.dbfz.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

In Kooperation mit:

