

11. 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

Geschäftsführung:

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

DBFZ Tagungsreader, Nr. 18

11. Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen"
5. Februar 2020 in Leipzig
Leipzig: DBFZ, 2020
ISSN: 2199-9856 (online)
ISBN: 978-3-946629-53-5

Datum der Veröffentlichung: 1. April 2020

Bilder: DBFZ/TFZ. Die Rechte für Abbildungen im Rahmen von Abstracts und Präsentationen liegen beim Referenten.

Gestaltung: Stefanie Bader / **DTP:** Daniela Pomsel, Beate Kämpf

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.

11. Fachgespräch

Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

5. Februar 2020 in Leipzig | DBFZ

Inhaltsverzeichnis

Grußwort der Veranstalter	6
RAHMENBEDINGUNGEN UND ERFAHRUNGEN AUS DER PRAXIS	
<i>Dr. Volker Lenz, Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)</i>	
Aktuelle Entwicklungen - Deutschland und EU	8
<i>Dr. Ingo Hartmann, Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)</i>	
Blauer Engel für Kaminöfen – Ein Markt für Staubabscheider	18
<i>Christian Tebert, Oekopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik</i>	
Erstellung und Deutung von Emissionsfaktoren.....	28
<i>Kristina Juhrich, Umweltbundesamt (UBA)</i>	
Kleinf Feuerungsanlagen – Emissionsberichterstattung durch das UBA	36
<i>Nemo Lohberger, Fachhochschule Nordwestschweiz</i>	
Emissionen von Holzfeuerungen nach elektrostatischen Partikelabscheidern – Feldmessungen in Saas-Fee.....	44
HERSTELLER- UND ENTWICKLERFORUM	
<i>Dr. Andrej Stanev, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)</i>	
Stand der Förderaktivitäten des BMEL zum Thema: „Schadstoffemissionsminderung bei Biomassefeuerungsanlagen“	56
<i>Hans Leibold, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)</i>	
Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders an einem scheitholzbeschicktem Kaminofen.....	70
<i>Björn Baumgarten, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg</i>	
Gewebefiltersysteme mit Jet-Pulse- und Ultraschall-Abreinigung für Biomassekessel	80
<i>Tim Baranowski, Kutzner + Weber GmbH</i>	
Der Einsatz von Partikelabscheidern in häuslichen Kleinf Feuerungsanlagen	92
<i>Daniel Jud, OekoSolve AG</i>	
OekoSolve Abscheider	104
<i>Per Holm Hansen, PHX innovation</i>	
Partikelabscheider mit eingebautem Rauchsauger und automatischem Reinigungsgitter	122
Veranstalter	132



Weitere Fotos der Veranstaltung finden Sie hier:
www.flickr.com/photos/dbfz/albums/72157713049429476

Grußwort der Veranstalter

Sehr geehrte Referenten und Teilnehmer des 11. 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 11. Abscheider-Fachgespräch wieder viele Hersteller, Experten und Fachinteressierte in Leipzig begrüßen durften. Für Ihr reges Engagement danken wir Ihnen sehr herzlich!

Am Vortag fand an gleicher Stelle das Fachgespräch „Staubmessverfahren an Kleinfeuerungsanlagen“ statt, in dem zukünftige Optionen zur Staubemissionsmessung diskutiert wurden. Zu dieser Veranstaltung gibt es einen separaten Reader.

Zentrale Herausforderung unserer Generation ist der Klimaschutz, der eine zeitnahe Reduktion der Black-Carbon-Emissionen von Biomasse-Kleinfeuerungen erfordert. Abscheider können hier in Verbindung mit primärseitig optimierten Verbrennungen eine wichtige Rolle spielen.

Es kann festgestellt werden, dass es für alle Größenklassen von Feuerungen geeignete elektrostatische Abscheider gibt, die auch ihre Langzeitnutzbarkeit nachgewiesen haben. Filternde Abscheider befinden sich für Kleinstfeuerungen weiterhin in der Entwicklung.

Zukünftig wird die Frage des Betriebsnachweises an Bedeutung gewinnen. Auch der Blaue Engel für Kaminöfen, der in 2019 auf den Weg gebracht werden konnte, könnte zukünftig in Deutschland zu einer Belebung der Nachfrage nach Abscheidern führen.



Dr. Hans Hartmann und Dr. Volker Lenz

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

Das nächste Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ wird voraussichtlich am 04.02.2021 in Straubing stattfinden. Wir freuen uns, Sie dann wieder persönlich begrüßen zu dürfen.

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

Rahmenbedingungen und Erfahrungen aus der Praxis

Dr. Volker Lenz, Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)

Aktuelle Entwicklungen - Deutschland und EU

Dr. Volker Lenz

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-450

E-Mail: volker.lenz@dbfz.de

Der Vortrag zeigt anhand ausgewählter Charts und Daten, dass unsere Generation am jetzt zu beobachtenden Klimawandel maßgeblich verantwortlich ist. Gleichzeitig wird mit ausgewählten Beispielen des bereits laufenden Klimawandels drohende Gefahren für unsere heutige Zivilisation aufgezeigt und herausgearbeitet, dass genau unsere Generation die Verantwortung dafür trägt und als letzte die Chance dazu hat, die Grundlagen für unsere Zivilisation zu bewahren.

Anhand von Treibhausgasfaktoren und den relativen Anteilen der Holzfeuerungen an bestimmten Schadstoffen wird aufgezeigt, dass insbesondere Einzelraumfeuerstätten mit hohen Rußemissionen bei Weitem nicht klimaneutral sind. Zusammen mit der europäischen Zielsetzung die Luftqualität für alle EU-Bürger weiter zu verbessern ergibt sich ein signifikanter Emissionsminderungsdruck insbesondere auf Klein- und Kleinstfeuerungen für feste Biomasse, da große Industriefeuerungen über deutlich niedriger Emissionsniveaus verfügen und zudem zukünftig noch negative THG-Emissionen generieren könnten, in dem CO₂ aus dem Abgas abgeschieden und stofflich gebunden oder dauerhaft gelagert wird.

Hinzu kommt die Herausforderung, dass auch für Klein- und Kleinstfeuerungen zukünftig die Brennstoffe eine mindere Qualität als heute aufweisen werden. Hochwertige homogene Biomassen, wie z.B.

Holzspäne ohne Rinde, werden für eine THG-neutrale Produktion primäre Rohstoffe sein, um im Rahmen der Bioökonomie den fossilen Öl- und Gaseinsatz zu ersetzen.

Nicht zuletzt weisen Einzelraumfeuerstätten häufig nur eine niedrige Jahresgesamteffizienz bei der Wärmbereitstellung auf. Aufgrund einer fehlenden Integration ins Heizsystem wird ein nennenswerter Teil der bereitgestellten Wärme weggekühlt oder führt nur zu einem unnötigen und zum Teil ungewollten und unangenehmen Übersteigen der anvisierten Innenraumtemperatur.

Für die Zukunft von Kleinfeuerungen für biogene Festbrennstoffe ist also eine maßgebliche Emissionsminderung essentiell, die in den meisten Fällen nur in Verbindung mit einem geeigneten Abscheider zu erreichen sein wird. Daneben müssen Planung, Installation und Betriebsoptimierung vehement verbessert und automatisiert werden, um Kleinfeuerungen zukunftsfähig und effektiv in einer erneuerbaren Energiewelt einsetzen zu können.

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Aktuelle Entwicklungen - Deutschland und EU

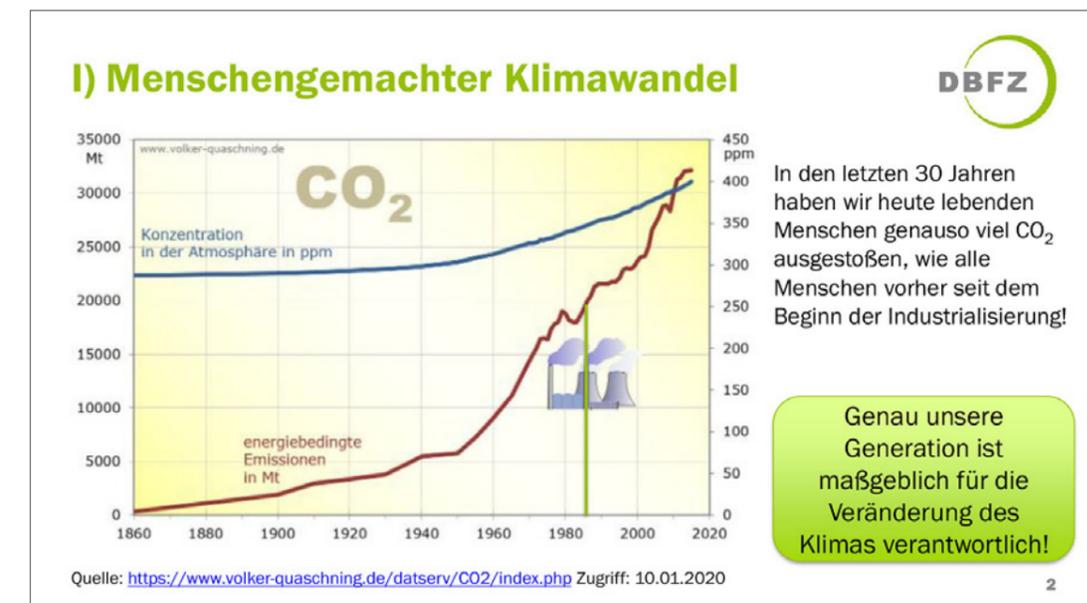
Dr.-Ing. Volker Lenz, Dr. rer. nat. Ingo Hartmann, Tobias Ulbricht

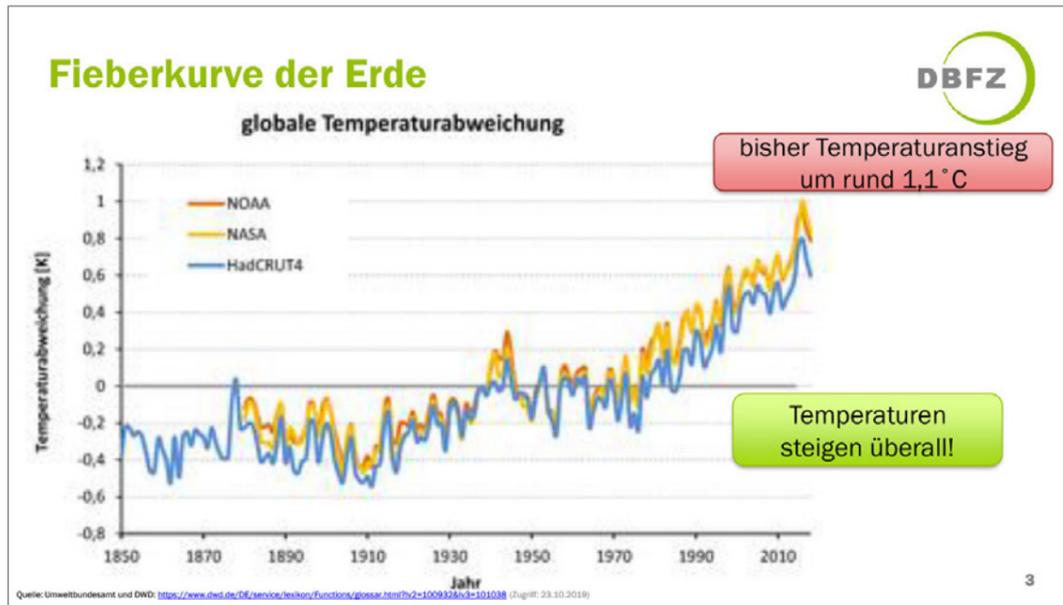






11. Abscheiderfachgespräch, 05. Februar 2020, Leipzig

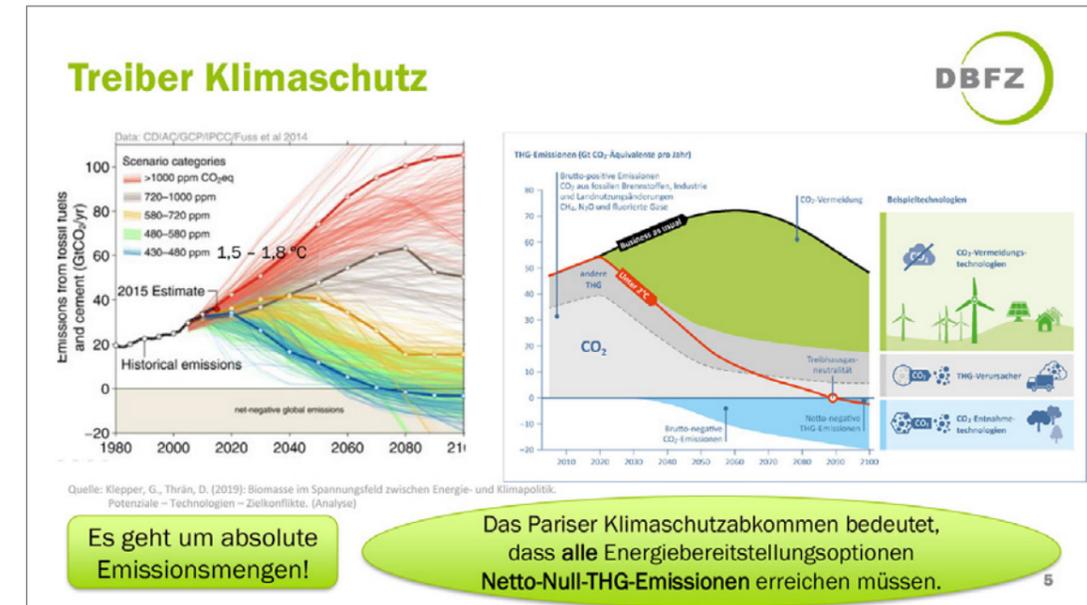




Klimawandel - bedeutet was? einige Beispiele

- **Hitze(tod):** Feuchtkugeltemperatur: Grenze ist 35 °C – heute meiste Regionen Maximum bei 26 – 27 °C – Hitzewelle 2002: 35.000 Tote in Europa
- **Dürren/Hunger:** Mit steigender Temperatur werden die Erträge in den Kornkammern der Welt deutlich zurückgehen (z.B. 20%) – gleichzeitig Zunahme der Weltbevölkerung
- **Ertrinken:** 2 m Anstieg bis 2100 gelten selbst bei Pariser Klimaabkommen als gesetzt => viele der großen Städte liegen an Küsten und müssen zukünftig ständig gegen Hochwasser kämpfen
- **Überschwemmungen:** mehr Starkregenereignisse
- **Flächenbrand:** Australien in diesem Sommer bereits mehr als komplette Waldfläche Dtl's abgebrannt + besonders lange Brände in der Arktis 2019 – z.T. Sibirien 10 °C höhere Temp.
- **Stürme:** höhere Temperaturen steigern die Kraft von Hurrikans, Taifunen und Tornados
- **Sterbende Meere:** Meer nimmt ein Viertel der menschl. CO₂-Emissionen auf + 90% der Wärme – Tod der Korallen; Wachsen der Meeresregionen ohne Sauerstoff + Verschmutzung
- **Verpestete Luft:** CO₂ von 930 ppm reduziert unsere kognitiven Fähigkeiten um 21% + Staub
- **Seuchenalarm:** aus Permafrost + Verbreitung Insekten als Träger + gewisse körpereigene Bakterien könnten bei erhöhten Temperaturen zu „Killern“ werden (siehe Saiga-Antilope)

4



Treibhausgasfaktoren IPCC

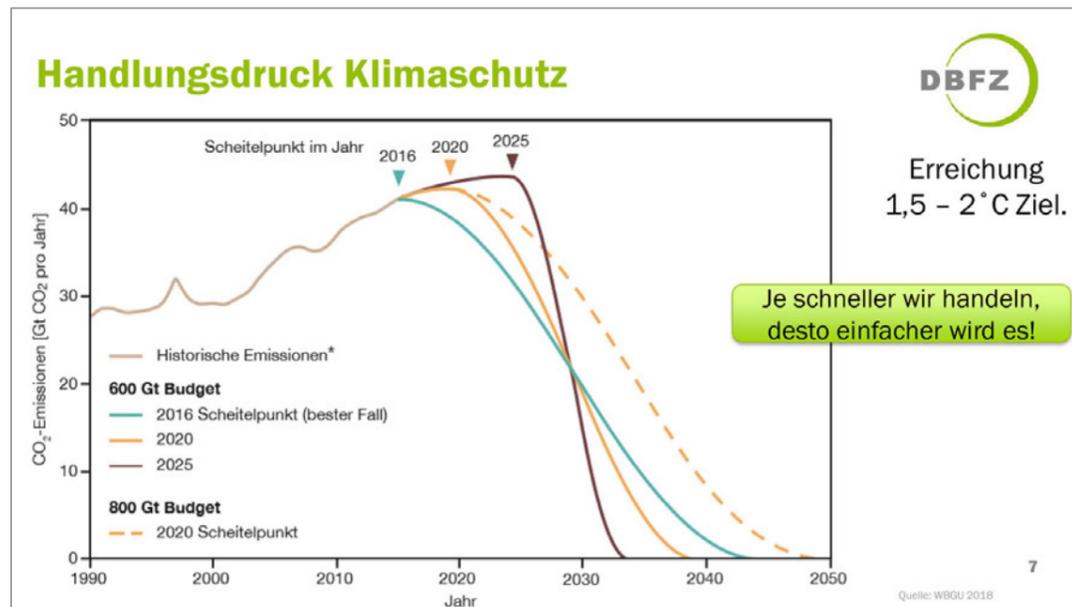
Treibhausgas	20 Jahre	100 Jahre
Kohlenstoffdioxid CO ₂	1	1
Methan CH ₄	84	28
„Lachgas“ N ₂ O	264	265
Black Carbon im Staub	210 – 1.500	210 – 1.500

Keine Rußemissionen!

- Kohlenstoffschuld -> Nutzung Resthölzer und Altholz
- Verbrennungsabgas
- Anbau - Düngung
- unvollständige Verbrennung

Quelle: IPCC AR5, Agostini, A., Giuntoli, J., Boulamanti, A.: carbon accounting of forest bioenergy. European Commission. Joint Reseach Centre, Ispra 2014

6



II) Bioökonomie und Biodiversität

Unser Wohlstand basiert auf in Form gegossener fossiler Energie auf Kosten unseres Klimas!

- Stahl und Zement sind zwei der größten Energieverbraucher und THG-Emittenten in der Industrie (Dtl. > 200 TWh/a).
- Plastik ist Rohöl!

Faire Bioökonomie heißt, dass viel mehr Biomasse in stoffliche Produkte fließt – v.a. auch in die chemische Industrie.

- Biodiversität muss trotz Klimawandel erhalten bleiben => mehr Naturschutzflächen, extensivere Land- und Forstwirtschaft, ökologische Tierhaltung
- Flächen müssen ihre C-Senken-Funktion erhalten => Wiedervernässung der Moorflächen, Schutz/Erhöhung C-Gehalt im Boden, C-Aufnahme durch Wälder

Biomasse wird zunehmend nachgefragt.

DBFZ

III) Luftschadstoffemissionen nach UBA-Berichterstattung – Haushalte und Kleinverbraucher

weitergehende Reduktion durch EU-Vorgaben 2020 – 2030 erforderlich

Treibhausgas	kt 2017 bzw. 2016	Anteil gesamt	andere Quellen
Stickstoffoxide NO ₂	130	11%	Verkehr (453), Energiewirtschaft (287), Landwirtschaft (126)
Staub gesamt	27	7%	Industrieprozesse (186), Landwirtschaft (62), Verkehr (51)
PM 2,5	25	25%	Industrieprozesse (26), Verkehr (24)
PAK (2016)	167	92%	Industrieprozesse (9)
Dioxine (in g I-Teq 2016)	27 · 10 ⁻⁹	23%	Abfallverbrennung (58), Industrieprozesse (22)

Quelle: Umweltbundesamt: Emissionen ausgewählter Luftschadstoffe und persistenter organischer Schadstoffe nach Quellkategorien, www.umweltbundesamt.de (Zugriff: 13.06.2019)

Aktuelle europäische Treiber

Nachhaltigkeitsanforderungen z.B. REDII

Green Deal - Null Emissionen

Grünes Geld - keine THG-Emissionen (BC)

Reale Emissionen müssen für Biomassefeuerungen drastisch sinken!

DBFZ

IV) Effektivität und Effizienz



Generelle Zweifel an Sinnhaftigkeit von **Einzelraumfeuerungsanlagen**:

- vergleichsweise hohe Abgastemperaturen (niedrige Wirkungsgrade)
- Überheizen von Räumen (niedrige Nutzungsgrade)

und an **Biomassekleinfeuerungen** ganz allgemein:

- Niedertemperaturwärme ließe sich auch mit anderen EE bereitstellen
- Holz in anderen Anwendungen besser aufgehoben (stofflich – dann (Heiz-)Kraftwerke)
- Diskussion um industriellen Anwendungen (Bedarf für Wärme über 200 °C ist größer als Reststoffangebot)
- Diskussion um Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BeCCS)

11

Take-Home-Messages



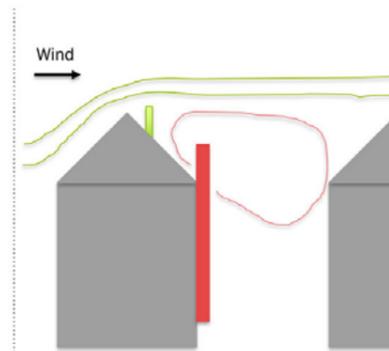
- **Wir verantworten** den sich **beschleunigenden Klimawandel**, der unsere heutige Existenz und die unserer Kinder weltweit bedroht!
- Biomassekleinfeuerungen müssen **realitätsnah nahezu Null Emissionen** erreichen – Konkurrenz zu Industrieanlagen + allgemeine Vorgaben.
- **Staub- und Rußabscheider** werden zunehmend an Relevanz gewinnen – auch zur Vermeidung von Anwohnerbeschwerden.
- Biomassekleinfeuerungen müssen ins **Hausenergiesystem integrierbar** sein und sich auf das Schließen von Versorgungslücken konzentrieren im Verbund mit anderen EE.
- **Planung, Installation und Betriebsoptimierung** müssen für die Akteure vor Ort weitgehend **vereinfacht** werden (Digitalisierung z.B. für Online-Live-Tutorials).¹³

Ableitbedingungen



Die Austrittsöffnung von Schornsteinen bei Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, die ab dem [...]errichtet oder **wesentlich geändert** werden, müssen [...].

Vorschlag Umweltausschusses (Dez. 2018):
[...] **firstnah angeordnet** sein und den First um mindestens 40 Zentimeter überragen; [...]



12

Deutsches Biomasseforschungszentrum **DBFZ**
gemeinnützige GmbH



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Ansprechpartner

Prof. Dr. mont. Michael Nelles
Daniel Mayer
Prof. Dr.-Ing. Daniela Thrän
Dr. Agr. Peter Kornatz
Dr.-Ing. Volker Lenz
Dr.-Ing. Franziska Müller-Langer
Dr. rer. nat. Ingo Hartmann

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

Fotos: DBFZ, Jan Guzek, DREWAG/Peter Schubert (TheFoto, rechts), Phatboy / CC0 Public Domain

Ableitbedingungen



Ableitbedingungen für feste Brennstoffe im § 19 der 1. BImSchV

Die Austrittsöffnung von Schornsteinen bei Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe, die ab dem 22. März 2010 errichtet **oder wesentlich geändert werden**, müssen

1. bei Dachneigungen
 - a) bis einschließlich 20 Grad den First um mindestens 40 Zentimeter überragen oder von der Dachfläche mindestens 1 Meter entfernt sein,
 - b) von mehr als 20 Grad den First um mindestens 40 Zentimeter überragen oder einen horizontalen Abstand von der Dachfläche von mindestens 2 Meter und 30 Zentimeter haben;
2. bei Feuerungsanlagen mit einer Gesamtwärmeleistung bis 50 Kilowatt in einem Umkreis von 15 Metern die Oberkanten von Lüftungsöffnungen, Fenstern oder Türen um mindestens 1 Meter überragen; der Umkreis vergrößert sich um 2 Meter je weitere angefangene 50 Kilowatt bis auf höchstens 40 Meter

15

Ableitbedingungen



Die in der 1. BImSchV von 2010 (§ 19) genannten Anforderungen bezüglich der Ableitung der Abgase werden als nicht ausreichend angesehen. Wurden aber 2019 „noch“ nicht angepasst.

Die VDI 3781 Blatt 4 „Umweltmeteorologie - Ableitbedingungen für Abgase - Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen“ von 2017 verfolgt u.a. als Grundprinzip: „Es dürfen keine Abgase in Rezirkulationszonen des Bauwerkes freigesetzt werden“. Daraus ergibt sich, das der Schornstein firstnah angeordnet sein sollte.

17

Ableitbedingungen



1. BImSchV

- [...] bei Dachneigungen
- a) bis einschließlich 20 Grad den First um mindestens 40 Zentimeter überragen oder von der Dachfläche mindestens 1 Meter entfernt sein,
 - b) von mehr als 20 Grad den

Empfehlung Ausschuss für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit zur Anpassung (Drucksache 551/1/18 3.12.2018)

[...] **firstnah angeordnet sein und** den First um mindestens 40

16

Dr. Ingo Hartmann, Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ)

Blauer Engel für Kaminöfen – Ein Markt für Staubabscheider

Dr. Ingo Hartmann

DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)3412434-541

E-Mail: ingo.hartmann@dbfz.de

In diesem Beitrag wird der Hintergrund und der aktuelle Stand zum Blauen Engel für Kaminöfen dargestellt, ausgewählte Messergebnisse präsentiert und mögliche Varianten der Abscheidernutzung an Kaminöfen aufgezeigt. Es werden die Vor- und Nachteile der Abscheidervarianten aufgezählt und notwendiger Entwicklungsbedarf aus Sicht der Forschung beschrieben.

Als Fazit lässt sich feststellen, dass die ersten Hersteller an Öfen für den Blauen Engel arbeiten und Abscheider eine wesentliche Rolle für die Einhaltung der Staubemissionswerte spielen. Der Blaue Engel kann in der jetzigen frühen Phase daher bereits als Erfolg betrachtet werden, da zu erwarten ist, dass bekannte Forschungsansätze nun verstärkt und zügig durch in die Industrie zur Praxisreife gebracht werden.

Deutsches Biomasseforschungszentrum **DBFZ**
gemeinnützige GmbH



Blauer Engel für Kaminöfen – Ein Markt für Staubabscheider?

Dr. Ingo Hartmann



11. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen, Leipzig, 05.02.2020

Vergangenheit, Gegenwart, Zukunft

Stehen wir kurz vor dem **letzten möglichen Umkehrpunkt** im Klimawandel?

Gegenwärtiges Ziel: 1,5 Grad

Mögliche **Zukunft in 30 Jahren:**
3 bis 5 Grad
und die Folgen?



Bildquelle:
Dr. Ingo Hartmann

Hoffentlich bald
endgültig
Vergangenheit!



Gegenwart der Holz-(Biomasse)-Feuerungen



Warum überhaupt?

- Regenerativer Energieträger mit Potenzial für Klimaneutralität
- Vereinigung von Heizung und Ambiente → Hohe Marktattraktivität
- Beitrag zur Unabhängigkeit von Energieimporten
- Versorgungssicherheit Wärme
- Rest-Holznutzung unter Beachtung der Biodiversität/Nachhaltigkeit

Heute aber leider noch:

- (Noch) geringer Technisierungsgrad
- Innovationen und Entwicklungszeit werden benötigt
- Nutzungsgrade verbessern
- Luftschadstoffe und THG-Emissionen (z.B. Ruß) weitgehend mindern

*Frei übersetzt nach Tool: „Descending“
Freier Fall durch diese
Grenzenlosigkeit...
Fallen ist nicht fliegen,
Schweben ist nicht unendlich!*

3

Genereller Rahmen



Einsatz von Biomassenutzung erwünscht, aber unter definierten

Bedingungen:

- **Klima- und umweltfreundlicher Einsatz**
- **werthaltiger Einsatz von Biomasse unter Beachtung der Nachhaltigkeit**
 - Rangfolge: 1. Nahrung, 2. Futtermittel/Rohstoff, 3. Energie
 - Kaskadennutzung, THG-neutral, keine Schadstoffemissionen (Luft, Asche, Wasser)
- **Höchstmöglicher Systembeitrag: Versorgung, Netzstabilität, Reststoffentsorgung, negative CO₂-Emissionen, gekoppelte Rohstoffnutzung**
 - Biomasse aus Rest- und Abfallstoffen mit Techniken zur Emissionsminderung
 - Heizwärme nicht allein primär aus Biomasse, sondern in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien (Vorteil Biomasse → Speicherung)

4

Fazit und Ausblick



- **Langfristig Emissionswerte im Bereich Öl- und Gasfeuerungen (2050: Realbetrieb < 1 und Nennlast < 0,1 mg/m³ i.N. bei 13% O₂)**
 - **Erste Schritte gestartet:**
 - z.B. Zukunftsworkshop der EFA, FuE-Förderung der FNR, Blauer Engel...
 - **Eigenschaften der Partikel: Anzahlkonzentration, Atmosphärische Alterung, PAK-Gehalt, Rußanteil, Größenverteilung, Toxikologie und anorganische Bestandteile, auch Schwermetalle müssen berücksichtigt werden**
- **Weitere umfangreiche Forschungsarbeiten benötigt:**
 - **Erforschung Verbrennungsvorgänge**
 - **Anlagenweiterentwicklung**
 - **Katalysatorentwicklung unter Hochtemperaturbedingungen**
 - **Nutzereinfluss mindern**
 - **Markteinführung, Praxisumsetzung**
 - **Zeitgestufte Rahmenbedingungen (Anreize, Gesetze) schaffen!**
- **Abgleich mit toxikologischen Untersuchungen notwendig**

5

Blauer Engel - Umweltlabel



Hintergrund

- Freiwilliges Label für Kaminöfen
- Auszeichnung sehr umweltfreundlicher Öfen
- Option für gezielten Einsatz von geeigneten Öfen in Gebieten mit hoher Luftverunreinigung, Alternative zu Verbrennungsverboten

Mitwirkende

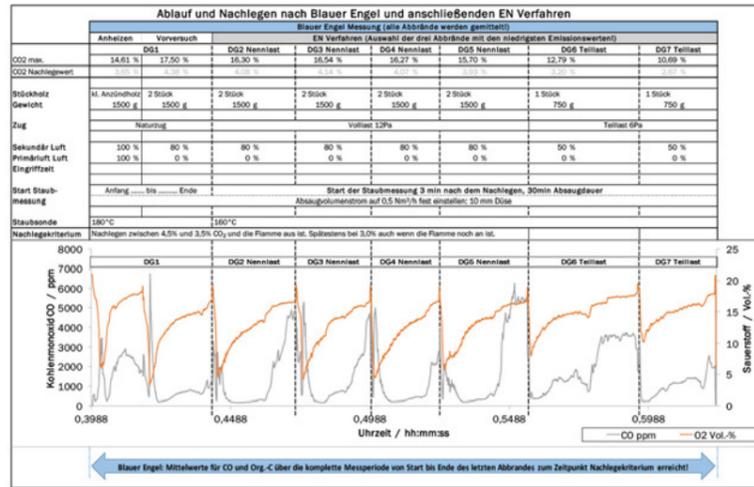
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit,
- Umweltbundesamt - UBA
- RAL gemeinnützige GmbH
- Anlagenhersteller
- Umweltverband: DUH e.V. setzte sich für Erarbeitung eines Umweltlabels für Kaminöfen ein
- Erarbeiteter Vorschlag durch Ökopool und DBFZ, Industrie war einbezogen/beteiligt

Aktueller Stand: Veröffentlicht!

Prüfauftrag für Heizeinsätze und Abscheider von der Jury im Dezember 2019 beschlossen!

6

Messverfahren Blauer Engel



Warum Partikelanzahl bei Blauer Engel?



- Rußpartikel als gesundheitsschädliche und klimarelevante Emissionen mindern!
- Zukünftige niedrige Staubmassekonzentrationen erfordern die Einführung eines zusätzlichen/anderen Messverfahrens
- Kontinuierliches und letztendlich im Betrieb einfacheres Messverfahren, auch für instationäre Verbrennungsprozesse, direkte Ablesbarkeit
- Staubabscheidermessungen erfordern neues Messverfahren
- Partikelanzahl für Partikel kleiner 1 µm erlauben eine bessere toxikologische Bewertung?
- Messverfahren als Vorschlag entwickelt, Ringversuche zum Nachweis der Vergleichbarkeit notwendig: Planung, Fördermittel, Durchführung → 2 Jahre benötigt

Prüfzyklus gegenüber der Typprüfung erweitert

Relevanz der Anzündphase bei den Emissionen nachgewiesen



Kaminofen 1, Messtag 1					Kaminofen 1, Messtag 2					
Brennstoffauflage	O ₂ Vol.-%	CO mg/m ³	Staub mg/m ³	OGC mg/m ³	Brennstoffauflage	O ₂ Vol.-%	CO mg/m ³	Staub mg/m ³	OGC mg/m ³	
1+2 (AZP)	13,3	2014	63	249	1+2 (AZP)	13,2	1753	61	156	
3	9,0	711	23	46	3	12,1	1052	14	179	
4	11,2	694	14	71	4	10,3	1027	26	170	
5	11,6	894	14	100	5	9,4	465	41	28	
6	10,8	1024	31	118	6	10,2	634	52	54	
Mit AZP	11,2	1067	33	117	Mit AZP	11,0	986	39	118	
Ohne AZP	10,8	878	23	90	Ohne AZP	10,6	834	31	110	
Unterschied in %		4	-22	43	-29		4	-18	-13	-7

Kaminofen 2, Messtag 1					Kaminofen 2, Messtag 2					
Brennstoffauflage	O ₂ Vol.-%	CO mg/m ³	Staub mg/m ³	OGC mg/m ³	Brennstoffauflage	O ₂ Vol.-%	CO mg/m ³	Staub mg/m ³	OGC mg/m ³	
1+2 (AZP)	15,2	1209	68	189	1+2 (AZP)	14,3	1232	60	96	
3	13,4	1100	29	92	3	13,8	888	14	72	
4	12,2	644	24	56	4	12,4	881	22	87	
5	12,6	681	18	53	5	12,9	698	16	99	
6	12,7	447	20	38	6	12,5	557	17	46	
Mit AZP	13,2	816	32	85	Mit AZP	13,2	817	30	98	
Ohne AZP	12,8	737	21	65	Ohne AZP	13,0	720	21	92	
Unterschied in %		-3	-11	-30	-31		-2	-10	-25	-9

Daten von zwei marktverfügbaren Öfen nach Stand der Technik ohne Emissionsminderungstechnik, Messprozedur Blauer Engel. Quelle: Stellungnahme des DBFZ zum notwendigen Anforderungsprofil eines „Blauen Engels“ für Kaminöfen – Stand: 25.02.2019

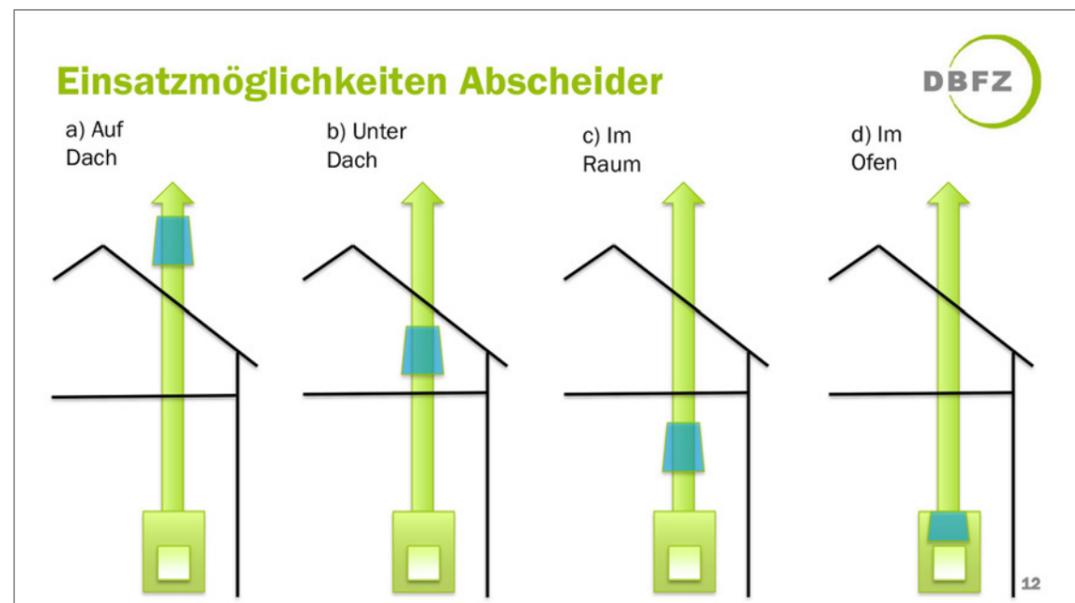
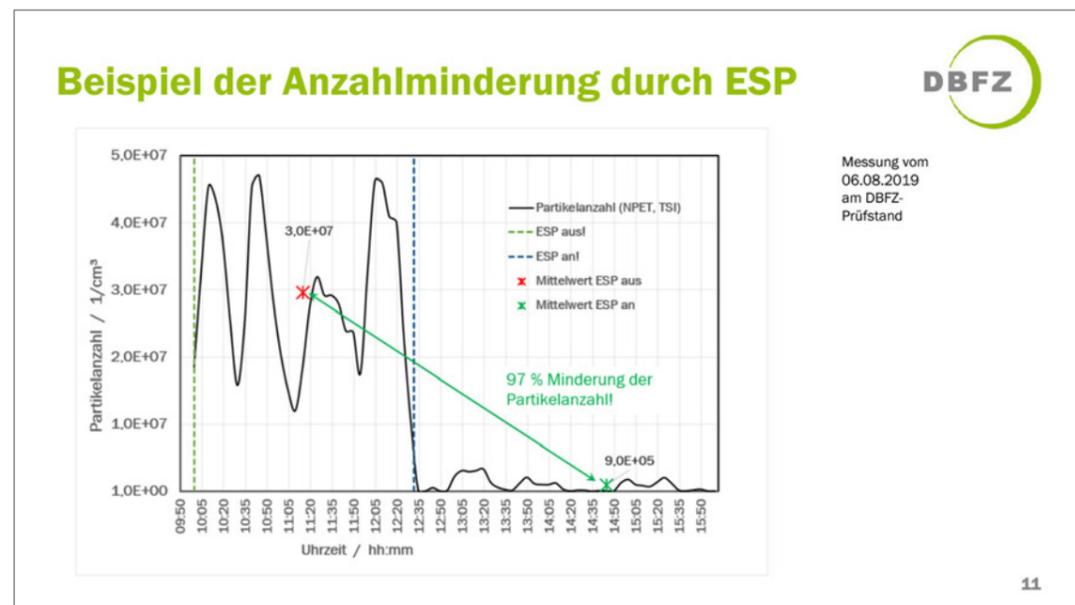
Emissionsanforderungen

Eingehalten, wenn der Mittelwert der Einzelmessungen der Prüfzyklen (Anzündphase, Nennlast, Teillast - wenn v. Hersteller vorgesehen) den Maximalwert nicht überschreitet.



Parameter	Prüfmethode gemäß Anhang B	Maximalwert Emissionen (1)	Maximalwert Emissionen vor nachgeschaltetem Abscheider (1)
Staub-Massegehalt	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0,015 g/Nm ³	0,040 g/Nm ³
CO-Massegehalt	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0,50 g/Nm ³	0,50 g/Nm ³
OGC-Massegehalt	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0,07 g/Nm ³	0,07 g/Nm ³
NOx-Massegehalt	DIN EN 16510-1:2018 (2)	0,18 g/Nm ³	0,18 g/Nm ³

(1) Bezogen auf trockenes Abgas, normiert auf 0 °C, 1013 mbar, 13 Vol.-% Sauerstoff
(2) Häusliche Heizgeräte für feste Brennstoffe - Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfverfahren



Vergleich der Einbauvarianten

a) Auf Dach

- Sofort verfügbar, auch für Nachrüstung einsetzbar, „kaltes“ Abgas
- Schwierig messbar im Feld, Installation/Wartung auf Dach, große Flocken möglich

b) Unter Dach

- Besser zugänglich für Wartung/Service, Nachrüstung möglich
- Raumluftverdünnung führt zu geringer Anlageneffizienz, nicht „sofort“ verfügbar

c) Im Raum

- Ofennahe Ankoppelung, bessere Reinigung/Wartung Kunden, Bewusstheit der Kunden
- Entwicklung/Design notwendig, raumluftunabhängiger Betrieb erforderlich, Geräusche

d) Im Ofen

- „Ein Gerät“, langfristig beste Option, EMSR-Technik integriert, Service/Wartung/Garantie durch Serviceunternehmen, (kontinuierliche) Praxismessung am Kaminstutzen
- Innovationen notwendig!

13

Aktuelle Phase nach Einführung des BE

- Ofen- und Abscheiderhersteller entwickeln zügig
- Hinweise aus der Branche, dass viele Hersteller sich um BE bemühen
- Neugeräte führen zu Erfahrungen mit ERF und Abscheidern in Praxis
- Übertragung auf Bestandsanlagen
- Übertragung auf andere Feuerungen (Pellet- und HHF-Öfen, Speicheröfen, Kachelöfen, Heizeinsätze...)
- Gemeinsame Arbeiten notwendig: Feuerungen, Abscheider, Schornstein, Handel, Behörden, Schornsteinfeger, Forschung, sowie Verbände und Politik

14

Blauer Engel für Kaminöfen – Ein Markt für Staubabscheider?



- Große Chancen: Über Neu- zu Bestandsanlagen (perspektivische Stückzahl einige Mio. Anlagen)
- Marktchancen aber auch für Feuerungshersteller bzw. die gesamte Branche, z.B. besseres Image und Marktberreinigung
- Liefert politische Argumente für eine Zukunft der häuslichen Biomassefeuerungen
- Innovationen werden angereizt, Erfahrungen beleben die Entwicklung und verringern dadurch die Kosten
- Chance zum Stopp des Klimawandels sowie saubere Luft
- Aber auch Risiko vorhanden:
 - Technische Fehlentwicklungen
 - Keine Zusammenarbeit zwischen den Teilbranchen
 - Kundenverunsicherung

15

Deutsches Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH



Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

Kontakt

Dr. rer. nat. Ingo Hartmann
Ingo.Hartmann@dbfz.de, Durchwahl: -541

**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

Fotos: DBFZ, Jan Gutzeit, DBFZ/AG Peter Schubert (Tafelfolie, rechts), Pixabay / CC0 Public Domain

Christian Tebert, Oekopol GmbH – Institut für Ökologie und Politik

Erstellung und Deutung von Emissionsfaktoren

Christian Tebert
 Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH
 Nerstweg 32-34
 22765 Hamburg
 Tel.: +49 (0)40 3910020
 E-Mail: tebert@oekopol.de

11. Fachgespräch
 „PARTIKELABSCHIEDER IN HÄUSLICHEN FEUERUNGEN“



Erstellung und Deutung von Emissionsfaktoren

Dipl.-Ing. Christian Tebert
 Themenfeldleiter „Industrieemissionen und beste verfügbare Techniken“
 Ökopol Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

5. Juni 2020, DBFZ, Leipzig



Ökopol – Institut für Ökologie und Politik GmbH, Hamburg

► Kunden: u.a. EU-Kommission, Ministerien, Umweltbundesamt, Industrie- und Umweltverbände



2

5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“



Hintergrund Emissionsfaktoren

Ziel

Emissionsabschätzung („Emissionsinventare“)

- ▶ Zielkontrolle nationaler und internationaler Vereinbarungen (z.B. UN CCC, UN ECE, Göteborg-, Schwermetall-, POP-Protokoll)
- ▶ Entscheidungshilfe für künftige nationale und internationale Politik

Anspruch

Erfüllung von Qualitätskriterien => Eignung für Emissionsinventare (z.B. UN ECE Guidelines 2014, EU NEC-Richtlinie 2016)

- ▶ transparent, kohärent, vergleichbar, vollständig, genau (transparent, consistent, comparable, complete, accurate = “TCCCA criteria”)

3

5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“



Emissionsfaktoren für Kleinfeuerungsanlagen

Geltungsbereich

Kleinfeuerungsanlagen bis 1 MW, unterteilt in

- ▶ Haushalte
- ▶ Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD)
- ▶ Militär

Emissionsberechnung

Emissionsfaktor (mehrere Jahre konstant), Brennstoffverbrauch (jährlich neu), z.B.:

- ▶ E-Faktor Haushalte x Brennstoffverbrauch 2019 = Emission 2019
 - ▶ E-Faktor GHD x Brennstoffverbrauch 2019 = Emission 2019
 - ▶ E-Faktor Militär x Brennstoffverbrauch 2019 = Emission 2019
- } Emissions
-summe
2019

5

5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“



Hintergrund Emissionsfaktoren

Transparenz

- ▶ Klare Erläuterung genutzter Datenquellen, Annahmen und Methoden => Reproduzierbarkeit und Bewertbarkeit durch Externe muss gegeben sein

Konsistenz

- ▶ Jährlich gleiche methodischer Ansatz je Sektor (z.B. Kleinfeuerungsanlagen)

Vergleichbarkeit

- ▶ Ergebnisse sollten international vergleichbar sein: Nutzung von Leitfäden

Vollständigkeit

- ▶ Alle Quellen und alle Schadstoffe, für die es in den Leitfäden Methoden gibt

Genauigkeit

- ▶ Weder unter- noch überschätzte Emissionen; Unsicherheiten reduzieren

4

5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“



Emissionsfaktoren für Kleinfeuerungsanlagen

Anlagenstruktur

Gasfeuerungen

- ▶ Brenner mit Gebläse
- ▶ Brenner ohne Gebläse
- ▶ Heizkessel raumluftunabhängig
- ▶ Kombiwasserheizer
- ▶ Durchlaufwasserheizer
- ▶ Vorratswasserheizer
- ▶ Raumheizer
- ▶ Brennwertgeräte

Ölfeuerungen

- ▶ mit Verdampfungsbrenner
- ▶ mit Gebläsebrenner
- ▶ Brennwertgeräte

Holzfeuerungen

- ▶ Kessel
- ▶ Einzelraumfeuerungen

Für alle Anlagen: Art und Stückzahl nötig, mit Baujahr- und Nennleistungs-Bereich

6

5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“



Anlagenstruktur Holzfeuerungen in Haushalten: Beispiel Pellet-Heizkessel

Anlagenart	Leistungsbereich [kW] (mittlere Leistung)	Altersklasse	Anzahl Jahr x [Stück]	Betriebszeit [h/a]	Anteiliger Verbrauch Jahr x [%]
Heizkessel für Pellets	4-25 kW (18 kW)	bis 1988/89	% Pelletverbrauch
		1990-2004	...	...
		2005-2010	...	...
	25-50 kW (32 kW)	bis 1988/89	...	...
		1990-2004	...	...
		2005-2010	...	...
	> 50 kW (80 kW)	bis 1988/89	...	...
		1990-2004	...	...
		2005-2010	...	...

Quelle: UBA Kleinfeuerungsanlagen-Studien von Struschka et al. (2008), Tebert et al. (2016)

7 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Anlagenstruktur Holzfeuerungen in Haushalten: Beispiel Einzelraumfeuerungen

Anlagenart	Leistungsbereich [kW] (mittlere Leistung)	Altersklasse	Anzahl Jahr x [Stück]	Betriebszeit [h/a]	Anteiliger Verbrauch Jahr x [%]
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder Grundofen)	< 15 kW (7,6 kW)	bis 1988/89	% Stückholzverbrauch
		1990-2004	...	...
		2005-2010	...	...
Kaminöfen	< 15 kW (7,4 kW)	bis 1988/89	% Stückholzverbrauch
		1990-2004	...	...
		2005-2010	...	...
Pelletöfen	< 15 kW (12,9 kW)	1990-2004	% Pelletverbrauch
		2005-2010	...	...

Ebenso für: Stückholz-Heizkessel (handbeschickt), Kamine, Dauerbrandöfen, Badeöfen, Herde
Quelle: UBA Kleinfeuerungsanlagen-Studien von Struschka et al. (2008), Tebert et al. (2016)

8 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Emissionsfaktoren: Beispiel Partikel (PM) aus Anlagen für naturbelassenes Holz

Anlagenart	Leistungsbereich [kW] (mittlere Leistung)	E-Faktor PM [kg/TJ]	Endenergie -Anteil 2010	PM E-Faktor 2010 [kg/TJ]
Dauerbrandöfen	< 15 (6,2)	86	4,8 %	90
Kachelöfen	< 15 (7,6)	142	25,2 %	
Kamine	< 15 (5,9)	144	9,3 %	
Kaminöfen	< 15 (7,4)	84	29,4 %	
Pelletöfen	< 15 (12,9)	34	1,5 %	
Heizkessel handbeschickt (Stückholz)	4 - 25	56	7,8 %	
	> 25 - 50	32	10,3 %	
	> 50	28	5,4 %	
Heizkessel für Pellets	4 - 25	21	3,7 %	
	> 25 - 50	21	0,6 %	
	> 50	23	0,7 %	
Badeöfen	< 15 (7,0)	51	0,1 %	
Herde	< 15 (6,4)	76	1,1 %	

Quelle: UBA Kleinfeuerungsanlagen-Studie von Tebert et al. (2016); Einzelfaktoren aus Hintergrundberechnungen

9 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Emissionsfaktor-Ableitung: Beispiel Partikel aus Kaminöfen

Naturbelassenes Holz	Altersklasse (Endenergieanteil)	Lastzustand (Gewichtung E-Faktor)	E-Faktor (Anzahl Messungen) [kg/TJ]	E-Faktor Realbetrieb (Anzahl M.) [kg/TJ]	E-Faktor Realbetr. Median [kg/TJ]	E-Faktor Realbetr. gewichtet [kg/TJ]
Kaminöfen < 15 kW (im Mittel 7,4 kW)	bis 1988/89 (1,7 %)	Teillast (42 %)	-	-	117	90
		Nennlast (58 %)	-	-		
	1990-2004 (48,3 %)	Teillast (42 %)	130 (1)	189 (1) *		
		Nennlast (58 %)	74 (9)	148 (9) ***		
	2005-2010 (50 %)	Teillast (42 %)	-	40 (13) **		
		Nennlast (58 %)	15 (2)	30 (2) ***		

* Faktor: 1,45 ** Messungen an installierten Feuerungen, DBFZ (2010) und TFZ (2010) *** Faktor: 2,0
Quelle: UBA Kleinfeuerungsanlagen-Studie von Tebert et al. (2016); Einzelfaktoren aus Hintergrundberechnungen

10 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Emissionsfaktor-Ableitung: Beispiel Partikel aus Stückholzfeuerung

Naturbelassenes Holz	Altersklasse (Anzahl Öfen)	Lastzustand (Gewichtung E-Faktor)	E-Faktor (Anzahl Messungen) [kg/TJ]	E-Faktor Realbetrieb (Anzahl M.) [kg/TJ]	E-Faktor Realbetr. Median [kg/TJ]	E-Faktor Realbetr. gewichtet [kg/TJ]
Heizkessel handbeschickt (Stückholz) > 25 - 50 kW (im Mittel 35 kW)	bis 1988/89 (11,1 %)	Teillast (64 %)	143 (1)	196 (1)	122	32
		Nennlast (36 %)	-	108 (4)		
	1990-2004 (41,8 %)	Teillast (64 %)	189 (1)	259 (1)	169	
		Nennlast (36 %)	-	135 (3)		
	2005-2010 (47,1 %)	Teillast (64 %)	14 (5)	19 (5)	19	
		Nennlast (36 %)	-	21 (8)		
11		Teillast (64 %)	7,0 (2)	9,6 (2)	18	
		Nennlast (36 %)	-	42 (6)		
		Teillast (64 %)	12,5	17 (8)	17	
		Nennlast (36 %)	-	19 (12)		

Quelle: UBA Kleinfeuerungsanlagen-Studie von Tebert et al. (2016): Einzelfaktoren aus Hintergrundberechnungen

Fazit

Emissionsfaktoren

Sollen Qualitätsanforderungen für Emissionsinventar erfüllen:

- ▶ transparent, kohärent, vergleichbar, vollständig, genau

Emissionsfaktoren für Kleinfeuerungsanlagen

Aufteilung in:

- ▶ Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Militär
- ▶ Diverse Anlagenarten, deren Alters- und Leistungsklassen

Emissionsfaktor basiert auf:

- ▶ Messung an Prüfständen (Teillast, Nennlast) + Real-Verschlechterungsfaktor
- ▶ Messung an installierten Anlagen (Teillast, Nennlast)
- ▶ Annahmen zu Anteil Teillast-/Nennlast-Betrieb, zu Anteil Altersklasse/Leistung

12 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Ausblick

Verbesserungsbedarf Emissionsfaktoren für Kleinfeuerungsanlagen

Messungen:

- ▶ Für diverse Anlagenarten: mehr Messungen je Altersklasse wünschenswert (Messungen überwiegend neuere Anlagen, vorwiegend Prüfstandsmessungen)
- ▶ Real-Verschlechterungsfaktoren der Prüfstandsmessungen zu konsolidieren
- ▶ Messergebnisse im Vergleich Teillast zu Volllast zu überprüfen

Anteilige Gewichtung:

- ▶ Annahmen zum Anteil Teillast- und Volllast-Betrieb zu konsolidieren
- ▶ Gewichtungen statistisch zu konsolidieren, v.a. für Holz-Endenergieverbrauch
 - ▶ Aufteilung auf Haushalte/GHD/Militär
 - ▶ Aufteilung auf Alters-/Leistungsklassen der Anlagen

13 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Kontakt:

- ▶ Christian Tebert
- ▶ Ökopol Institut
- ▶ Tel. 040 3910020
- ▶ Email: tebert@oekopol.de
- ▶ Web: www.oekopol.de

14 5. Juni 2020, DBFZ Leipzig, 11. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 

Kristina Juhrich, Umweltbundesamt (UBA)

Kleinf Feuerungsanlagen – Emissionsberichterstattung durch das UBA

Kristina Juhrich
 Umweltbundesamt
 Wörlitzer Platz 1
 06844 Dessau-Roßlau
 Tel.: +49 (0)340 2103 2448
 E-Mail: kristina.juhrich@uba.de

Aufgrund verschiedener internationaler Abkommen ist Deutschland verpflichtet, jährlich Emissionsinventare zu erstellen. Da nicht alle 12 Mio. Einzelraumfeuerungen und Kessel kontinuierlich gemessen werden können, müssen die Emissionen mit Hilfe von Modellen berechnet werden. Dahinter liegen letztlich Einzelmessungen, die für die Kleinf Feuerungsanlagen repräsentativ sein müssen. Der Vortrag zeigt grundlegende Annahmen für die Emissionsberechnung aus Kleinf Feuerungsanlagen. Außerdem werden die Ergebnisse für verschiedene Schadstoffe dargestellt. Die Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen haben bei verschiedenen Schadstoffen einen relevanten Anteil.



Für Mensch & Umwelt

Kleinf Feuerungsanlagen

Emissionsberichterstattung durch das UBA

Kristina Juhrich
 Fachgebiet Emissionssituation

Grundlagen für die Berichterstattung allgemein

- **TREIBHAUSGASE:**
 KLIMARAHMENKONVENTION,
 KYOTOPROTOKOLL; Regelwerk:
 IPCC Guidelines
- **LUFTSCHADSTOFFE:** GENFER
 LUFTREINHALTEKONVENTION,
 GÖTEBORGPROTOKOLL,
 SCHWERMETALL- UND POPS-
 PROTOKOLLE, NEC-RICHTLINIE;
 Regelwerk: EMEP EEA Guidebook



Kristina Juhrich

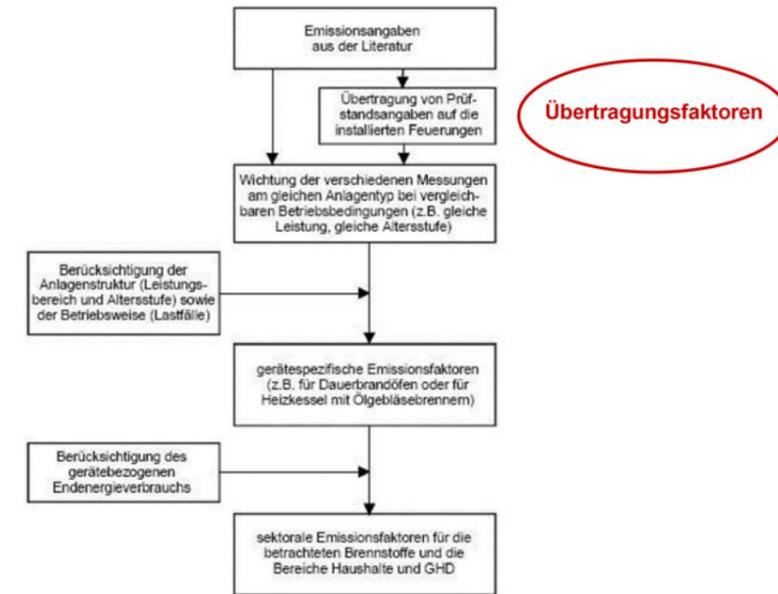
Ermittlung der Brennholzmenge AGEE-Stat

- **PRIVATE HAUSHALTE:** Uni Hamburg: Rohstoffmonitoring Holz, „Energieholzverwendung in privaten Haushalten...“
- **SONSTIGE FEUERUNGSANLAGEN < 1MW:** Uni Hamburg: Rohstoffmonitoring Holz, „Die energetische Nutzung von Holz in Biomassefeuerungsanlagen unter 1MW in Nichthaushalten...“



Foto: Kristina Jührich

Berechnung des gewichteten Emissionsfaktors



Quelle: Tebert 2016

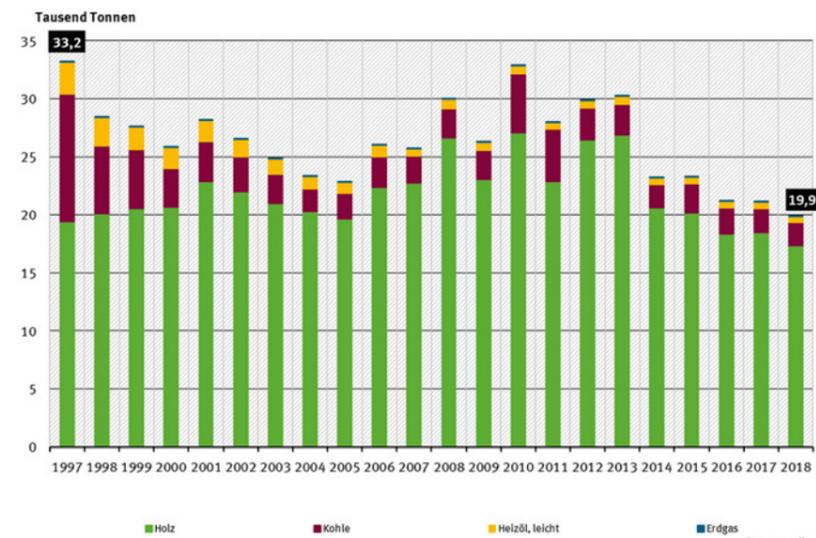
Datenquellen für Emissionen und Emissionsfaktoren

- Für CO₂:**
- Brennstoffanalysen
- Für Luftschadstoffe:**
- Prüfstandsmessungen + Übertragungsfaktoren
 - Literaturwerte
 - Default-Werte aus dem EMEP EEA Guidebook
 - eigene Messprojekte

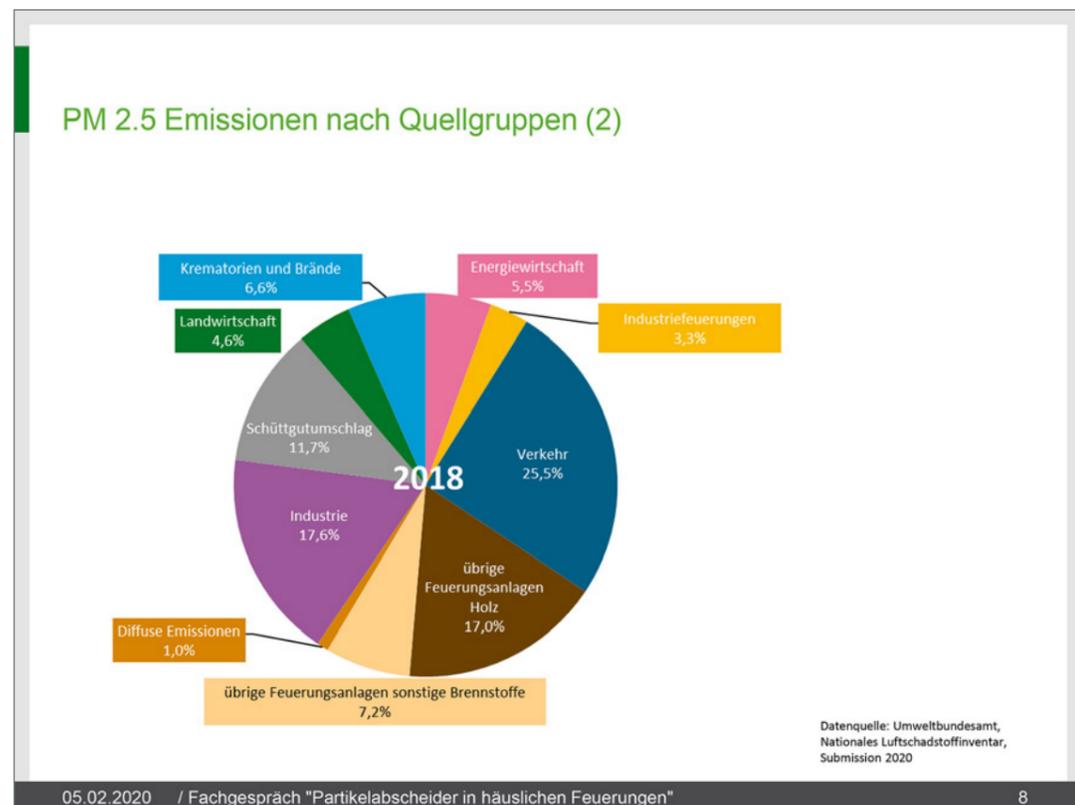
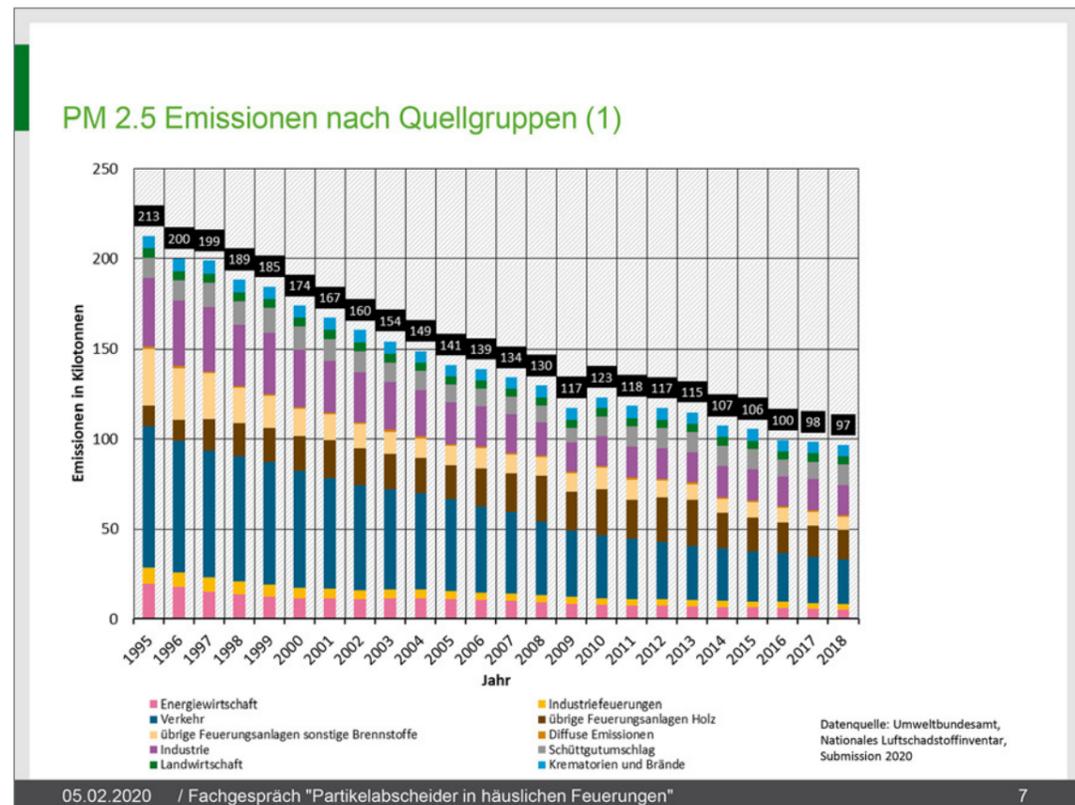


Foto: Kristina Jührich

PM 10 Emissionen aus Kleinf Feuerungsanlagen



Datenquelle: Umweltbundesamt, Nationales Luftschadstoffinventar, Submission 2020



Bedeutung der Holzverbrennung in Kleinf Feuerungsanlagen für verschiedene Schadstoffe (Anteil am Gesamtinventar für 2018)

Gesamtstaub:	4,6%
PM10:	8,2%
PM2.5:	17,0%
Black Carbon:	16,1%
CO:	13,2%
NM VOC:	2,8%
NO _x :	1,7%
PAK:	89,5%
Dioxine/ Furane:	24,1%

Datenquelle: Umweltbundesamt, Nationales Luftschadstoffinventar, Submission 2020

05.02.2020 / Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen" 9

Hohe Unsicherheiten

- Wenige Messungen im Verhältnis zur Anlagenanzahl
- Manche Schadstoffe werden gar nicht gemessen
- Prüfstandsmessungen spiegeln nicht die Realität wider
- Große Brennholz mengen laufen nicht über den regulären Handel und müssen über Modelle ermittelt werden
- Keine validen Daten zum tatsächlichen Nutzerverhalten, Brennstoffqualität und dem Zustand der Anlagen

Foto: Kristina Juhrich

05.02.2020 / Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen" 10



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen zu Luftschadstoffen allgemein:
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen>
und Kleinf Feuerungsanlagen im speziellen:
<https://iir-de.wikidot.com/1-a-4-stationary-combustion>



Nemo Lohberger, Fachhochschule Nordwestschweiz

Emissionen von Holzfeuerungen nach elektrostatischen Partikelabscheidern – Feldmessungen in Saas-Fee

Nemo Lohberger, Josef Wüest, Moritz Lüscher
 Fachhochschule Nordwestschweiz
 Bahnhofstrasse 6
 5210 Windisch, Schweiz
 Tel.: +41(0)762815-253
 E-Mail: nemo.lohberger@fhnw.ch

Die Messung des Abscheidegrades von ESP am Kaminende ist nach heutigen Methoden sehr aufwendig. Aus diesem Grund wurde im Rahmen dieses Projekts ein neues, verdünnungsunabhängiges Messverfahren namens DIEM (Dilution Independent Emission Measurement) entwickelt und in seinen Grundzügen getestet. Es wurden 22 Anlagen untersucht und die Wirksamkeit von 20 ESP in Saas-Fee bestimmt.

Das DIEM-Messverfahren arbeitet für die Partikel-Emissionen mit dem Immissions-Messgerät DiSC1. Die Abgase müssen aus diesem Grund um den Faktor 100 und mehr verdünnt werden.

Um diese Verdünnung zu bestimmen wird der hauptsächlich kohlenstoffhaltige Anteil (CO_2 und CO) des Abgases gemessen. Dieser korreliert mit der Leistung und dem Luftüberschuss. Damit kann die Normierung auf trockenes Abgasvolumen bei 13% O_2 vorgenommen werden. Die Emissionsmessungen erfassen CO , CO_2 , Wasserdampf und Partikel (Anzahl und Durchmesser). Damit lassen sich die von der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) geforderten Grössen Kohlenmonoxid (CO) und Staub messen und mit den Grenzwerten vergleichen. Durch ein- und ausschalten des ESP kann relativ einfach der Abscheidegrad bestimmt werden. Die Messmethode wurde in Vergleichsmessungen mit gängigen Referenzmethoden an einem Pelletkessel und an verschiedenen Wohnraumfeuerungen im Labor und am Kaminende vali-

diert. Ausserdem hat sich DIEM auch bei Vergleichsmessungen in Saas-Fee (1800 m ü. M.) bewährt.

Bezüglich Feuerungsart wurden offene und geschlossene Cheminées, Kaminöfen, Kachel- und Giltsteinöfen, handbeschickte Stückholzvergaser, eine Pelletheizung und automatische Hackschnitzel-Feuerung sowie eine Räumerei untersucht. Die untersuchten ESP zeigten Abscheidegrade zwischen 50 und 90% (70% im Mittel). Dabei zeigte sich, dass die Abscheideleistung bei grösseren Staubfrachten zwar absolut (in mg/m^3) grösser, die Relative aber geringer ist.

Bei zwei fast täglich genutzten Anlagen wurden die ESP-Daten über eine ganze Heizperiode permanent aufgezeichnet. Dabei zeigte sich, dass eine Überwachung der ESP notwendig ist, um den Betrieb zu gewährleisten, schlecht betriebene Feuerungen und drohende Kaminbrände zu erkennen.

Das Projekt hat gezeigt, dass nur gut gewartete Abscheider ihren Dienst versehen. Fördergelder für Staubminderungseinrichtungen sollten nur nach einer Abnahmekontrolle auf korrekte Installation ausbezahlt werden. Zudem ist eine bloss Installation eines Staubabscheiders als einziges Kriterium für den erlaubten Betrieb von Cheminées nicht sinnvoll. Es muss auch die richtige Funktion gewährleistet sein, durch eine adäquate Überwachung.

Emissionen von Holzfeuerungen nach elektrostatischen Partikelabscheidern

Feldmessungen in Saas-Fee

(Projektstart: Juli 2017)

Nemo Lohberger
 Josef Wüest
 Moritz Lüscher



Ideales Feld-Labor Saas-Fee

- Autofrei, keine/ wenig Industrie /Landwirtschaft → Feuerungen sind Hauptquelle für PM
- Hohe Dichte von installierten ESP (Modell ÖkoTube 2)



n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Norm-Messung...

- ...erfordert zusätzliche Messstrecke
- ...Messung stromaufwärts vom ESP im Haus

Chimney with ESP

gravimetric probe

O₂, CO

additional measuring section

ESP

gravimetric probe

O₂, CO

Nicht geeignet für viele Kamine

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 3

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Dilution-Independent Emission Measurement (DIEM) Prinzip

Bestehend aus: Rauchgassammler, DiSCmini (Partikel), Verdüner, Neutralisator, Licor 840A (CO₂ und H₂O), MRU Optima 7 (CO)

Flue gas collector

Neutralizer

Dilution control

DiSC PM

LiCor CO₂, H₂O

MRU CO

Messkoffer

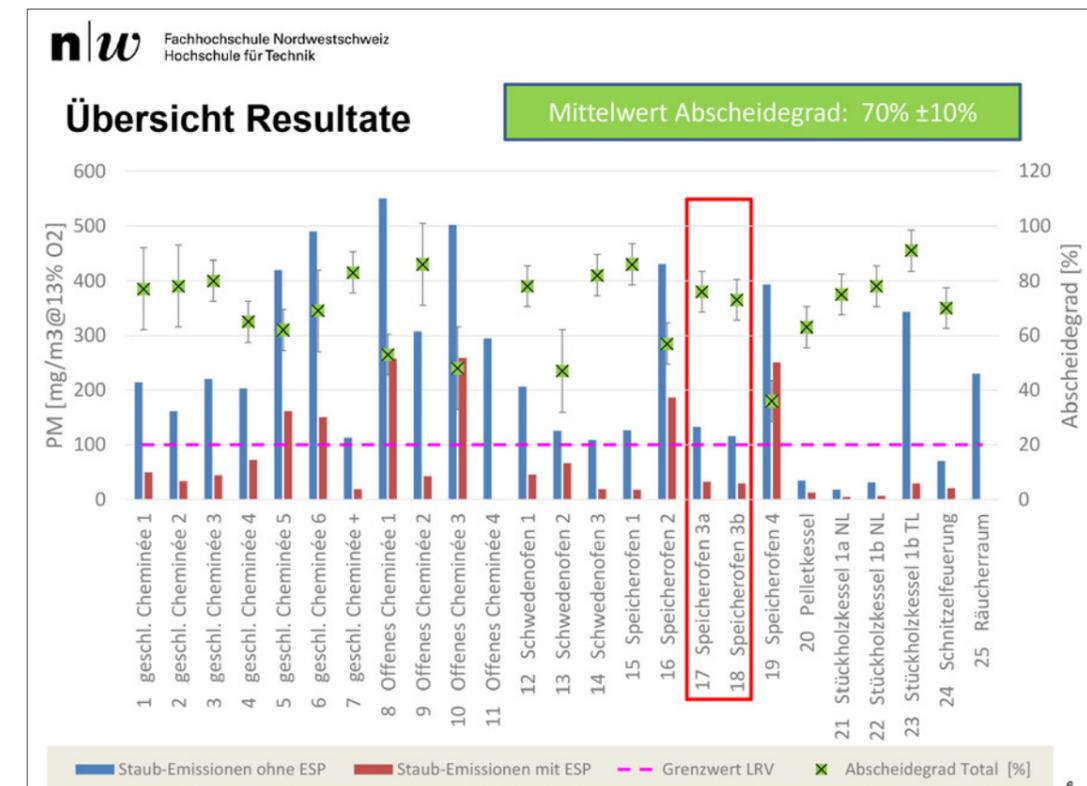
nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 4

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Project plan

- Messmethode validieren
- Messkoffer bauen
- Messungen in Saas-Fee

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 5



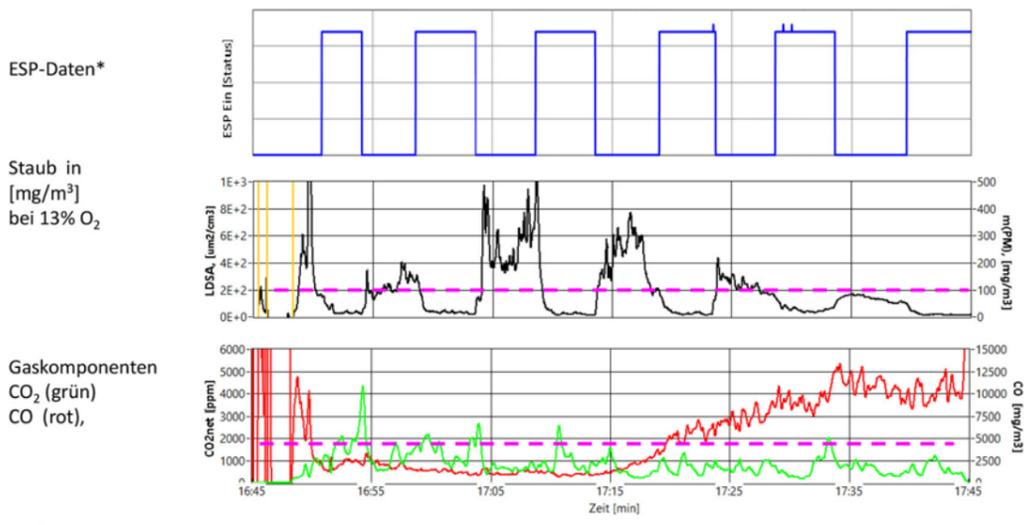
n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 7

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Online-Messung, Intervalle (Frühling 19)



ESP-Daten*
Staub in [mg/m³] bei 13% O₂
Gaskomponenten
CO₂ (grün)
CO (rot),

(der reale Spannungs- und Leistungsverlauf musste ausgeblendet werden, da daraus Rückschlüsse auf die Regelung gezogen werden könnten und diese für OekoSolve ein Betriebsgeheimnis darstellt)

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 9

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik



Staub-Emissionen ohne ESP [mg/m ³ @13%O ₂]	116
Staub-Emissionen mit ESP [mg/m ³ @13%O ₂]	30
Abscheidegrad Total [%]	73
Mittlere Spannung ESP [kV]	25
Mittlere Leistung des ESP [W]	15.3
CO-Emissionen bei ESP ON: [mg/m ³ @13%O ₂]	7050
CO-Emissionen bei ESP OFF[mg/m ³ @13%O ₂]	8370

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 8

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

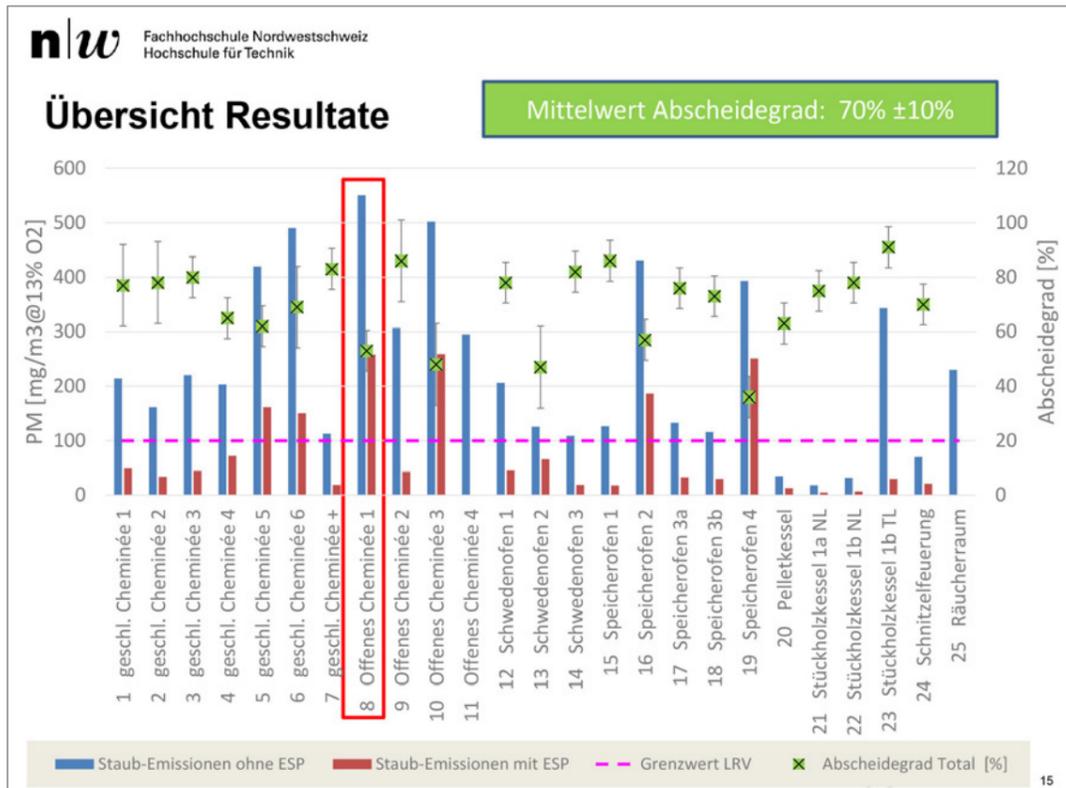
Herbst 18



Frühling 19

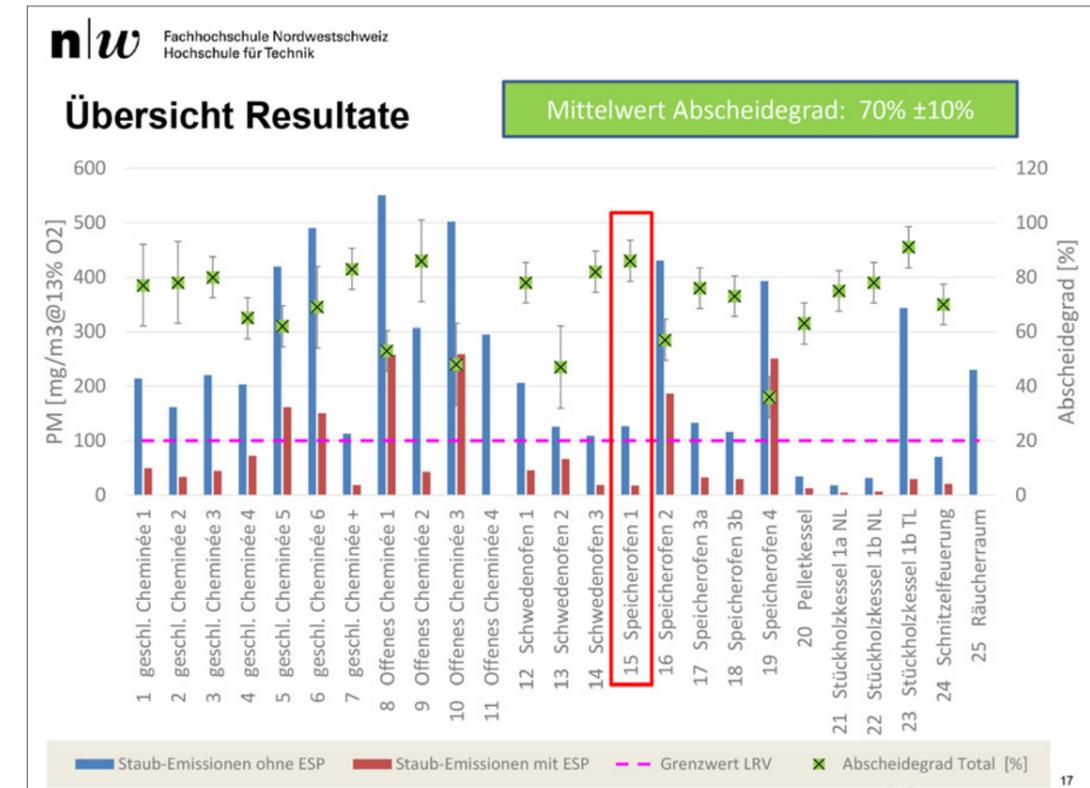


nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 14



Offenes Cheminée mit geringerem Abscheidegrad aber hoher absoluter Menge an gefiltertem Feinstaub

Staub-Emissionen ohne ESP [mg/m ³ @13%O ₂]	551
Staub-Emissionen mit ESP [mg/m ³ @13%O ₂]	258
Abscheidegrad Total [%]	53



Kamin Speicherofen: Vor und nach der Messung

Gesamt-Fazit und Hauptaussagen

ESP ist eine gute Nachrüstlösung für Holzfeuerungen

- Mttl. Abscheidegrad von 70% +/-10% bei 20 Anlagen in Saas-Fee (liesse sich noch verbessern durch bessere Einstellungen, Service).
- Viel gefilterter Feinstaub bei sehr dreckigen Feuerungen
- Robust, simpler Aufbau und Installation

→ **Grosser Nutzen der Feinstaubfilter in Saas-Fee**
ESP-Aktion sollte weitergeführt werden

Aber (sicherer) Betrieb muss gewährleistet werden

- Förderbeiträge erst nach Abnahme
- Anzeige für den Kunden (Kontrolle, Sicherheit, Optimierung der Parameter)
- Kontrolle, kleiner Service durch Kaminfeger, allenfalls Reinigungsintervall erhöhen

1

Danke an

- Bundesamt für Umwelt
- Gemeinde Saas-Fee
- M.Fierz, Naneos GmbH
- A. Keller, IAST
- Prüfstelle für Holzfeuerungen FHNW
- OekoSolve AG

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 20

Danke für Ihre Aufmerksamkeit.

Links und Referenzen

- Projekt-Schlussbericht "Emissionen von Holzfeuerungen nach elektrostatischen Staubabscheidern" wird in Kürze aufgeschaltet unter: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/luft/publikationen-studien/studien.html>
- Publikation zur DIEM-Messmethode: [Papers of the European Biomass Conference 2019, s. 426-433](#)
- M. Fierz, C. Houle, P. Steigmeier & H. Burtscher (2011) Design, Calibration and Field Performance of a Miniature Diffusion Size Classifier, Aerosol Science and Technology, 45:1, 1-10, DOI: 10.1080/02786826.2010.516283
- M. Matti Maricq, Monitoring Motor Vehicle PM Emissions: An Evaluation of Three Portable Low-Cost Aerosol Instruments, Aerosol Science and Technology, 47:564–573, 2013
- <https://oekosolve.ch/produkte/feinstaubfilter-oekotube/>

nemo.lohberger@fhnw.ch 11.02.2020 | 21

Hersteller- und Entwicklerforum

Dr. Andrej Stanev, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Stand der Förderaktivitäten des BMEL zum Thema: „Schadstoffemissionsminderung bei Biomassefeuerungsanlagen“

Dr. Andrej Stanev

Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Hofplatz 1

18273 Gülzow-Prüzen

Tel.: +49(0)3843 6930-134

E-Mail: a.stanev@fnr.de

Der Anteil erneuerbarer Wärme an der Endwärmeversorgung im Jahr 2020 sollte in Bezug auf die RED I-Ziele auf 14 % erhöht werden. Dieses Ziel wurde mit 14,4 % nach Angaben der AGEE-Stat bereits im Jahr 2018 erreicht. Dieser Erfolg konnte jedoch nur unter der Voraussetzung des entscheidenden Beitrags fester Bioenergieträger, die 65,2 % der Erneuerbaren Wärme (EW) bereit stellten, verzeichnet werden. Gleichzeitig müssen die Schadstoffemissionen der Verbrennung von Biobrennstoffen, insbesondere bei den Haushalten (37,6 % der EW) deutlich reduziert werden. Trotz technischer Fortschritte bei Biomasseheizkesseln besteht immer noch ein erhebliches Risiko, dass aktuelle und zukünftige Emissionsanforderungen für Kleinfeuerungen mit Biobrennstoffen in der Praxis sicher und dauerhaft nicht eingehalten werden können.

Um dieses Risiko erheblich zu reduzieren, wurde durch die FNR im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, und Landwirtschaft (BMEL) sei dem Jahr 2006 im Rahmen von drei Förderaufrufen eine Reihe von FuE-Projekten zur primären und sekundären Emissionsminderung bei kleinen und mittelgroßen Biomassefeuerungen gefördert. Im Rahmen der ersten Bekanntmachung im Jahr 2006 zum Thema: „Technische Innovationen zur Sicherung des Biomasseeinsatzes; Staubemissionsminderung für Biomassefeuerungsanlagen im Geltungsbereich der 1. BImSchV“ wurden 12 Projekte bewilligt. Nach der Gründung des Lenkungsausschusses „Feste Bioenergieträger“ im Jahr 2014 wurde eine weitere Bekanntmachung mit dem Ziel: „Maßnahmen zur Fortschreibung des Standes der Feuerungs- und

Abscheidertechnik in Bezug auf die Einführung der 2. Stufe der 1. BImSchV“ veröffentlicht. Dabei wurden insgesamt 30 FuE-Vorhaben (davon acht Verbundvorhaben mit 23 Teilvorhaben) gefördert. Im Rahmen der folgenden Bekanntmachung zum Thema: „Wärme aus Biomasse in künftigen Energiesystemen: THG- und Schadstoffemissionsminderung bei kleinen und mittelgroßen Biomassefeuerungsanlagen“ wurden im Jahr 2018 22 Vorhaben (davon 7 Verbundvorhaben mit 19 Teilvorhaben und drei Einzelvorhaben) gefördert. Die Projekte laufen z.T. bis zum Jahr 2022. Seit 2006 wurden zu dieser Thematik im Auftrag des BMEL insgesamt 52 Vorhaben (davon 15 Verbundvorhaben mit 42 Teilvorhaben und 10 Einzelvorhaben) mit einer Gesamtfördersumme von 10,3 Mio. € gefördert.

Schwerpunkte der Fördermaßnahmen sind: Primäre und sekundäre Emissionsminderungsmaßnahmen und -Konzepte zur Staub-, CO-, NOx-Emissionsminderung; Digitalisierung von Kontroll- und Regelungssystemen von Biomassefeuerungen, Einsatz von innovativer Sensorik, Optimierung der Verbrennungstechnik u.a.

Das Anliegen der FNR und des BMEL ist es, um die Ziele der Bundesregierung im Bereich „Erneuerbare Wärme“ zu erreichen, den Absatz fester Bioenergieträger in Deutschland zu unterstützen und zu erhöhen, wobei die Umwelt durch den Einsatz emissionsarmer Biomassefeuerungsanlagen nicht besonders entlastet werden kann.

www.fnr.de

STAND DER FÖRDERAKTIVITÄTEN DES BMEL ZUM THEMA
„SCHADSTOFFEMISSIONSMINDERUNG BEI BIOMASSEFEUERUNGSANLAGEN“

DR. ANDREJ STANEV
FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V.

Dr.-Ing. Andrej Stanev
FNR e.V., 05.02.20

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

FNR
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Inhalt

- Einführung,
- Rahmenbedingungen für den Betrieb von Biomassefeuerungsanlagen,
- Aktivitäten des BMEL zum Thema „Feste Biobrennstoffe“ - Emissionsminderungsmaßnahmen, Förderphasen 0, 1 und 2,
- Aktueller Förderaufruf
- Ausblick.

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

Fakten

Gründung :	Oktober 1993
Sitz:	18276 Gülzow-Prüzen (Mecklenburg-Vorpommern)
Finanzierung:	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und Land M-V
Mitarbeiter:	111
Status:	eingetragener Verein mit 85 Mitgliedern (stimmberechtigt: 7)
Aufgaben:	<ul style="list-style-type: none"> Förderung der Forschung, Entwicklung und Demonstration (Projekträgerschaft) Fachinformation & Fachberatung Öffentlichkeitsarbeit Internationale und EU-Aktivitäten
Zielgruppen:	gewerbliche Unternehmen, KMU, private und öffentliche Forschungsinstitute, Hochschulen, Behörden

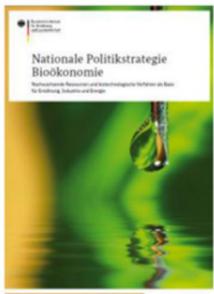


Stand: 02.01.2020

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. | Lenkungsausschuss "Feste Bioenergieträger" | 3

Förderung BMEL / FNR: Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland

- Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe des BMEL (FP NR)
- Förderrichtlinie Wald- und Klimafonds (WKF)

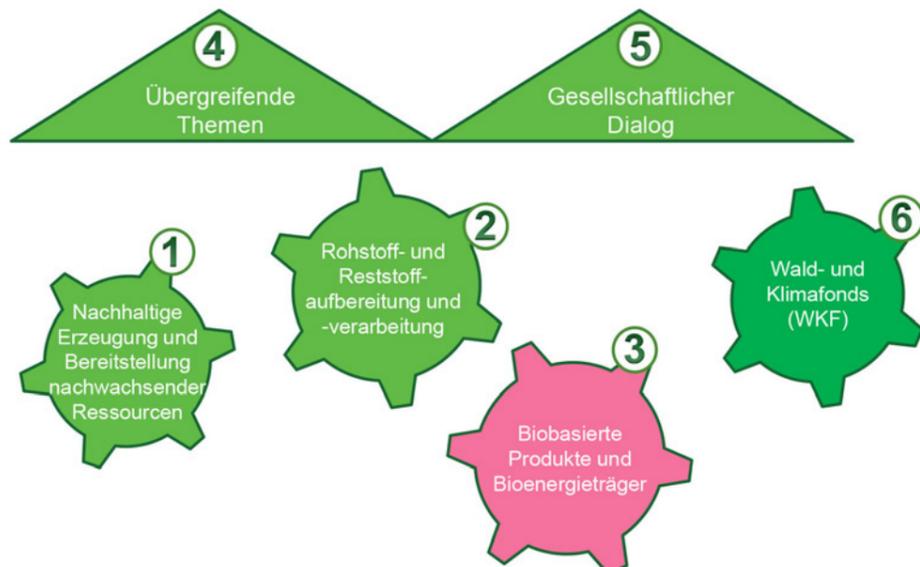




Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. | Lenkungsausschuss "Feste Bioenergieträger" | Seite: 4

Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe

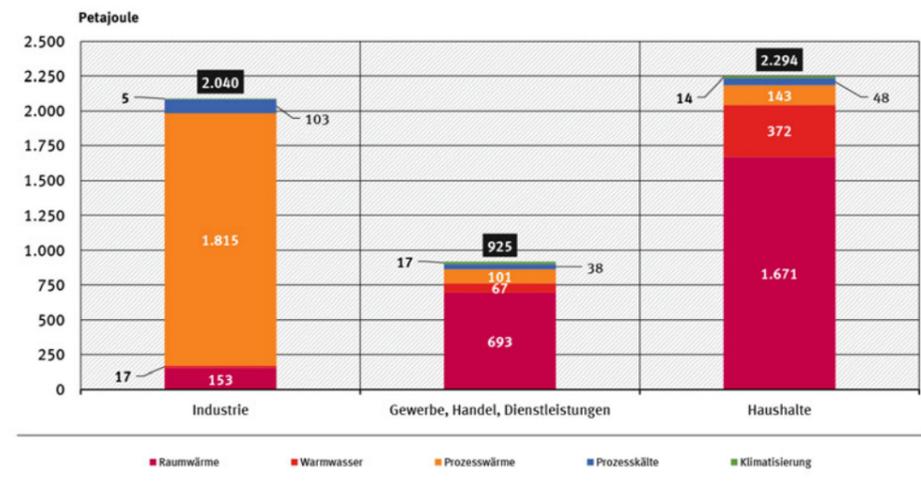
• Förderbereiche



Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. | Lenkungsausschuss "Feste Bioenergieträger" | Seite: 5

Struktur des Wärmeverbrauchs in Deutschland

Wärmeverbrauch¹ nach Sektoren² und Anwendungsbereichen 2017*



Sektor	Raumwärme	Warmwasser	Prozesswärme	Prozesskälte	Klimatisierung	Gesamt
Industrie	153	1.815	103	5	17	2.040
Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	693	101	67	17	38	925
Haushalte	1.671	372	143	14	48	2.294

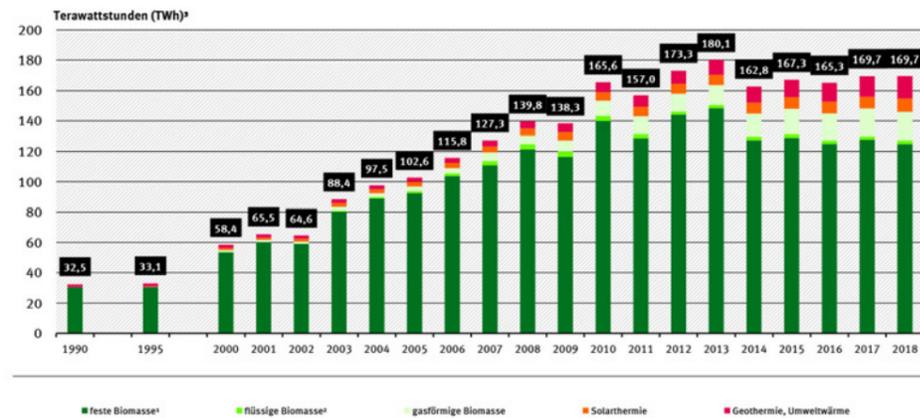
1 Inkl. Kälteanwendungen
2 ohne Verkehr (2017*: 16 PJ)
* vorläufige Angaben

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen, Anwendungsbilanzen, Stand 11/2018

Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. | Lenkungsausschuss "Feste Bioenergieträger" | Seite: 6

Erneuerbare Wärme: Verbrauch 1990 bis 2018

Entwicklung des Wärmeverbrauchs aus erneuerbaren Energien



* inkl. Klärschlamm
 * inkl. Biodieselverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft, Baugewerbe und Militär
 * 1 Terawattstunde (TWh) = 1 Mrd. Kilowattstunden (KWh)

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat, Stand 12/2019

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.**



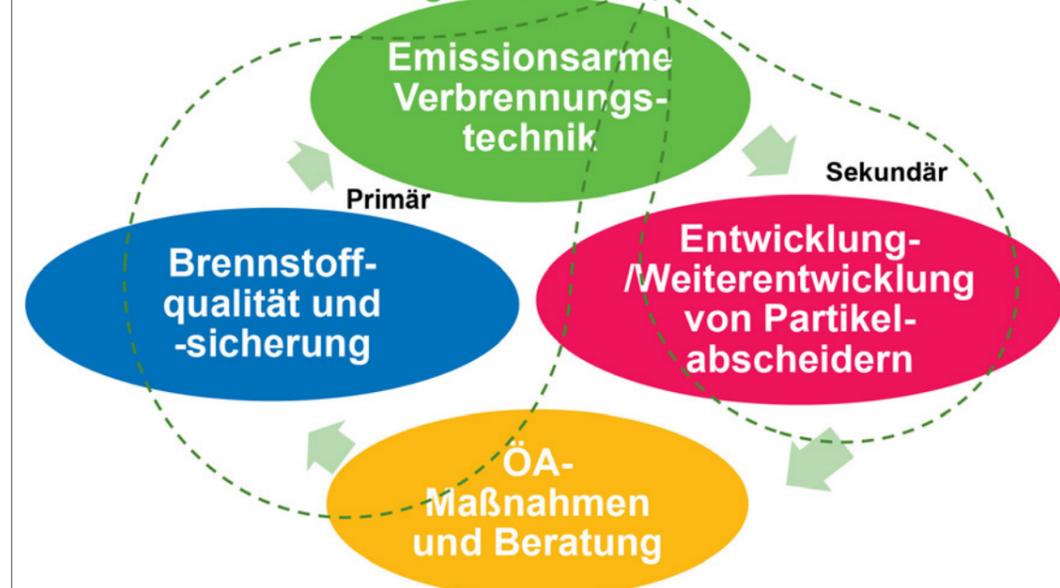
Emissionsrelevante Rahmenbedingungen für den Betrieb von Biomassefeuerungsanlagen

- **EU-Luftqualitätsrichtlinie (2008/50/EG)**
- **1. BImSchV, 2. Stufe ab 01.01.2015**
 – VDI-Richtlinien 3670, 4206, 4207 und 4208
- **EU-Verordnung 2015/1189 vom 28. April 2015 (Ökodesign-VO):**
 Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Festbrennstoffkesseln (ab **01.01.2020** für Anlagen < 500 kW)
- **Richtlinie (EU) 2015/2193 (MCP-D):**
 Für Anlagen > 1 und < 50 MW → **44. BImSchV**
- **1. Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG** → **TA Luft-Novelle (Entwurf)**



Quellen: BMWi, BMU, UBA

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



Bekanntmachung: Staubemissionsminderung bei Biomasseanlagen vom 11.10.2006

Bekanntmachung:

„Technische Innovationen zur Sicherung des Biomasseeinsatzes - Staubemissionsminderung für Biomassefeuerungsanlagen (BFA) im Geltungsbereich der 1. BImSchV“

Förderschwerpunkte:

Entwicklung technischer Innovationen zur Minderung der umweltschädigenden Emissionen, insbesondere der Staubemissionen bei Biomassefeuerungen der 1. BImSchV auf dem Gebiet:

- der Abgasreinigungstechnik und/oder
- der Optimierung des Feuerungsprozesses

Ergebnisse: 32 Vorschläge eingegangen, davon 12 Projekte bewilligt

Laufzeit der Projekte der Heizperiode 2007/2008: bis Mitte 2008



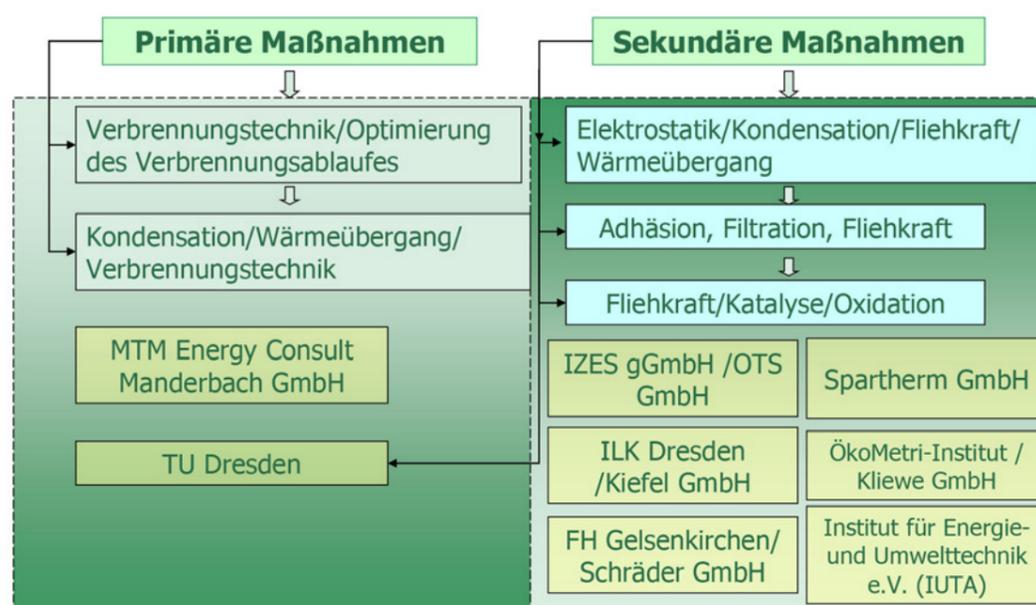
FuE zur Emissionsreduzierung bei BFA – Bekanntmachung zur 1. Phase 2014 – 2018

- **Es wurden insgesamt 30 FuE-Vorhaben** (davon **8 Verbundvorhaben** mit **23 Teilvorhaben**) gefördert, Hauptthema: Maßnahmen zur Fortschreibung des Standes der Technik in Bezug auf die Einführung der 2. Stufe der 1. BImSchV am 01.01.2015

- AG „Qualitätssicherung und Normung“
- AG „Technologie“
- AG „ÖA und Beratung“



FuE zur Emissionsreduzierung bei BFA 2006



AG „Qualitätssicherung und Normung“ – Aktivitäten der 1. Förderphase

- **Verbundvorhaben HackZert:** „Entwicklung eines Zertifizierungsprogramms für Holzhackschnitzel“ (DEPI GmbH, TFZ Straubing)
- **Verbundvorhaben qualiS:** „Brennstoffqualifizierung und Qualitätsmanagement in der Hackschnitzelproduktion als Beitrag zur Emissionsminderung und Nachhaltigkeit“ (BBE e.V., DBFZ, TFZ Straubing)
- **Verbundvorhaben OptiChip:** „Optimierung der Emissionen von Holzhackschnitzel-Kleinfeuerungsanlagen durch geeignete Brennstoffauswahl und Verbrennungsführung“ (Hochschule für Angewandte Wissenschaft und Kunst (HAWK), Ostfalia, Hochschule für angewandte Wissenschaften (HAW))



AG „Technologie“ – Aktivitäten der 1. Förderphase

- **Verbundvorhaben SenSTEF:** „Emissionsarme Verbrennungstechnik von automatisch beschickten Biomassefeuerungen, (DBFZ g GmbH, Institut für Sensorik und Informationssysteme (ISIS), Hochschule Karlsruhe, SICK AG)
- **Verbundvorhaben EffiPriMa:** „Entwicklung effizienter Primärmaßnahmen zur Emissionsminderung von Holzhackschnitzelfeuerungen“, (Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT), Ruhr-Universität Bochum (LEAT), POLZENITH GmbH & Co.KG)
- **Verbundvorhaben Carola:** „Weiterentwicklung von Feinstaubabscheidern und Feldtests mit Holzgefeuerten automatisch beschickten Heizkesseln“ (Karlsruher Institut für Technologie (KIT), HDG-Bavaria GmbH (HDG), Carola Clean Air GmbH (CCA))
- **Verbundvorhaben FRESBI:** „Optimierung der Fraktionsabscheidegrade elektrostatischer Staubabscheider beim Einsatz in Biomassefeuerungen“ (Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT), Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden (OTH), Karl Schröder Nachf. GmbH)

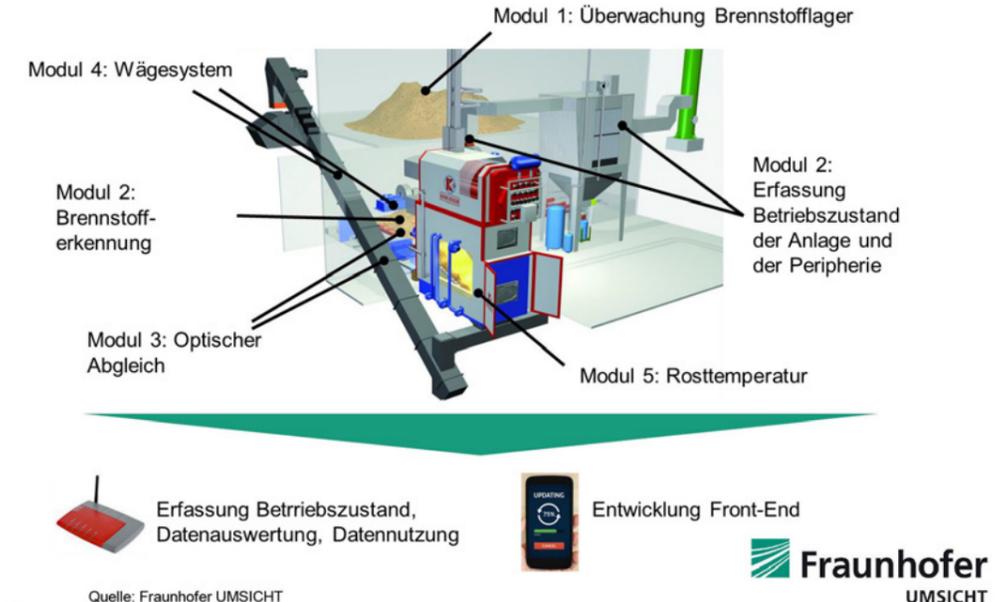


FuE zur Emissionsreduzierung bei BFA – Bekanntmachung zur 2. Phase 2019 - 2021

- **Zum 30.04.2018 wurden insgesamt 19 FuE-Vorschläge vorgelegt ;**
- Es wurden insgesamt **22 Vorhabenvorschläge** (davon **7 Verbundvorhaben mit 19 Teilvorhaben und 3 Einzelvorhaben**) mit einer Gesamtfördersumme von **6,3 Mio. €** gefördert;
- **Schwerpunkte: NO_x-Emissionsminderung, primäre Emissionsminderungsmaßnahmen und -Konzepte, Digitalisierung von Kontroll- und Regelungssystemen, Einsatz innovativer Sensorik, Optimierung der Verbrennungstechnik u.a.,**
- **Die Laufzeit der Projekte ist z.T. bis zum Jahr 2022.**



Verbundvorhaben - DigitalFire



Quelle: Fraunhofer UMSICHT



Verbundvorhaben des DBFZ (Koordinator): Umweltverträgliche-Verbrennung (UVV)

Zielsetzung des Forschungsvorhabens

Entwicklung der nächsten Generation an Biomasseverbrennungsanlagen:

- Innovatives Verbrennungsluft-Regelungsverfahren auf Basis neuartiger Gassensorik,
- Katalytische Emissionsminderung,
- Integration eines Staubabscheiders in die Gesamtanlage,
- Monitoring der Verbrennungsqualität und Anzeige von Servicemaßnahmen.

Zwei marktnahen nichtkommerziellen Prototypfeuerungen demonstriert werden:

- ✓ vollautomatischer Holzhackschnitzelkessel,
- ✓ Scheitholz-ERF



Quelle: DBFZ



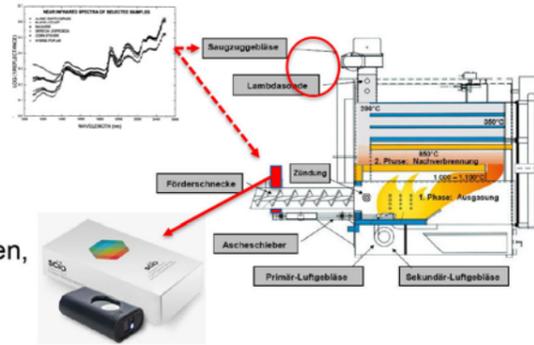
Vorhaben des DBFZ: oNIRReduce

Emissionsminderung durch angepasste Kesselsteuerung auf der Basis von Daten aus der kontinuierlichen online-NIR Brennstoffanalyse

Ziel: Erfassung relevanter Brennstoffeigenschaften mittels NIR-Kompaktgeräte in der Brennstoffzuführung und Einbindung in die Kesselsteuerung zur Emissionsminderung (z.B. NO_x und CO)

Lösungsweg:

- Umfangreiche NIR- und Brennstoffanalytik,
- Statistische Datenauswertungen,
- Mechanische und elektrische Einbindung der Online-NIR-Analytik in bestehende Feuerungen,
- Erprobung im Rahmen von Feldversuchen.



Quellen:
DBFZ; Sanderson, M. A., Agblevor, F., Collins, M., & Johnson, D. K., Biomass and Bioenergy, 11(5), 365-370.
www.consumerphysics.com, www.oeko-therm.net

FuE-Maßnahmen des LA FB der beiden Projektphasen 2014 - 2020

- **Zum 01.01.2020 wurden insgesamt 52 Vorhaben** (davon **15 Verbundvorhaben** mit **42 Teilvorhaben** und **10 Einzelvorhaben**) mit einer Gesamtfördersumme von **10,3 Mio. €** gefördert;
- **Schwerpunkte:** Primäre und sekundäre Emissionsminderungsmaßnahmen und –Konzepte zur: Staub-, CO-, NO_x-Emissionsminderung; Digitalisierung von Kontroll- und Regelungssystemen, Einsatz von innovativer Sensorik, Optimierung der Verbrennungstechnik u.a.;
- Die Laufzeit der Projekte der 2. Projektphase ist z.T. bis zum Jahr 2022.



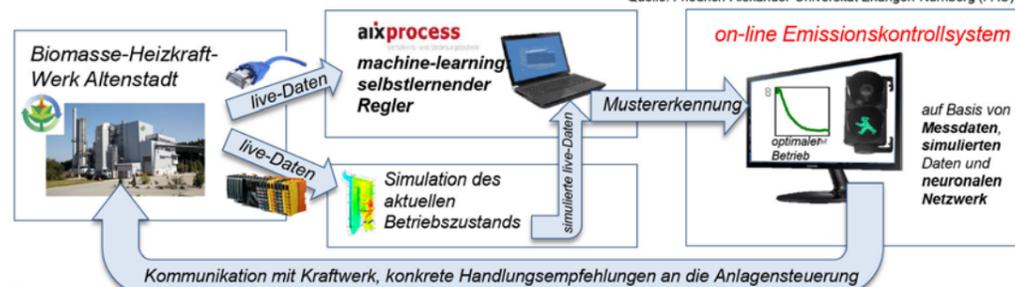
Vorhersage und Reduktion von Schadstoffemissionen in BFA durch Einsatz intelligenter Regler

Verbund: „EmissionPredictor“ // Laufzeit 04/2019-03/2022

- **Verbundprojekt** „EmissionPredictor“ adressiert Emissionen (CO/NO_x/X?) in industriellen Biomasseheiz- und –heizkraftwerken;
- **Projektziel:** Entwicklung und Demonstration eines on-line "Betriebsassistenzsystems" für Biomassefeuerungen;
- **Methoden:** Live-Data Mining am Kraftwerksstandort, machine-learning, experimentelle Untersuchungen, Kraftwerkssimulationen, Wirtschaftlichkeitsberechnungen.



Quelle: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)



Neuer Förderaufruf (3) vom 02.09.2019 zum Thema: „Emissionsminderung bei KFA“



- **Thema:** Saubere Verbrennung von festen Biobrennstoffen in Kleinf Feuerungsanlagen (KFA) mit sehr geringen Schadstoffemissionen
- **Ziel:** Umgehende, effektive Maßnahmen zur umfassenden Emissionsminderung im Bereich Kleinst-Biomassefeuerungsanlagen
- **FuE zu:** Primären und/oder sekundären Emissionsminderungsmaßnahmen bei KFA < 50 kW_{th}
- **Frist:** 31.03.2020



Ausblick

- In der 1. und 2. Förderphase von FuE-Projekten mit Umsetzungspotential im Bereich Emissionsminderungstechnik bei Biomassefeuerungsanlagen wurden wichtige Ergebnisse mit hohem Marktpotential erzielt;
- Der **Handlungsbedarf bei Anlagen der 1. und 44. BImSchV** wurde erkannt und berücksichtigt;
- Durch die Aktivitäten des BMEL bzw. der FNR konnten **Hemmnisse für kleine und mittelgroße Biomassefeuerungsanlagen** beseitigt werden,
- Das LA-Handlungsfeld: „**Feste Biobrennstoffe**“ wurde mit **neuen Zielen und Aktivitäten erweitert** – bis zum Jahr 2022 soll der Stand der Emissionsminderungstechnik auch bei kleinen Biomassefeuerungen erheblich fortgeschrieben werden!



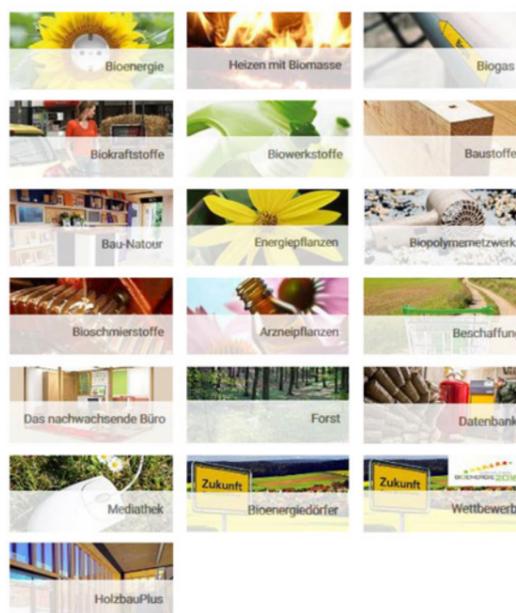
Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



**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



Hans Leibold, Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders an einem scheidholzbeschicktem Kaminofen

Hans Leibold, Nadine Teuscher, Frank Richter
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
 Institut für Technische Chemie
 Hermann-von-Helmholtz-Platz 1
 76344 Eggenstein-Leopoldshafen
 Tel.: +49(0)721 608-23187
 E-Mail: hans.leibold@kit.edu

Wesentliche Herausforderungen für die Emissionsbegrenzung an Einzelraumfeuerungen sind auf der Partikelseite die wirksame Abscheidung lungengängiger Feinstäube im Partikelgrößenbereich $< 1 \mu\text{m}$, die große Varianz der Partikelkonzentrationen im Verlauf eines Brennzyklus und der geringe Kaminzug, der als treibendes Druckgefälle für den Betrieb eines Abscheiders zur Verfügung steht.

Für einen neu entwickelten, marktnahen Prototyp-Fadenabscheider auf Basis eines längs angeströmten Glasfaserbündels werden SMPS-Abscheidemessungen im Kaminrohr eines Kaminofens bei Scheitholzbetrieb vorgestellt und diskutiert. Die Messungen wurden unmittelbar nach der Neubeschickung und in der Ausbrandphase des Brennzyklus durchgeführt. Das Partikelspektrum im Rohgas weist über einen vollständigen Brennzyklus hinweg eine ausgeprägte bimodale Verteilung auf; die Modi lassen sich den beiden Brennphasen zuordnen.

Der Fraktionsabscheidegrad des getesteten Prototyp-Fadenabscheiders zeigt im Durchmesserbereich 100 nm bis $1 \mu\text{m}$ nahezu konstante Werte von ca. 80%. Für kleinere Partikel von 20 nm bis 100 nm weist die Trennkurve dagegen einen signifikanten Einbruch auf, mit negativen Werten für den Fraktionsabscheidegrad.

Für kleinere Partikel liegt der Fraktionsabscheidegrad wieder im vorherigen Wertebereich. Dies ist ein Hinweis darauf, dass im Bereich des Abscheiders zwischen 20 nm und 100 nm Partikeln durch Kondensation neu gebildet werden. Eine optimierte Abscheidung in diesem Partikelgrößenbereich kann durch Absenken der Abscheidertemperatur von derzeit 250 bis $300 \text{ }^\circ\text{C}$ auf Werte unter $200 \text{ }^\circ\text{C}$ erreicht werden. Eine zweite Möglichkeit besteht in der Erhöhung der Abscheidertemperatur auf Werte $> 400 \text{ }^\circ\text{C}$, verbunden mit der gleichzeitigen katalytischen Behandlung des Abgases, wodurch der Anteil organischer Verbindungen trotz höherer Temperatur verringert werden kann. Beide Möglichkeiten werden derzeit untersucht.

Weiterhin wird der Detailaufbau des Fadenabscheiders weiter optimiert, um den Fraktionsabscheidegrad durchgehend auf Werte $\geq 90\%$ zu erhöhen. Wesentliche Ansätze sind dabei die Vergleichmäßigung der Fadendichte und die Optimierung der Fadenlänge in Bezug auf Abscheideleistung und Abscheiderdruckverlust.



Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders an scheidholzbeschicktem Kaminofen

Hans Leibold, Nadine Teuscher, Frank Richter

Institut für Technische Chemie



KIT – Die Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft 



Herangehensweise – Was ist neu?

Berücksichtigung der Staubeigenschaften:

- Überwiegender Feinstaubanteil $< 1 \mu\text{m}$
- Breite, variable Partikelgrößenverteilung
- Variable Staubbiladung des Rauchgases
- Backende Stäube, organisch/anorganisch

Orientierung an Betriebsbedingungen:

- Instationärer Betrieb
- Betriebstemperatur -20 bis $180 \text{ }^\circ\text{C}$ bei Einbau im Kaminrohr
 20 bis $500 \text{ }^\circ\text{C}$ bei Einbau nahe Feuerraum
- Taupunktunterschreitung möglich
- Verfügbares Druckgefälle im Kamin $\ll 50 \text{ Pa}$, keine Hilfsenergie!



Robuster Feinstaubabscheider
 Hohe Abscheideleistung
 Selbsttätige Abreinigung
 Kostengünstig
 Optional nachrüstbar

2 05.02.2020
Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold
Institut für Technische Chemie

Prinzip der Partikelabscheidung Fadenabscheider

Faserbündel

Partikelabscheidung
Diffusion
Sperreffekt

Anströmung

- Diffusionseffekt dominiert Abscheidung
- Faserbündel schafft Kollektoroberfläche für Diffusionsabscheidung
- Abgeschiedene Partikel vergrößern Kollektoroberfläche
→ Abscheideleistung erhöht sich
- Längsanströmung der Fasern minimiert Druckverlust
- Faserbewegung lateral und vertikal durch Rauchgasströmung

3 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Aufbau Fadenabscheider

Aufbau Fadenabscheider

- Kollektor besteht aus längs angeströmten Glasfasern
- Glasfasern werden zu einem Faserband zusammengefasst
- Faserband wird zu Spiralfeder (Topffeder) konfektioniert
- Faserbündel füllt das Kaminrohr aus und bildet Abscheider
- Dimensionierung auf den Volumenstrom des Abgases
- Abscheider in Schutzgehäuse verhindert Manipulation

4 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Experimentelles

SMPS
Verdünnung

Fadenabscheider

Kaminofen
9 kW NWL

Messgrößen

- Staubkonzentration Rohgas
Reingas
- Partikelgrößenverteilung Rohgas
Reingas
- Druckverlust $\Delta p(t)$
- Temperatur $T(t)$
- O_2, CO, CO_2

Versuchsbedingungen

Brennstoff	Scheitholz Buche, luftgetrocknet
Beschickung	1,2 kg/Brennzyklus
Brennzyklus	ca. 45 min
Ofenunterdruck	10 Pa

5 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

SMPS-Aufbau am Kaminofen Teststand

Luftvorwärmung
(200 °C)

Heizmanschette
(200 °C)

Verdünnungsstufen

Kaminrohr

Fadenabscheider

SMPS

Sonde

Kaminofen

Datenerfassung

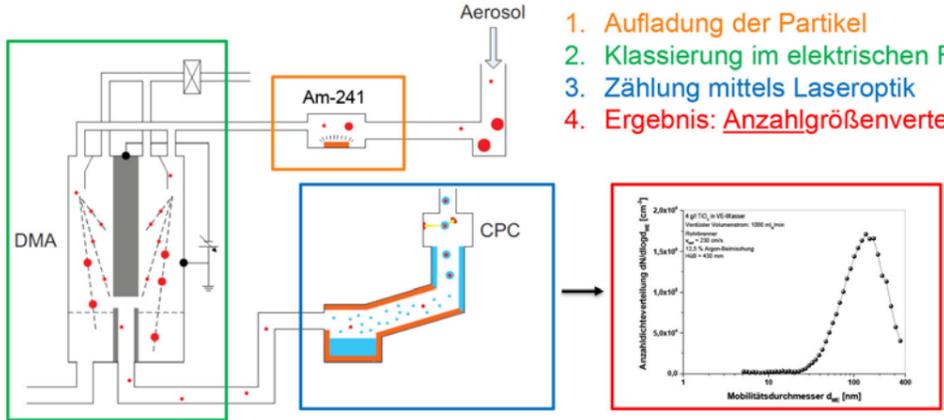
Partikelfilter

6 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Schematischer Aufbau der SMPS Analytik



- Scanning Mobility Particle Sizer (SMPS) bestimmt Anzahlgrößenverteilung der Partikel im Aerosol
- Klassiermerkmal: elektrische Mobilität



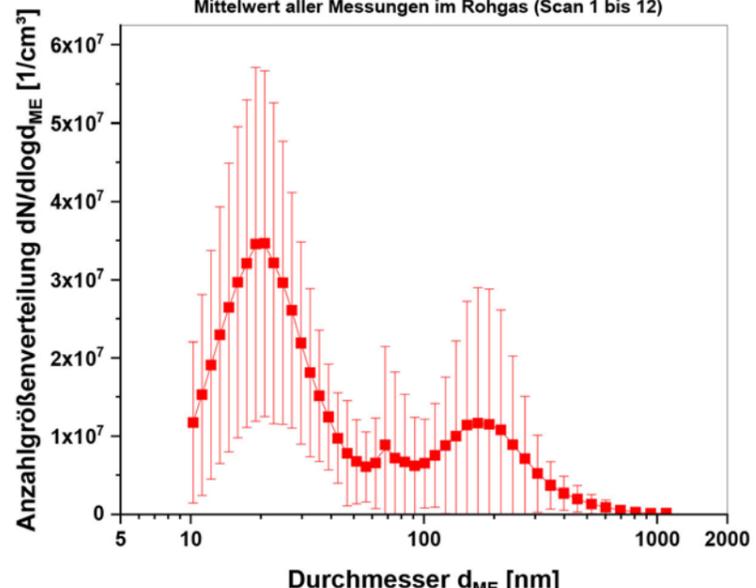
1. Aufladung der Partikel
2. Klassierung im elektrischen Feld
3. Zählung mittels Laseroptik
4. Ergebnis: Anzahlgrößenverteilung

7 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Partikelgrößenverteilung im Rohgas - Gesamter Brennzyklus -

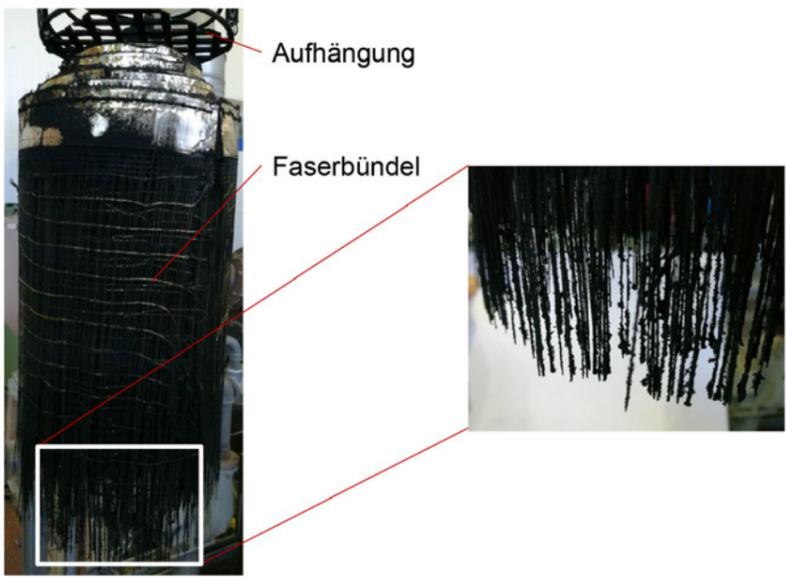


Mittelwert aller Messungen im Rohgas (Scan 1 bis 12)



9 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Fadenabscheider – beladen (nach Ausbau)

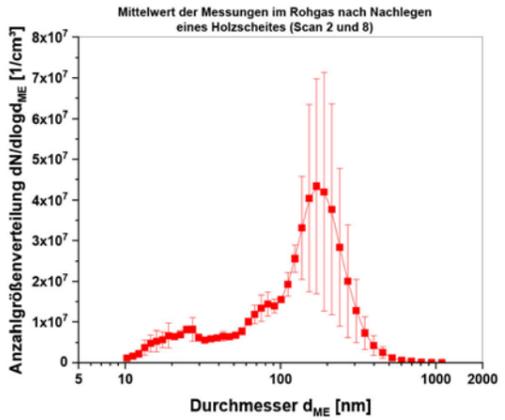



8 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie

Partikelgrößenverteilung im Rohgas - unmittelbar nach Nachlegen von Holzsplit -

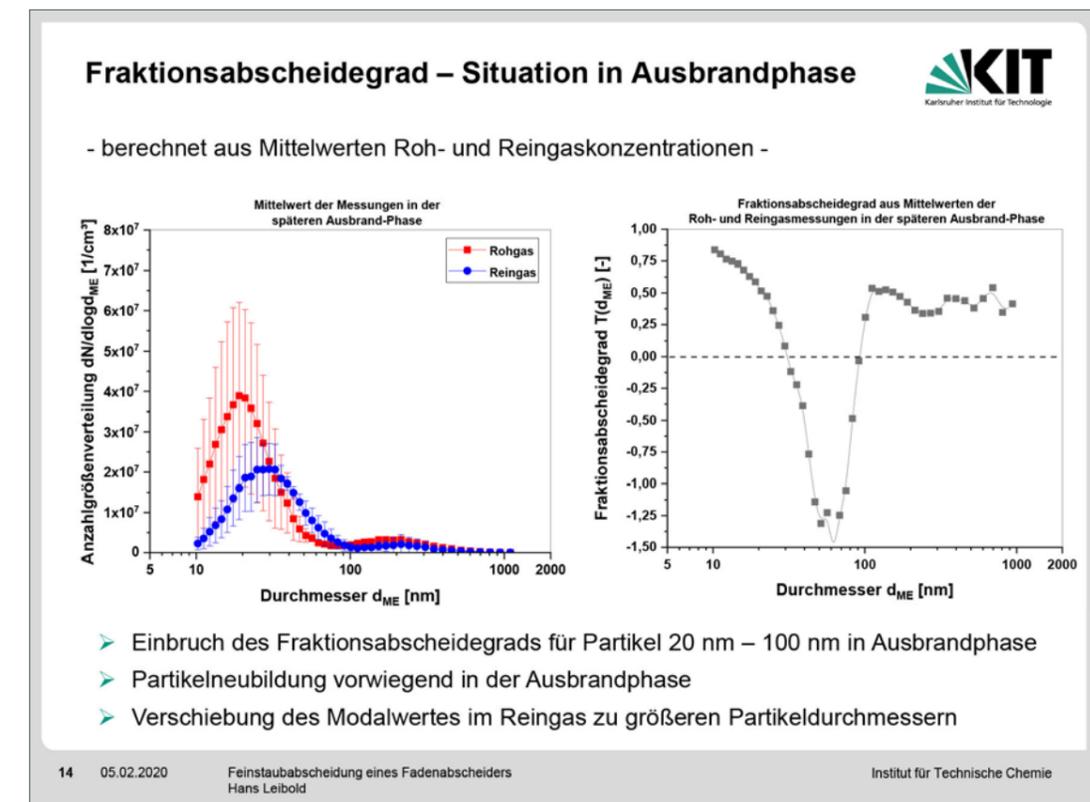
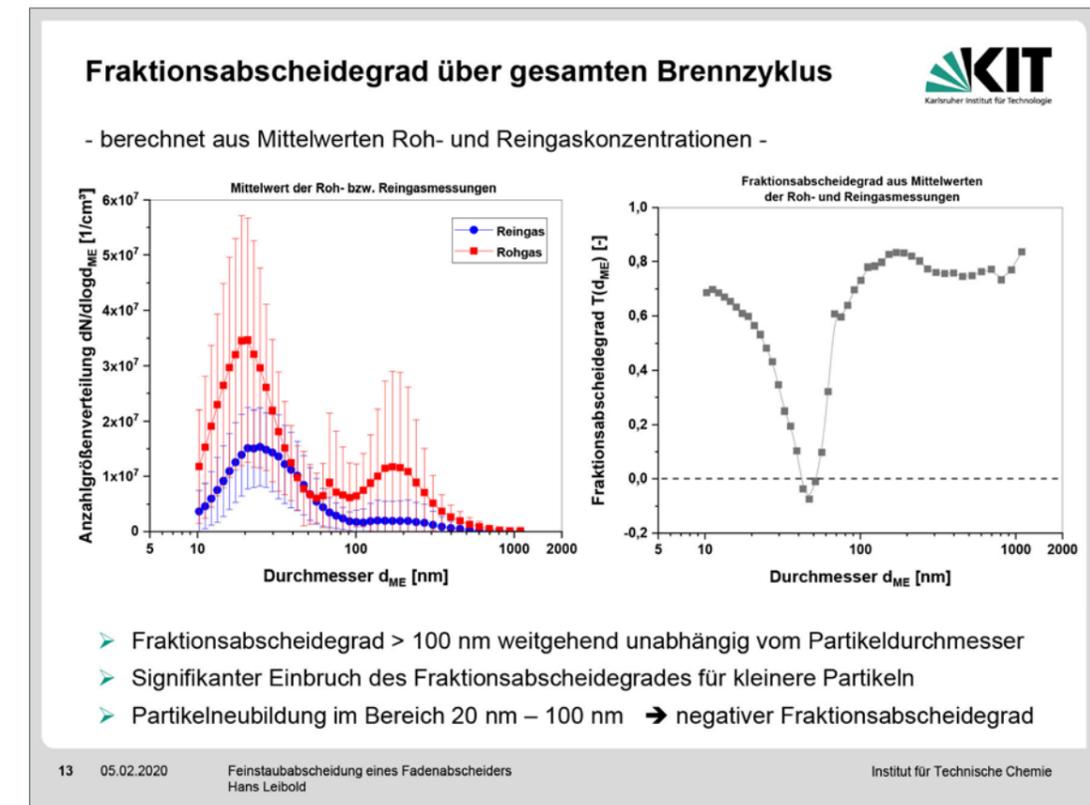
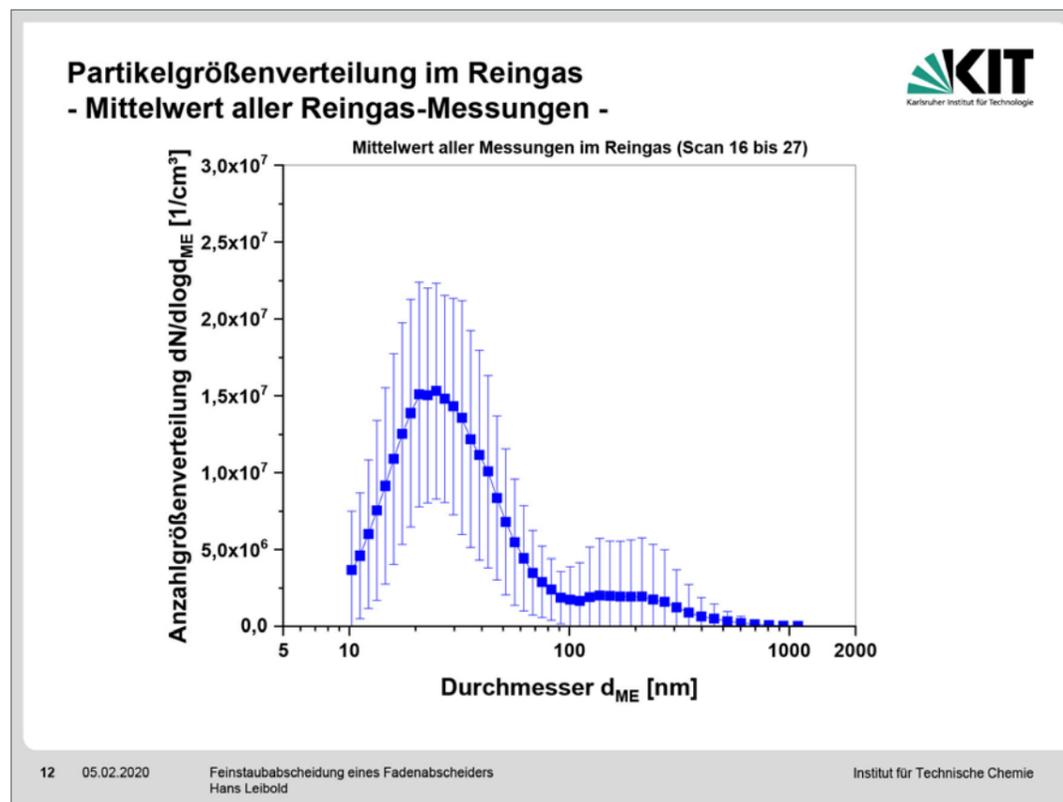
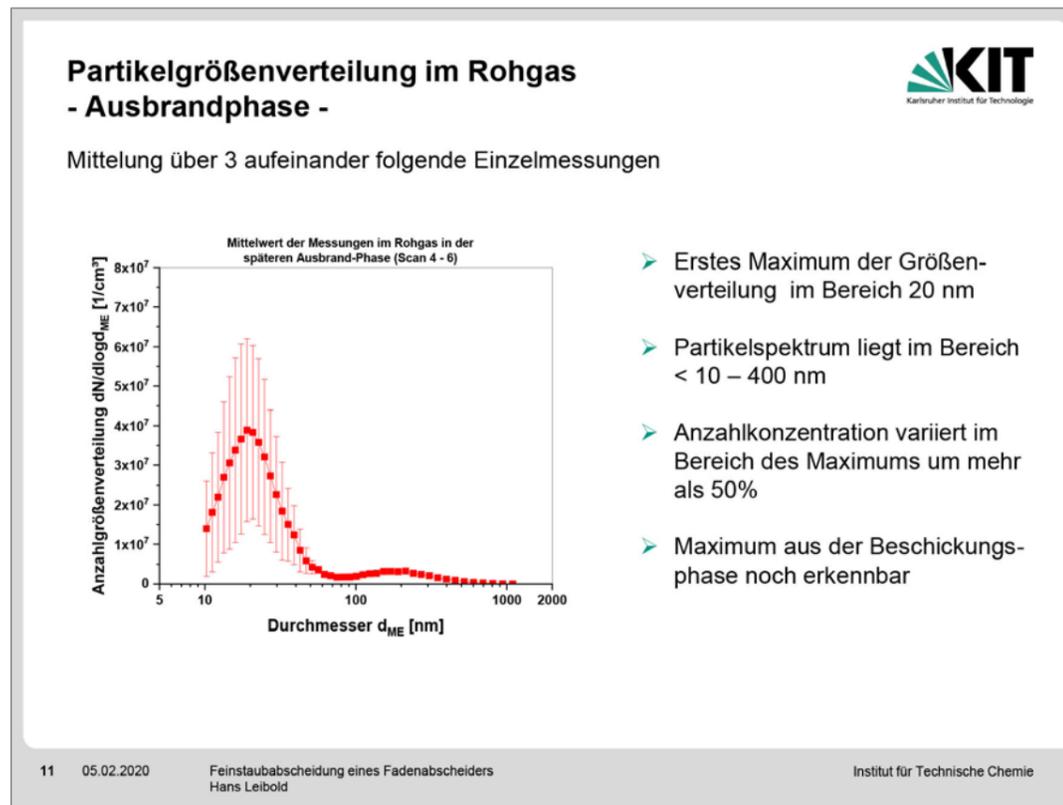


Mittelwert über 2 aufeinander folgende Einzelmessungen



- Maximum der Größenverteilung im Bereich 200 nm
- Partikelspektrum liegt im Bereich 10 – 700 nm
- Anzahlkonzentration variiert im Bereich des Maximums um mehr als 70%

10 05.02.2020 Feinstaubabscheidung eines Fadenabscheiders
Hans Leibold Institut für Technische Chemie





Zusammenfassung und Ausblick

- Betrieb eines neu entwickelten Fadenabscheiders im Abgas eines handelsüblichen Kaminofens bei Scheitholzverbrennung.
- Ermittlung des größenabhängigen Abscheidegrades im Durchmesserbereich 10 nm – 1 µm für gesamten Brennzyklus, nach der Beschickung und in der Ausbrandphase.
- Fraktionsabscheidegrad für Partikeldurchmesser > 100 nm praktisch unabhängig vom Partikeldurchmesser.
- Partikelneubildung im Durchmesserbereich 20 nm – 100 nm durch Kondensationsvorgänge → Veränderung der Temperatur des Abscheiders
- Optimierung des Fadenabscheiders (Faserlänge und Faserdichte) lässt höhere Fraktionsabscheidegrade erwarten.

Björn Baumgarten, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Gewebefiltersysteme mit Jet-Pulse- und Ultraschall-Abreinigung für Biomassekessel

Björn Baumgarten, Harald Thorwarth; Fabian Schott, Dieter Straub, Ulrich Vogt, Günter Baumbach, Günter Scheffknecht (IFK, Universität Stuttgart); Ferdinand Ehard (LK Metallwaren GmbH)
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg
Schadenweilerhof
72108 Rottenburg
Tel.: +49(0)7472 951-253
E-Mail: baumgarten@hs-rottenburg.de

Holzenergie kann CO₂-neutral Wärme bereitstellen. Angesichts des viel diskutierten Klimawandels kann die Holzenergie einen signifikanten Beitrag zu der Energiewende leisten. Allerdings emittieren Holzfeuerungen im Vergleich zu Gas und Ölheizungen mehr Schadstoffe. Durch die Entwicklungen in der Feuerungstechnik der letzten Jahre sind die Emissionen bereits deutlich gesunken, jedoch sind weitere Anstrengungen notwendig.

Einer der Hauptschadstoffe, die von Holzfeuerungen emittiert werden, ist Staub. Durch einen besseren Ausbrand konnte der organische Anteil deutlich reduziert werden und bei Nutzung hochwertiger, asche- armer Brennstoffe können sehr niedrige Staubwerte erreicht werden. Für die Nutzung günstigerer aber aschereicherer Brennstoffe muss jedoch auf Sekundärmaßnahmen zurückgegriffen werden. Bei Kleinfeuerungen kommen fast nur Elektrofilter mit Abscheidegraden zwischen 74 und 95% infrage. Mit Gewebefiltern können theoretisch höhere Abscheidegrade erreicht werden, jedoch ist die Betriebssicherheit problematisch. Bei klassischen Tuchfiltern besteht eine Brandgefahr durch Funken. Alternativ können auch Keramik- oder Metallgewebefilter genutzt werden. In der Vergangenheit war bei diesen die Abreinigung problematisch.

Zur Lösung dieses Problems wurden zwei Technologien erprobt: Am IFK die Jet-Pulse-Abreinigung, an der HFR eine wasserbasierte Reinigung mit Ultraschallunterstützung. Mit der wasserbasierten Abreinigung mit Ultraschall konnten auch bei Verteerungen, z.B. aufgrund einer Notabschaltung des Kessels, die

Filter zuverlässig regeneriert werden. Angesichts der sehr guten Ergebnisse wurde eine zweite Versuchsreihe, in der der Filter ohne Ultraschalleinsatz nur mit Wasser gereinigt wurde, durchgeführt. Auch diese verlief erfolgreich. Unabhängig von der Abreinigungsmethode wurden Abscheidegrade über 97±2% erreicht. Auch bei Rohgasstaubgehalten über 50 mg/m³ (bei der Verbrennung von Waldrestholz) wurden Reingaswerte unter 2 mg/m³ gemessen.

Die Jet-Pulse Abreinigung ist insgesamt vielversprechend und ein kontinuierlicher Betrieb war möglich. Neben der Abscheideleistung der Filter und der Filterregeneration wurden auch Filter verschiedener Maschenweiten bzw. unterschiedliche Filtertypen getestet. Die Roh- und Reingasstaubgehalte betragen im Mittel 18,3 mg/m³ und 6,9 mg/m³, wobei Abscheidegrade und Reingaskonzentrationen stark mit der gewählten Maschenweite variierten. An beiden Versuchsständen konnten die Grenzwerte durch den Einsatz der Gewebefilter sicher eingehalten werden.

Am Filter der HFR waren nur Batchversuche (d.h., während der Reinigung wurde kein Rauchgas gefiltert) möglich. Momentan befindet sich ein weiterer Filter im Aufbau, mit dem an einer 180 kW Anlage kontinuierliche Versuche mit einer wasserbasierten Abreinigung durchgeführt werden können und die Praxistauglichkeit bewiesen werden soll.

Gewebefiltersysteme mit Jet-Pulse- und Ultraschall-Abreinigung für Biomassekessel

Zielsetzung, erste Resultate und Ausblick

Teil 1:

Günter Baumbach, Fabian Schott, Ulrich Vogt
Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart

Teil 2:

Björn Baumgarten, Harald Thorwarth
Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen am 05.02.2020 in Leipzig



Gewebefiltersysteme mit Jet-Pulse- und Ultraschall-Abreinigung für Biomassekessel



Zielsetzung des Projektes

- **Thematik: Optimierung und Entwicklung von Gewebefiltern zur Abgasreinigung an Kleinfeuerungsanlagen**
- Im Fokus stehen dabei die Abgasreinigung sowie die Abreinigung der Filterelemente mit zwei Methoden
 - Jet-Pulse Abreinigung
 - Ultraschallabreinigung
- Ziel: Entwicklung eines Prototyps für praktischen Einsatz an einer 180 kW Rostfeuerung

Entwicklung eines kompakten und kostengünstigen Gewebefilters für Biomassekessel



Verbundvorhaben mit folgenden Beteiligten:

- Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart (Jet-Pulse Abreinigung), Projektleitung
- Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg (Ultraschallabreinigung)
- LK Metallwaren GmbH (Fertigung der Filter/Prototyp)
- Externer Berater: Oskar Winkel Filtertechnik
- Gefördert durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.

05.02.2020

G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

3

Beeinflussung der öffentlichen Meinung zur Holzverbrennung



Jörg | kachelmannwetter.com
@Kachelmann

Folgen

Holz verbrennen ist eine gigantische Sauerei, Pellets eine Riesensauerei. Siehe zweitletzte und letzte Graphik im Text [t-online.de/nachrichten/pa](https://www.t-online.de/nachrichten/pa) ...

05.02.2020

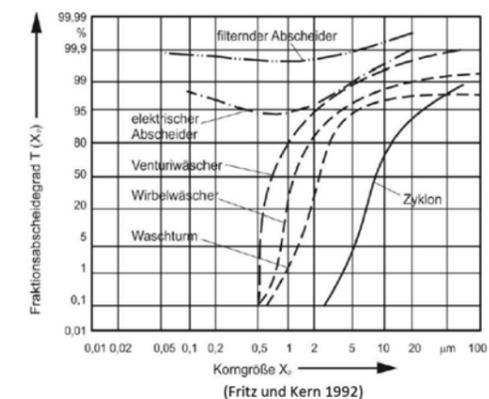
G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

4

Motivation



- Elektrostatische Staubabscheider können Staubemissionen bereits deutlich mindern
- Gewebefilter ermöglichen theoretisch deutlich höhere Abscheidegrade
- Hauptproblem:
 - Abreinigung der Filter
 - Kosten
 - Wartungsintervalle

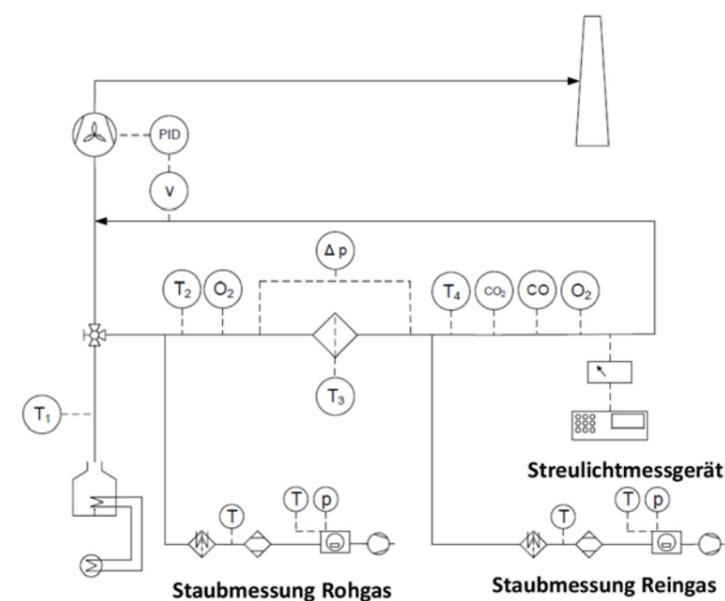


05.02.2020

G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

5

Versuchsstand am IFK

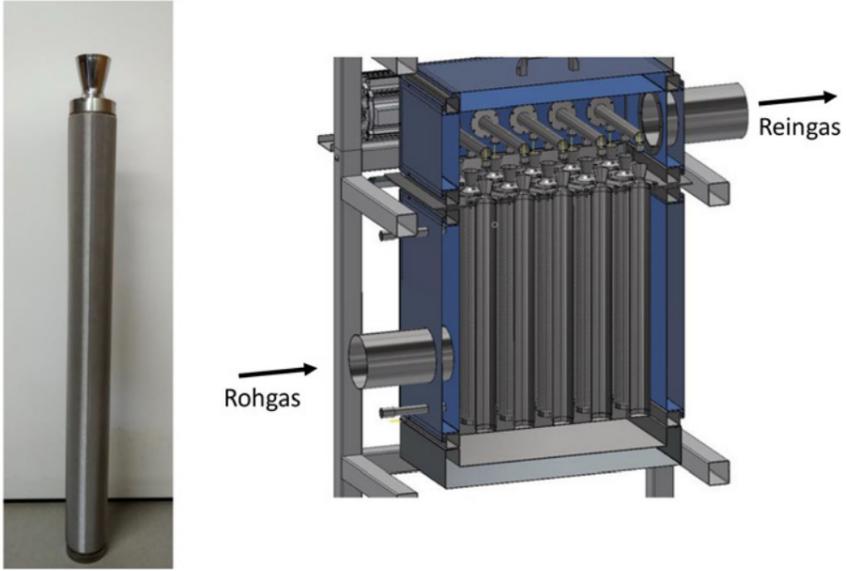


05.02.2020

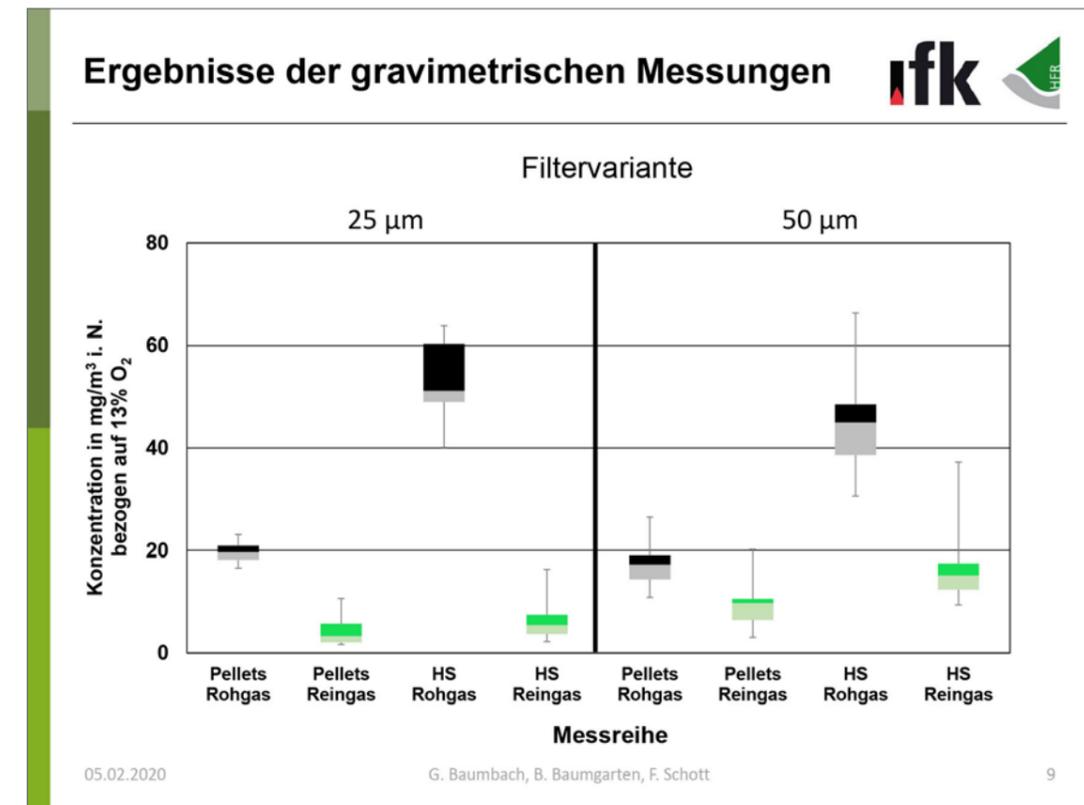
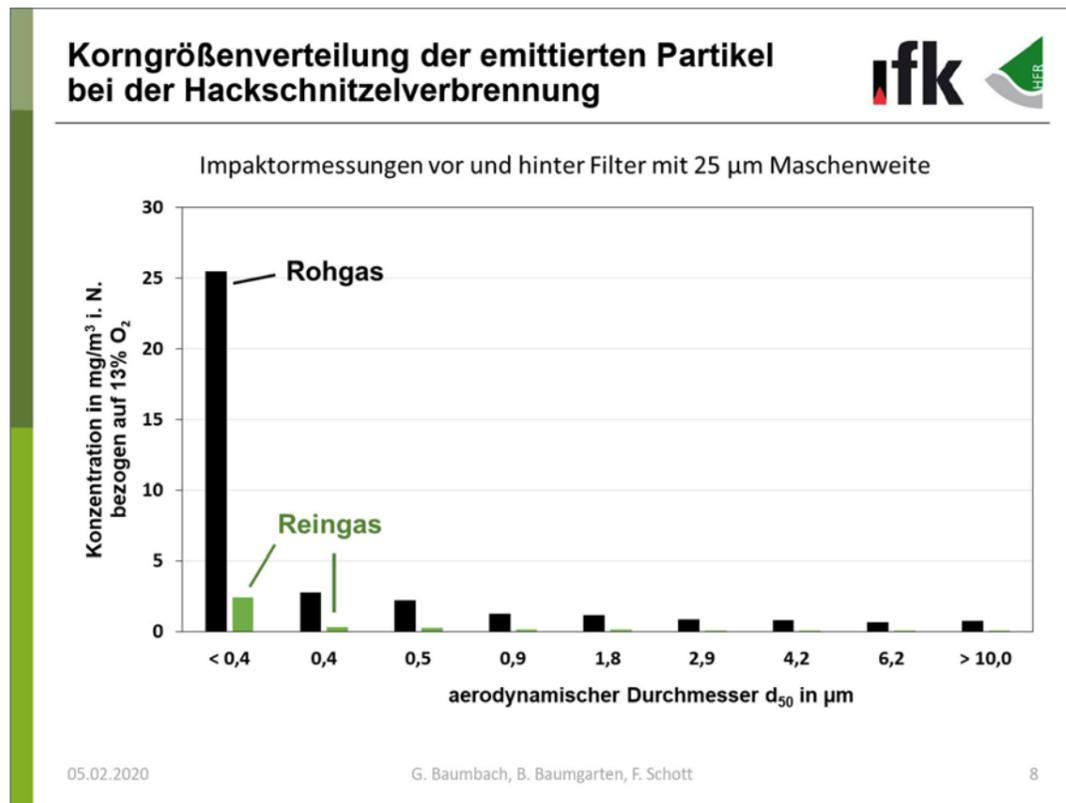
G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

6

Metall-Gewebefilter und Jet-Pulse Abreinigung

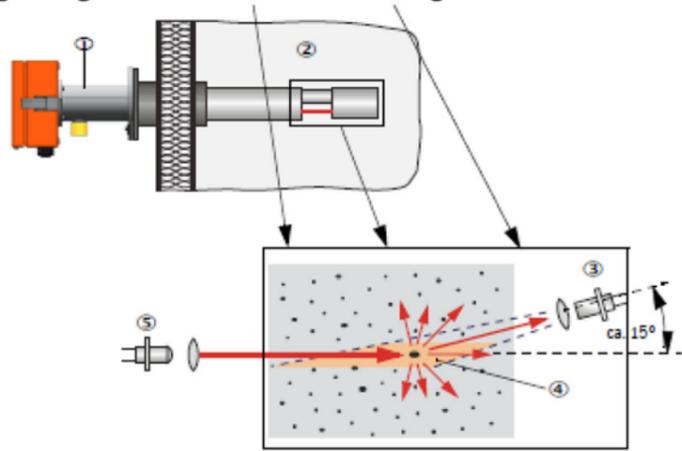


05.02.2020 G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott 7

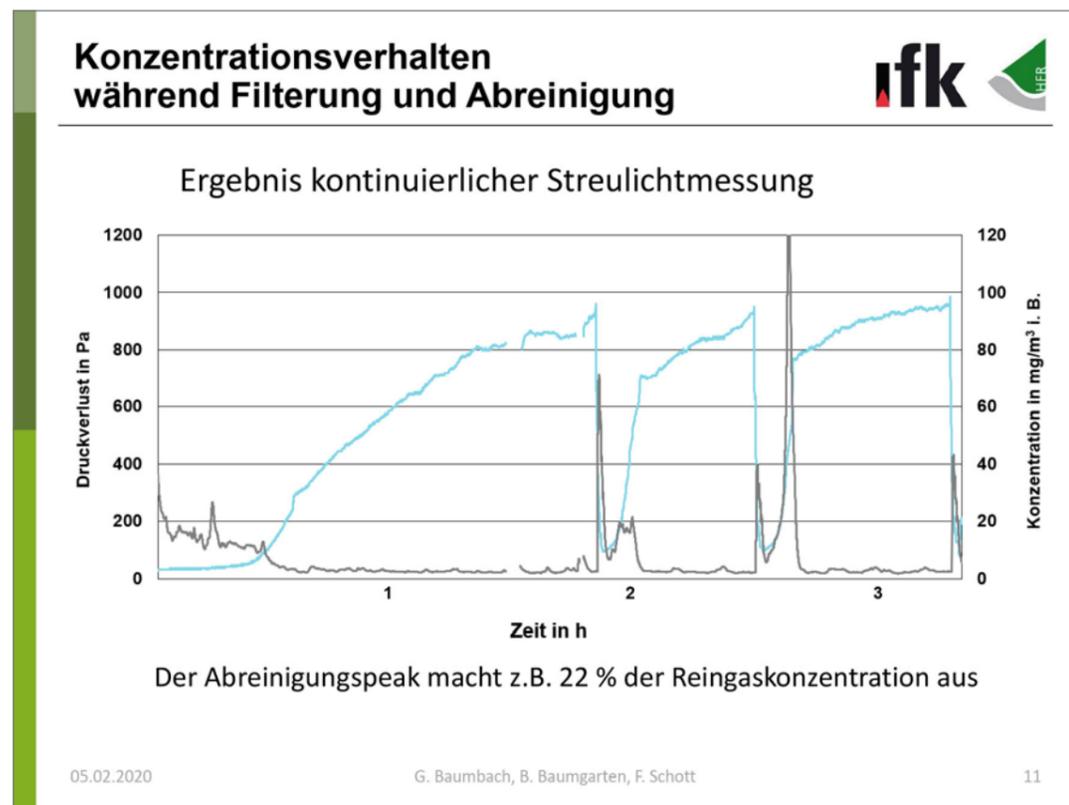


Kontinuierliche Staubmessung mit SICK DUSTHUNTER SP30

- Betriebsverhalten des Filters über längeren Zeitraum: Kontinuierliche Streulichtmessung
- Kalibrierung mit gravimetrischen Messungen



05.02.2020 G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott 10



- ### Fazit der Versuchsreihen mit Jet-Pulse Abreinigung
- Versuchsreihen mit den entwickelten Testfiltern (25 und 50 μm) zeigen mittlere Konzentrationen von 3,7 und 14,3 mg/m^3 i.N. bezogen auf 13% O_2
 - Feinere Filtervariante gewährleistet höhere Abscheidegrade, jedoch abreinigungsintensiver als gröbere Variante
 - bei Abreinigung sind Abscheidegrade ca. 15 - 20 % niedriger
 - Für Einsatz unter Teillastbedingungen ist eine Beheizung notwendig, Langzeitversuche müssen folgen
- 05.02.2020 G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott 12

Gewebefiltersysteme mit Jet-Pulse- und Ultraschall-Abreinigung für Biomassekessel

Zielsetzung, erste Resultate und Ausblick

Teil 1:

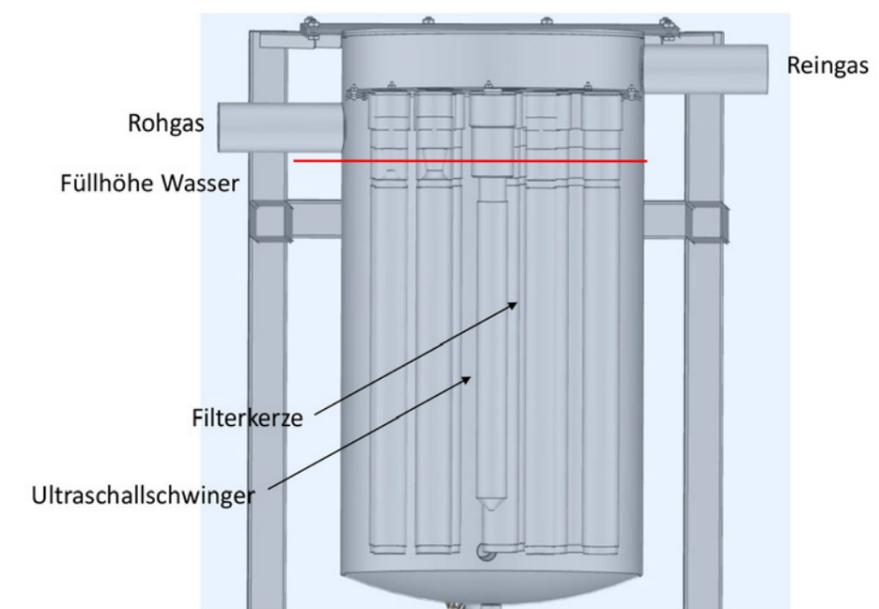
Günter Baumbach, Fabian Schott, Ulrich Vogt
 Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik, Universität Stuttgart

Teil 2:

Björn Baumgarten, Harald Thorwarth
 Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen am 05.02.2020 in Leipzig

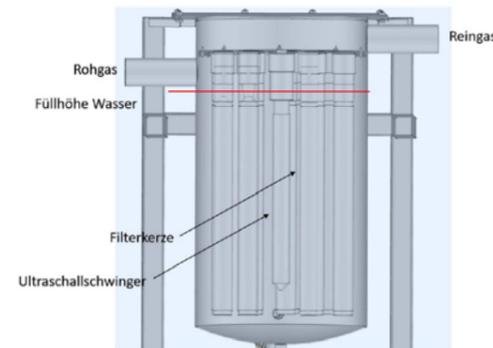
Funktionsweise Ultraschallabreinigung



Zusammenfassung Ultraschallreinigung



- Abreinigung mit Ultraschall problemlos
- Teerbildung bei Feuerungsfehlfunktionen führt nicht zu Betriebsstörungen
- Ultraschalltechnik verhältnismäßig teuer



05.02.2020

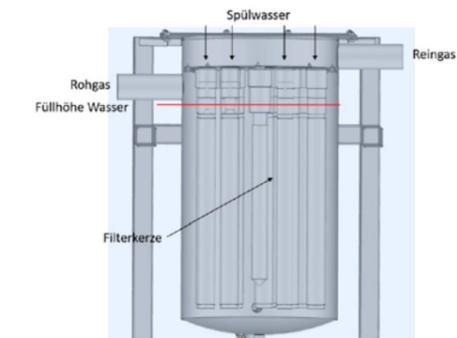
G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

15

Zusammenfassung Gegenstromreinigung



- Einsparung des Ultraschallschwingers
- Abreinigung ebenfalls erfolgreich
- Deutlich geringere Kosten

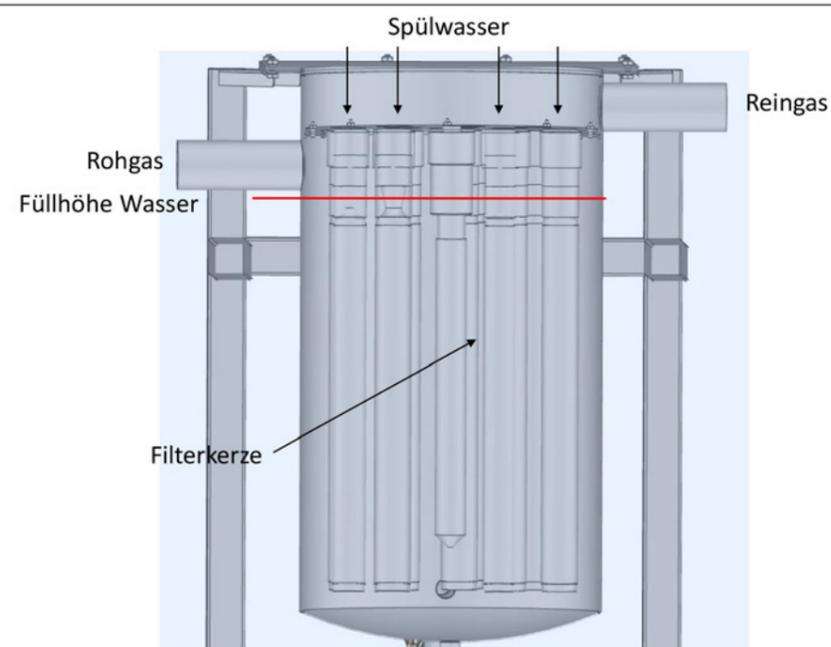


05.02.2020

G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

17

Funktionsweise Gegenstromreinigung



05.02.2020

G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

16

Regeneration des Filters



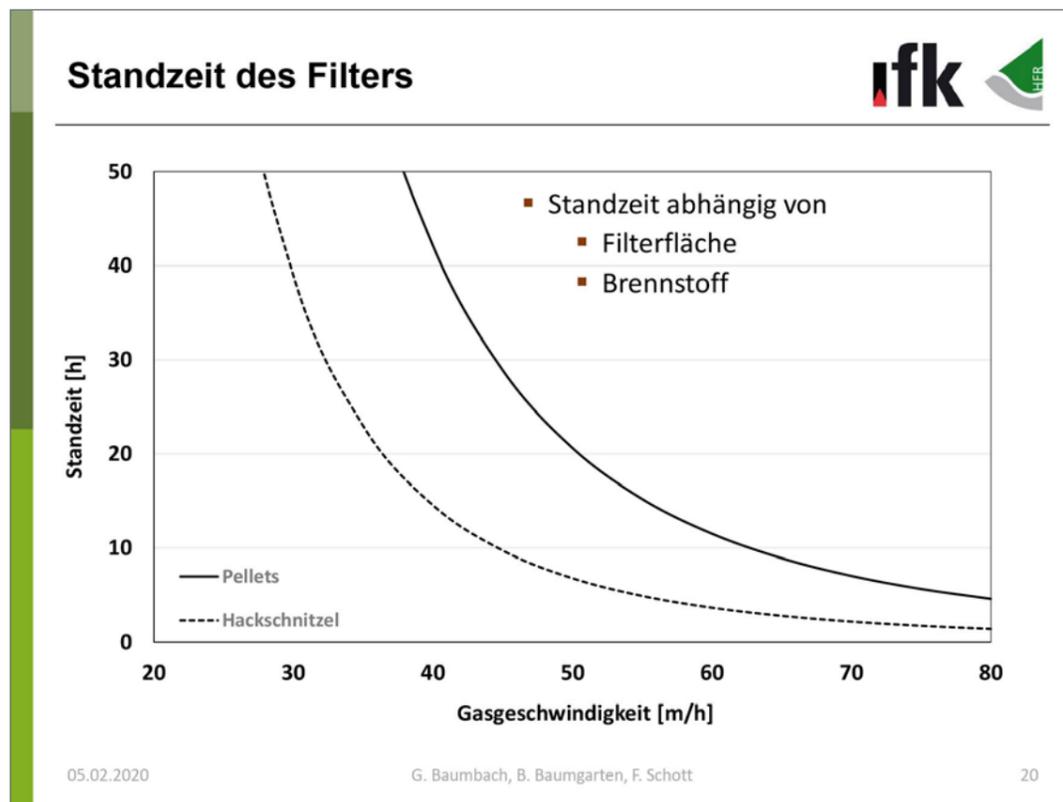
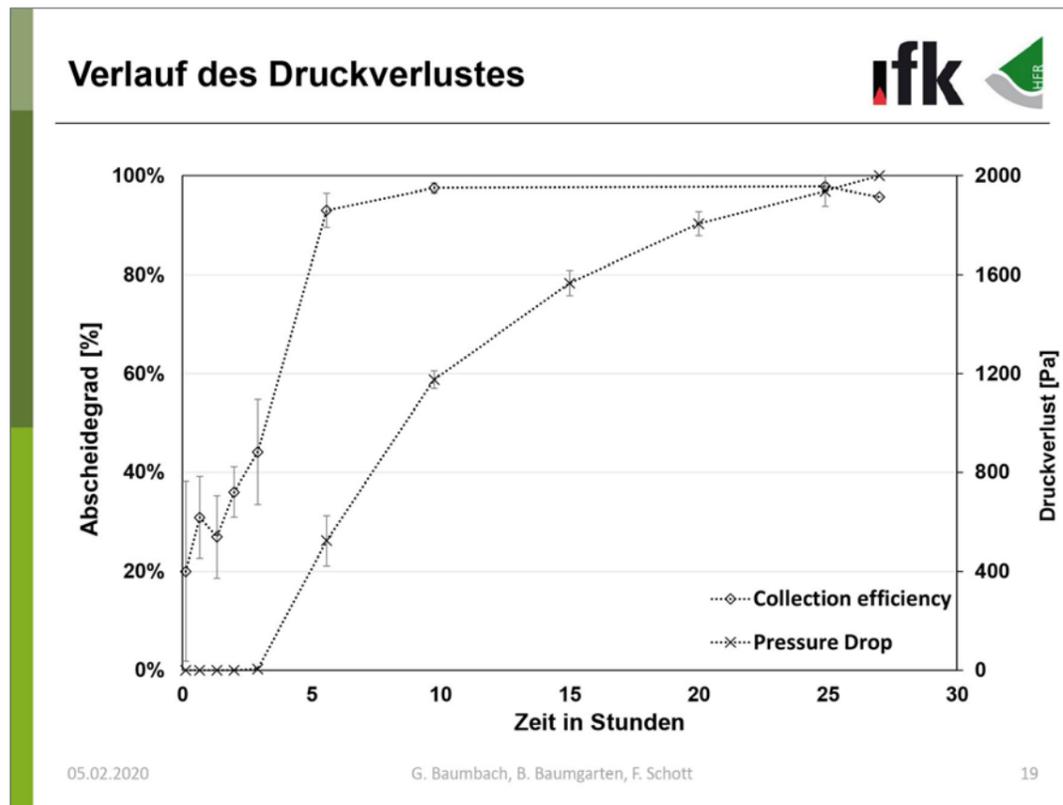
- Filter nach Reinigung
- Filterkuchen wurde weitestgehend entfernt



05.02.2020

G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott

18



Fazit: Staubabscheidung am Gewebefilter

- Abscheidung weitestgehend problemlos
- Hohe Abscheidegrade bis 99%
- Staub im Reingas nach Ausbildung eines Filterkuchens gravimetrisch kaum messbar
- Standzeit abhängig von Brennstoff und Filterbelastung

05.02.2020 G. Baumbach, B. Baumgarten, F. Schott 21

Ausblick

- Langzeittest eines größeren Prototypen an einer 180 kW Rostfeuerung
- Nachweis der Praxistauglichkeit

05.02.2020 22

Tim Baranowski, Kutzner + Weber GmbH

Der Einsatz von Partikelabscheidern in häuslichen Kleinfeuerungsanlagen

Tim Baranowski
Kutzner + Weber GmbH
Frauenstraße 32
82216 Maisach
E-Mail: baranowski@kutzner-weber.de

Das aktuelle Betriebsklima für die Verbrennung von Biomasse, speziell in häuslichen Kleinfeuerungsanlagen, rückt die Thematik der Partikelabscheider immer stärker in den Fokus der Allgemeinheit. Ebenso sorgen die schärfer werdenden Grenzwerte für Nachrüstdruck bei Bestandsanlagen. In der laufenden Diskussion zum Thema „Blauer Engel für Holzöfen“ werden Partikelabscheider nahezu als zwingender Zusatz für Einzelraumfeuerungsanlagen betrachtet.

Die Kutzner & Weber GmbH liefert mit dem Airjekt1 einen kompakten Partikelabscheider. Dieser kann in neu angelegten Schornsteinen integriert werden oder auf einfache Weise in Bestandsanlagen nachgerüstet werden. Da der Airjekt1 in seiner Montagevariante variabel ist, wollen wir die verschiedenen Einbauweisen und -möglichkeiten innerhalb eines Wohnhauses diskutieren. Im Vordergrund stehen dabei, neben der bestmöglichen Partikelabscheidung, auch die Benutzerfreundlichkeit und die Erreichbarkeit durch beispielsweise Schornsteinfeger.

Neu in der Diskussion um Partikelabscheider ist der Designaspekt. Bei Einbau des Partikelabscheiders innerhalb des Wohnraums soll dieser nicht vom Nutzer wahrgenommen werden. Dafür hat die Kutzner & Weber GmbH in Kooperation mit der IZES gGmbH aus Saarbrücken ein neues Forschungsprojekt gestartet. Ziel des Projektes ist es einen kompakten Partikelabscheider in einem modular aufgebauten Baukastensystem zu entwickeln, welcher variabel eingesetzt werden kann.

Da der Druck auf die Verbrennung von Biomasse von vielen Seiten immer weiter steigt möchte die Kutzner & Weber GmbH ihren Beitrag dazu leisten die bestehenden und kommenden Grenzwerte für Feinstäube einhaltbar zu machen. Mit den Produkten der Airjekt-Serie sowie dem Cyclojekt stehen bereits leistungsstarke Mittel zur Reduktion von Feinstäuben aus Feuerungsanlagen zur Verfügung. In Kooperation mit Ofenbauern und der Politik kann so ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.




DBFZ Fachgespräch Partikelabscheider

Partikelabscheider von Kutzner & Weber

05.02.2020, Leipzig
Tim Baranowski

Anbieter von Systemlösungen



- Bereitstellen von modularen Bauteilen für die Abgastchnik
- Verbesserung der Verbrennung durch konstante Bedingungen im Schornstein
- Verhindern der Entstehung von Emissionen
- Entfernen von partikelförmigen Emissionen



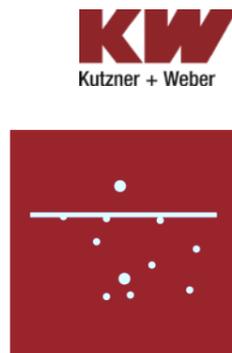
Portfolio Abgastechnik

- **Rauchsauger**
 - Helfen in der Startphase für konstanten Zug
 - Verhindern Austreten von Rauch aus dem Ofen
- **Zugbegrenzer**
 - Halten Kaminzug während des Betriebs konstant
 - Können helfen Emissionen zu vermindern!
- **Abbrandregelung/-überwachung**
 - Mindert Einfluss des Nutzers auf Verbrennungsbedingungen
 - Kooperationsprojekt mit Dr. Aleya, Fraunhofer IBP Stuttgart



Partikelabscheider

- **Airjekt1**
 - Elektrostatischer Partikelabscheider bis 50 kW
- **Airjekt1 / 100**
 - Leistungserweiterung bis 100 kW
- **Cyclojekt**
 - Kombinationsabscheider für Leistungen bis 320 kW
- **Rußfänger**
 - Fängt Rußflocken ab, verhindert Nachbarschaftsbeschwerden



Airjekt1

- Elektrostatischer Partikelabscheider bis 50 kW, automatisch und handbeschildert
- Bautechnisch zugelassen unter DIBt Z-7.4-3442
- Weiterhin förderfähig durch Bafa!
- Geeignet für raumluftunabhängigen Betrieb und Mehrfachbelegung
- Nachgewiesener Abscheidegrad von 50% bereits 0,5 m hinter dem Abscheider! Messung im Aufstellraum möglich.
- Bis zu 90% Abscheidegrad Gesamtstaub erreichbar!
- Manuelle und automatische Abreinigung möglich!
- Betriebsstundenzähler integriert



Airjekt1- Einbauvarianten

- Airjekt1 Basic
- Airjekt1 Outdoor
- Airjekt1 Top
- Airjekt1 Ceramic



Airjekt1 Basic

- Einbau in der Verbindungsleitung im Heizungsraum
- Einbau senkrecht, waagrecht oder schräg möglich
- Einfach Nachrüstung durch Sattelstück oder integriert in T-Stück
- Kompakt in der Ausführung



KW
Kutzner + Weber



Bildquelle: paradigma.de

Airjekt1 Top

- Installation auf der Schornsteinmündung
- Aufsatz für Neu- und Bestandsanlagen
- Integrierte Halterung für die Ablage während der Schornsteinreinigung
- Zubehör für freie Kehrbarkeit (kein Ausbauen notwendig!)

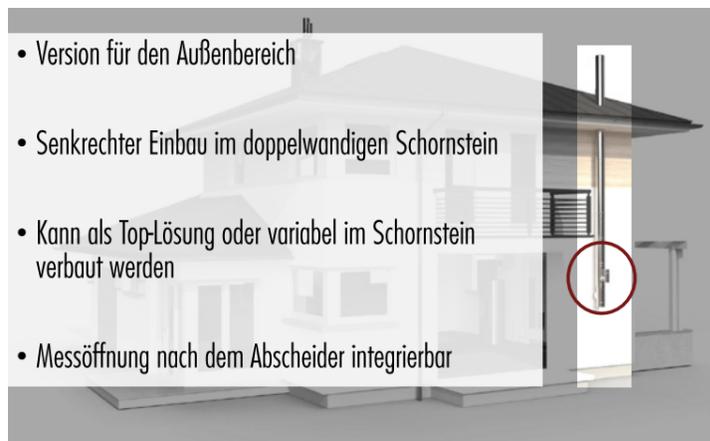


KW
Kutzner + Weber



Airjekt1 Outdoor

- Version für den Außenbereich
- Senkrechter Einbau im doppelwandigen Schornstein
- Kann als Top-Lösung oder variabel im Schornstein verbaut werden
- Messöffnung nach dem Abscheider integrierbar



KW
Kutzner + Weber



Airjekt1 Ceramic

- Speziell konzipiert für keramische Schornsteine
- Für Neubauten und Bestandsanlagen
- Montage hinter oder in der Putztüre
- Sonderlösungen auf Anfrage



KW
Kutzner + Weber



Airjekt1 Ceramic

- Einbaubeispiel in Putztüre






Weitere Abscheiderlösungen

- Für größere Leistungsbereiche automatisch beschickter Kessel ab 50kW Nennleistung



Abscheider im Wohnraum

- FNR-Förderprojekt MeliNa
- Entwicklung eines elektrostatischen Abscheiders bis 20 kW
- Kooperation mit IZES gGmbH, Saarbrücken
- Fokus auf Design und Kostensenkung
- Implementierung in Wohnräume möglich




Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

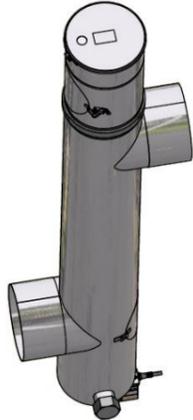
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Airjekt1 100

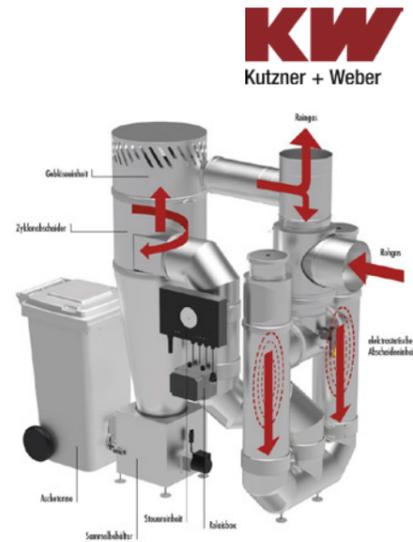
- Zulassungserweiterung bis 100kW automatisch beschickte Anlagen
- Geprüfter Abscheidegrad
- In Zulassung Airjekt1 enthalten
- Feldtests laufend





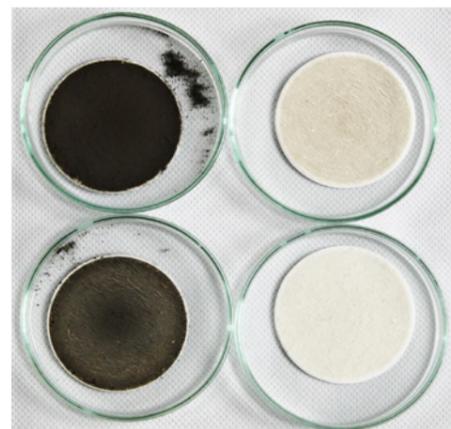
Cyclojekt

- Zugelassen unter Z-7.4.-3534
- Für Leistungsklassen größer 100 kW
- Staffelung in verschiedenen Leistungsklassen
- Kombiniert elektrostatische Kräfte und Fliehkräfte
- Wartungsarm für Endkunden durch automatisch Reinigung
- Geprüfte Wirksamkeit

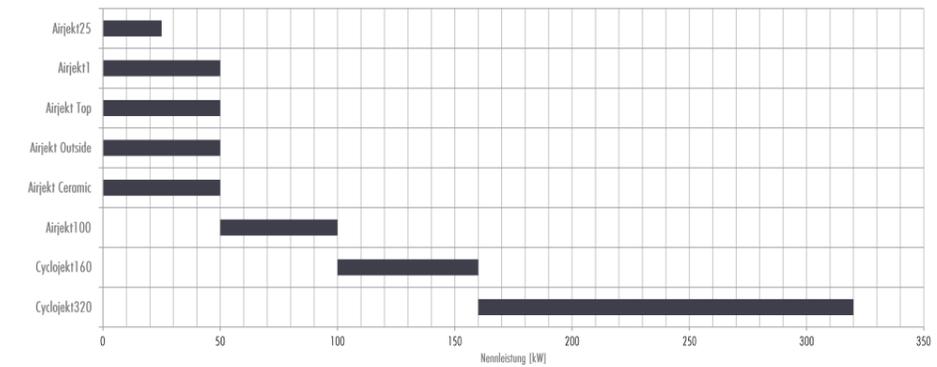


Cyclojekt

- Beladene Filter einer gravimetrischen Staubmessung



Produktportfolio K+W



Fazit

- Die Kutzner – Weber GmbH bietet zahlreiche Produkte für eine emissionsarme Verbrennung von Biomasse
- Modulares Zubehör – Rauchsauger, Zugbegrenzer und Abbrandregelung
- Der Partikelabscheider Airjekt1 findet immer seinen Platz!
- Mit Systemlösungen zu einer sauberen Verbrennung!

Die Raab-Gruppe

		
<p>Kutzner + Weber GmbH Frauenstraße 32 D-82216 Maisach Telefon +49 (0) 81 41 / 9 57-0 Telefax +49 (0) 81 41 / 9 57-5 00 info@kutzner-weber.de www.kutznerweber.de</p>	<p>Joseph Raab GmbH & Cie. KG Glabacher Feld 5 D-56566 Neuwied Telefon +49 (0) 26 31/913-0 Telefax +49 (0) 26 31/913-276 info@raab-gruppe.de www.raab-gruppe.de</p>	<p>NET Neue Energie-Technik GmbH Frauenstraße 32 D-82216 Maisach Telefon +49 (0) 81 41 / 957 200 Telefax +49 (0) 81 41 / 957 203 info@netenergie.de www.netenergie.de</p>

Daniel Jud, OekoSolve AG

OekoSolve Abscheider

Daniel Jud, Bernd Weishaar
OekoSolve AG
Schmelzweg 2
8889 Plons, Schweiz
Tel.: +41(0)81 511-63 00
E-Mail: daniel.jud@oekosolve.ch

Die OekoSolve AG hat ihren Sitz in Plons (CH). Das Unternehmen beschäftigt 35 Mitarbeitende, davon sind vier Lernende. Die OekoSolve AG verfügt über ein breites Produktsortiment, welches erlaubt, Holzheizungsanlagen im Leistungsbereich bis 3 MW 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 mechanische Komponenten bis hin zum kompletten Filter. Der OekoTube ist ein elektrischer Abscheider, der den Feinstaubausstoß von kleinen Holzheizungen bis 100 kW erheblich reduziert.

Der Feinstaubabscheider ist für alle Holzfeuerungen geeignet und wird im Kesselraum (bis 100 kW) bzw. auf der Kaminmündung (bis 50 kW) montiert. Er weist einen hohen Abscheidegrad auf und kann durch den Kaminfeger einfach gereinigt werden. Die hohe Abscheidewirkung des OekoTube wurde bereits in sechs Ländern in nationalen Laboren getestet und mit allen gängigen Messverfahren geprüft. Die Wirksamkeit wurde in drei großen Feldversuchen, mit mehreren installierten OekoTube, über mehrere Heizperioden in der Praxis nachgewiesen. In der Praxis konnten die Abscheider eine hohe Verfügbarkeit von 90% bis zu 98% aufzeigen. Je nach Messverfahren liegt die Abscheidewirkung zwischen 55 bis 90%. Diese Messungen sind bereits seit 2013 vorliegend und die Geräte werden seitdem vorrangig auf die Handhabung optimiert.

Der OekoTube wird entweder zwischen dem Kesselaustritt und dem Kamin im Heizraum oder auf der Kaminmündung auf dem Dach montiert und ist DIBT zugelassen. Die Varianten für den Einbau im Fassadenkamine und die Montage im Dachboden befinden sich aktuell im Zulassungsverfahren. Der Kaminzug wird durch den Betrieb des Abscheiders nicht beeinflusst.

Für die Stromversorgung wird ein Kabelanschluss oder eine Steckdose (230 V AC) am Einbauort benötigt. Der Feinstaubabscheider schaltet sich automatisch über einen Temperaturfühler ein bzw. aus. Während der Feuerungskontrolle durch den Kaminfeger wird auch der OekoTube gereinigt. Der abgeschiedene Feinstaub kann mit einem herkömmlichen Kaminbesen entfernt werden. Die flexible Elektrode weicht der Bürste aus und muss für die Reinigung nicht entfernt werden. Je nach Betriebsdauer und Staubmenge muss der OekoTube während einer Heizperiode mehrmals manuell gereinigt werden. Der OekoTube ist deshalb auch mit automatischer Abreinigung erhältlich. Mit diesem System lässt sich der Feinstaubabscheider bequem und komfortabel reinigen. Für größere Holzfeuerungen kann die Firma OekoSolve den Elektroabscheider Typ OekoRona bis 3 MW anbieten. Auch dieser Abscheider ist vom DIBT zugelassen.



OekoSolve – Die Spezialisten für Feinstaubfilter.

OekoSolve

Daniel Jud

OekoSolve

5.2.2020

Inhaltsübersicht

- OekoSolve AG
- OekoRona
- Kesselintegration
- OekoTube

OekoSolve AG

- 2006-2007
 - Gründung
 - Idee OekoTube / Entwicklung
- 2008-2009
 - Verkauf Elektrofilter bis 40 kW
- 2010-2011
 - Verkauf Elektrofilter bis 300 kW (Nassabreinigung)
- 2012-2013
 - Umzug nach Plons, Mels
- 2014
 - Entwicklung und Verkauf von OekoRona bis 500 kW
- 2015-2016
 - OekoRona M bis 3 MW
- 2017
 - Verkauf Hackschnitzeltrocknung mit integriertem Elektroabscheider
- 2019
 - 32 Mitarbeitende inkl. 4 Lernenden

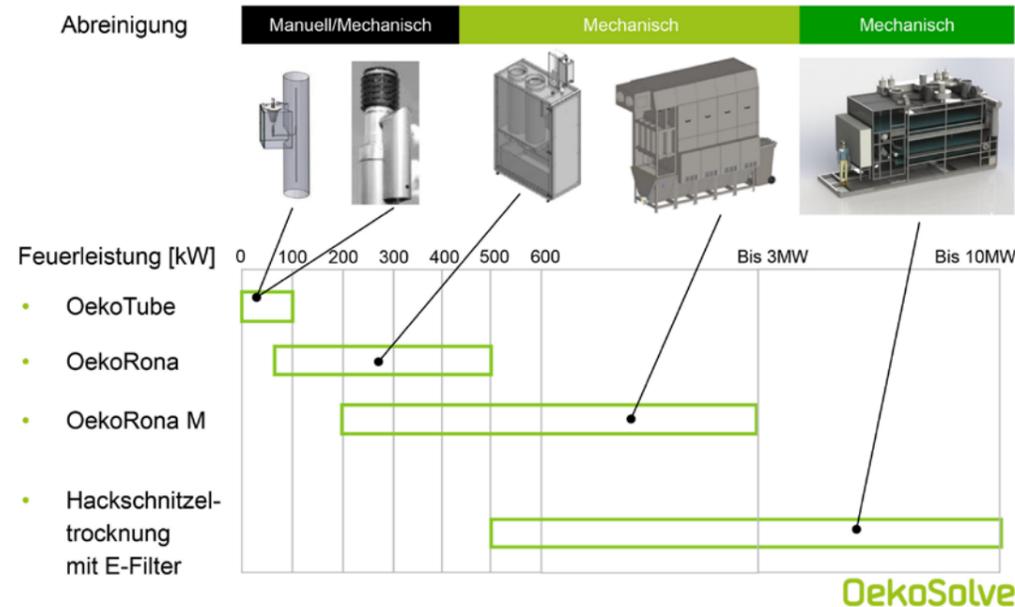


OekoSolve

5.2.2020

3

Portfolio Elektrofilter OekoSolve

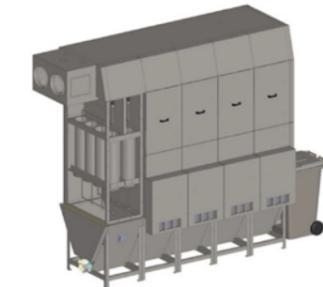


5.2.2020

4

OekoRona M: Abscheider bis 3MW

- Röhrenelektrofilter
- Modulare Bauweise
- Mechanische Reinigung
- Bypass integriert
- Automatische Staubaustragung
- Abscheidegrad 80 bis 95 %
- Material: 1.4301/ 1.4401 Chromstahl
- Isoliert 50 mm /100 mm
- Druckverlust zwischen 150 bis 500 Pa
- Touchdisplay
- Fernwartung möglich
- Begleitheizung hydraulisch oder elektrisch



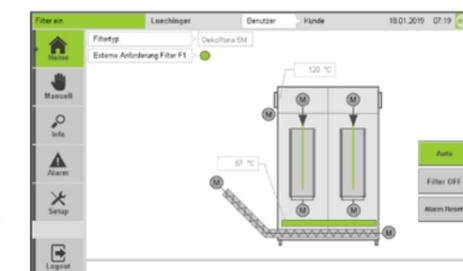
OekoSolve

5.2.2020

5

OekoRona M: SPS Steuerung

- SPS-Steuerung
- Weiterhin Signalaustausch über pot.-freie Kontakte
 - Eingänge: Kesselsignal, ext. Reinigung
 - Ausgänge: Betriebssignal, Fehlersignal...
- Optional:
 - Datenaustausch über Modbus TCP/IP
 - Fernwartung über VPN oder Site-Manager
 - Alarmierung per E-Mail



Parameter	Wert neu	Wert aktuell	Temperatur
Temperatur Filter ON	78 °C	75 °C	Temperatur
Temperatur Filter OFF	65 °C	65 °C	Temperatur
Temperatur Bypass geschlossen	36 °C	36 °C	Temperatur
Temperatur Bypass offen	85 °C	85 °C	Temperatur
Bypass Temperatur aktiv	0	0	Temperatur
Heizung Warme Temperatur Min	35 °C	35 °C	Temperatur
Heizung Warme Temperatur Max	48 °C	40 °C	Temperatur
Temperatur Schaltschrank Kühlung ON	35 °C	35 °C	Temperatur
Maximal Temperatur Eintritt	250 °C	250 °C	Temperatur
Min. Temperatur Filter ON aktiv	0	0	Temperatur
Timeout Heizung	1800 s	1800 s	Zeit
Heizung Warme aktiv	1	1	Boolesch

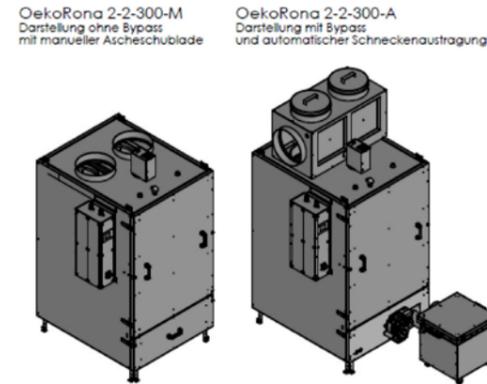
OekoSolve

5.2.2020

6

OekoRona: Abscheider bis 500 kW

- Röhrenelektrofilter
- Mechanischer Abreinigung
- Abscheidegrad 70 bis 90 %
- Touchdisplay
- Optional mit Bypass
- Automatische Aschenaustragung, neu auch nachrüstbar
- Begleitheizung hydraulisch oder elektrisch
- Material: 1.4301 aussen / 1.4404 innen
- Isoliert: 30 mm Steinwolle (opt. 80 mm)
- BAFA gelistet
- DIBT-Zulassung



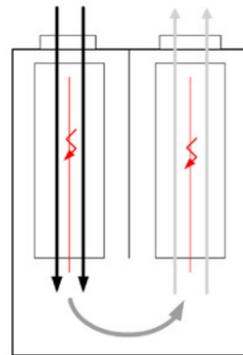
OekoSolve

5.2.2020

7

OekoRona ab 150kW: doppelte Ionisation

- Erste Ionisation beim Eintritt
- Zweite Ionisation beim Austritt
- Hochspannung: 30kV/40kV/50kV/60kV



OekoSolve

5.2.2020

8

Kesselintegration

- Vier zentrale Elemente
 - Elektrode
 - Hochspannung
 - Isolatoren
 - Abreinigung
- Konstruktion
- Software
- Fluidik / Simulation
- Analyse von Feinstaub
- Teststand mit verschiedenen Feuerungen



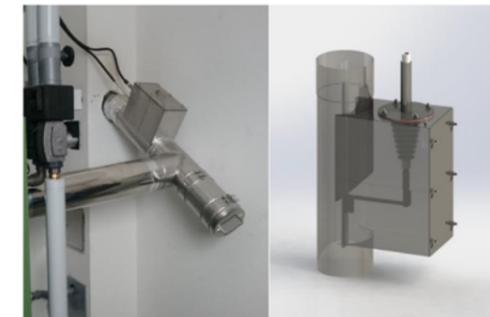
OekoSolve

5.2.2020

9

OekoTube-Inside bis 100kW – Kesselanlagen

- Für automatische Feuerungen
- Einbau in Verbindungsleitung
- Zugelassen bis 100 kW
- DIBT geprüft
- BAFA gelistet
- Einbau vorrangig im Kesselraum
- Länge: 500 mm oder 1000 mm
- Nachrüstung möglich (auf bestehendem Kaminrohr)
- Reinigung mit Kaminbürste



OekoTube Inside - Kesselraum

Keine Schraube muss für Reinigung gelöst werden
Elektrode muss nicht demontiert werden

OekoSolve

5.2.2020

10

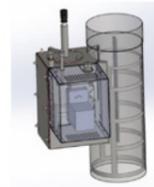
OekoTube-Inside bis 100kW – Sortiment erweitert



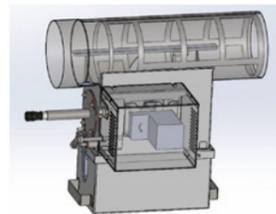
OekoTube-Inside
Manuelle Reinigung



OekoTube-Inside
Halbautomatische Reinigung



OekoTube-Inside
Automatische Reinigung



OekoSolve

5.2.2020

11

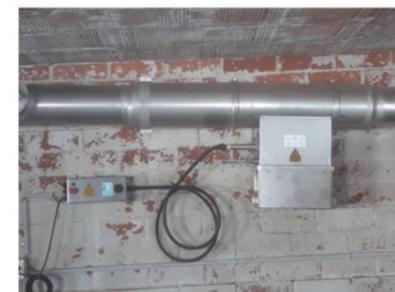
OekoTube Inside: Einbaubeispiele



Pellet
24 kW



Hackschnitzel
50kW



Hackschnitzel 100kW

OekoSolve

5.2.2020

12

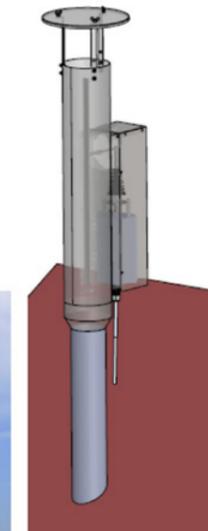
OekoTube bis 50kW – für Wohnzimmeröfen

- Montage auf Kaminmündung
- Automatischer Betrieb
- Zugelassen für Einzelraumfeuerungen und Heizkessel bis 50kW
- BAFA gelistet
- DIBT-Zulassung
- Einfache Reinigung durch den Kaminfeger

Keine Schraube muss für Reinigung gelöst werden.
Elektrode muss nicht demontiert werden.



OekoTube - Kaminlösung

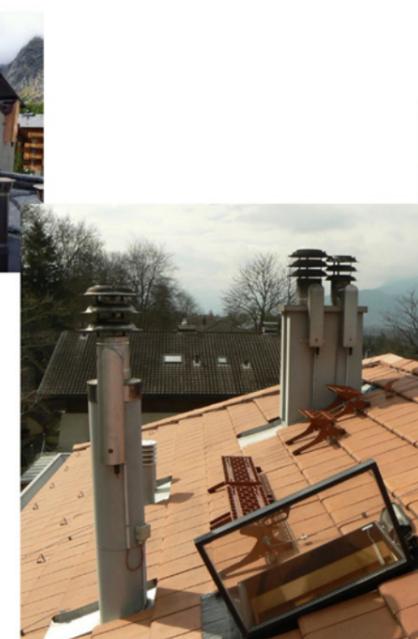


OekoSolve

5.2.2020

13

OekoTube – Beispiele



OekoSolve

5.2.2020

14

OekoTube-Inside zukünftige Einbauvarianten

- Einbau im Dachboden
- Nachrüstung möglich (auf bestehendem gemauertem Kamin)
- Einbau im Fassadenkamin
- Einbau über Putztüre

OekoSolve

5.2.2020 15

OekoTube – Reinigung

- Regelmässige Reinigung: die Intervalle hängen von der Anzahl Betriebsstunden, der Qualität der Anlage und des Brennstoffes ab.
 - Der Kaminkehrer schätzt nach dem ersten Kehrtermin ab, wie oft die Anlage gereinigt werden soll.
- Reinigung von oben oder von unten, **ohne eine Schraube zu lösen!**
- Reinigung bevorzugt mit einer Kunststoffbürste, **die Elektrode weicht der Bürste aus!**

OekoSolve

5.2.2020 16

Anzeige, Cloudlösung

- Display
 - Kontrolle
 - Anpassung der Parameter
 - Reinigung
- Gerät kann über Internet in die Cloud verbunden werden
 - Dashboard mit Filterstatus
 - Benachrichtigung bei Störungen
 - Möglichkeit zur Detailauswertung einzelner Geräte

OekoSolve

5.2.2020 17

Einschalt-Bedingung und Verfügbarkeit

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

Langzeit Aufzeichnung Stückholz-Vergaser

Langzeit Aufzeichnung Gilstein-Ofen

OekoSolve

5.2.2020 18

Einschalt-Bedingung und Verfügbarkeit

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

Einschaltbedingung Temperatur am Stückholz-Vergaser

Ca. 17 Uhr Holz nachlegen. 21 Uhr anfeuern, 23.30 Speicher voll, Kessel unterbricht ein erstes Mal. Ein Gebläse-Signal würde zu früh ausschalten.

OekoSolve

5.2.2020 19

OekoTube: Abscheidewirkung

- Misox, CH:
 - Zwei Heizperiode (2017/18 und 2018/19) gemessen von Verenum
 - 7 Stück sind montiert und 5 wurden gemessen
 - Abscheidewirkung: Ø 74 %
 - Verfügbarkeit: 84 – 100%

	Speicher- ofen	Geschlossener Kamin	Zentral- heizungsherd	Pelletofen	Speicher- ofen
ESP ON (mg/m3)	21	29	37	4	39
ESP OFF (mg/m3)	147	131	111	26	98
Abscheidegrad	86%	78%	66%	83%	60%
Abscheidemenge (mg/m3)	126	102	74	22	59

OekoSolve

5.2.2020 21

OekoTube: Abscheidegrad

- Graz AT
 - Zwei Heizperioden (2014-2016) gemessen von Bios
 - Fünf Feldanlagen
 - Abscheidewirkung: Gesamtstaub : 54 – 90%
Feinstaub : 46 – 98%
 - Verfügbarkeit: über 90%

Brennstoff	Hackgut		Pellets		Stückholz			
kW Kessel	49	70	70	18	25	15	25	35
Kaminquerschnitt	180	180	150	130	180	180	180	150
Rohgas	71	102	44	34	15	66	33	30
Reingas	3	21	16	8	0.45	12	7	9
Abscheidewirkung	97%	80%	64%	75%	97%	81%	68%	67%

OekoSolve

5.2.2020 20

Einschalt-Bedingung

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

- Hand-Schalter Feuerung ein. Gefahr, dass ein- oder ausschalten vergessen wird.
- Gebläse des Kessels oder ev. Betriebszustand sind taugliche aber nicht optimale Signale. Nachlauf notwendig, kann zu Vf bk > 100% führen. Ev. verzögerter Start notwendig wegen Startkondensation.
- Ein Nachlauf erhöht die Verfügbarkeit des ESP. Eine Startverzögerung reduziert sie.
- Veränderung in der Abgastemperatur ist ein zuverlässiges Signal (sowohl für Wohnraumfeuerung wie auch für Heizkessel)
- Absoluter Wert Abgastemperatur ist nicht tauglich, es muss eine Referenz-Temperatur vorhanden sein ⇒ Temperaturdifferenz.
- Reine Temperaturdifferenz ist für den Start des ESP schlecht geeignet (zu spät). Als Ausschaltkriterium gut geeignet.

OekoSolve

5.2.2020 22

Verfügbarkeit

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Technik

- Was ist das Ziel der Verfügbarkeits-Erfassung?
- Wird der Abscheidegrad übers Jahr gesehen eingehalten?
- Werden die Emissionen eingehalten?
- Vfbk-1 (Verfügbarkeit) = Betrieb ESP / Betrieb Feuerung
- Vfbk-2 = (Betrieb ESP – Störung)/Betrieb ESP (bei richtigen Schaltkriterien)
- Vfbk-3 = Vfbk-1/2 * Mittelwert Spannung / max-Spannung?
- Vfbk-4 = Vfbk-1/2 * Mittelwert Leistung / max-Leistung?
- Die Verfügbarkeit (Störung, ESP-Ein, ESP-Aus) muss dem Anwender visualisiert werden, damit er Service organisieren und Parameter anpassen kann.
- Wer kontrolliert, ob der ESP immer mit Strom versorgt wurde? Geht er in Störung, wird er vom Nutzer ausgeschaltet, damit die Bilanz nicht schlechter wird!

OekoSolve

5.2.2020

23



Besten Dank für die Aufmerksamkeit

OekoSolve

24

Kompetenzen OekoSolve

- Eigenentwicklung und Produktion von Elektronik, Software, Hochspannung und Mechanik
- Anlagenkonstruktion im CAD
- Fluidik / Simulation
- Hauseigene Messtechnik und Analyse von Feinstaub
- Teststand mit verschiedenen Feuerungen
- Zusammenarbeit mit verschiedenen nationalen und internationalen Hochschulen und Forschungseinrichtungen
- Serviceteam europaweit
- Telefonsupport
- Sprachen: Deutsch, Französisch, Englisch, Italienisch



OekoSolve

5.2.2020

25

OekoTube – Staubmenge

Grundofen

- Leistung: 15kW
- Brennstoff: Stückholz
- Abgastemperatur: 200 °C
- Volumenstrom: 50 m³/h
- Abscheidegrad: 70 %



500 Betriebsstunden

Beispiel 1

- Rohgas: 60 mg/m³
- Reingas: 18 mg/m³
- Staubmenge: 2.1g/h

Staubmenge pro Jahr: 1.05 kg (500 Bh)



800 Betriebsstunden

Beispiel 2

- Rohgas 150 mg/m³
- Reingas 45 mg/m³
- Staubmenge 5.1 g/h

Staubmenge pro Jahr: 2.6 kg (500 Bh)

OekoSolve

5.2.2020

26

Einbaubeispiele OekoRona M bis 3MW



Wien AT:
Doppelanlage Herz 1'000 + 300 kW
Brennstoff Hackschnitzel W30
OekoRona 5M + 2M



Beladung LKW bei OekoSolve



Einbringung Filter durch
Deckenöffnung

OekoSolve

5.2.2020

27

Einbaubeispiele OekoRona (70 bis 500 kW)



Schreinereiabfälle, 80 kW
Holzbau AG, Schachen
OekoRona



Schnitzel, 180 kW
Seidenbaum, Trübbach
OekoRona



Pellet, 500 kW
EWZ, Zürich
OekoRona

OekoSolve

5.2.2020

28

OekoTube Inside: Einbaubeispiele



Stückholz
18 kW



Pellet
24 kW



Hackschnitzel
50kW



Stückholz
25 kW

OekoSolve

5.2.2020

29

Kompetenzen OekoSolve

- Eigenentwicklung und Produktion von Elektronik, Software, Hochspannung und Mechanik
- Anlagenkonstruktion im CAD
- Fluidik / Simulation
- Hauseigene Messtechnik und Analyse von Feinstaub
- Teststand mit verschiedenen Feuerungen
- Zusammenarbeit mit verschiedenen nationalen und internationalen Hochschulen und Forschungseinrichtungen
- Serviceteam europaweit
- Telefonsupport
- Sprachen: Deutsch, Französisch, Englisch, Italienisch



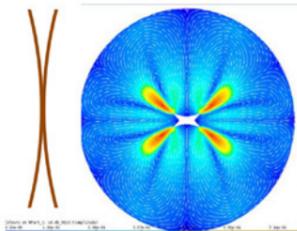
OekoSolve

5.2.2020

30

Kesselintegration: Vier zentrale Elemente

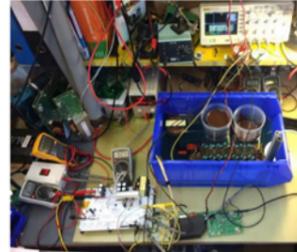
Elektrode und Ionisation



Isolator



HV Modul



Reinigung



5.2.2020 31

The slide illustrates four key components for boiler integration. The top-left section, 'Elektrode und Ionisation', features a schematic of two crossed electrodes and a corresponding circular field visualization with four lobes. The top-right section, 'Isolator', shows a photograph of several insulators and a close-up of a single insulator's internal structure. The bottom-left section, 'HV Modul', displays a photograph of a high-voltage module with various electronic components and wiring. The bottom-right section, 'Reinigung', shows a photograph of a cleaning process involving a cylindrical component and a spray nozzle. The date '5.2.2020' and the number '31' are located at the bottom of the slide.

Per Holm Hansen, PHX innovation

Partikelabscheider mit eingebautem Rauchsauger und automatischem Reinigungsgitter

Per Holm Hansen
PHX Innovation Aps
Industrivej 13
5550 Langeskov, Denmark
Tel.: +49(0)45 44220-610
E-Mail: phh@phx-innovation.dk

PHX innovation ist ein Schwesterunternehmen von exodraft, das weltweit Rauchsaugersysteme für Kamine, Kaminöfen und Heizkessel sowie Wärmerückgewinnungssysteme für warme Prozessluft entwickelt und vertreibt. Die beiden Unternehmen arbeiten eng zusammen. Dadurch kann PHX Innovation auf langjährige Erfahrung zurückgreifen und baut auf dieser Erfahrung durch enge Zusammenarbeit mit der DTU (Dänemarks Technische Universität), dem Dänischen Technologischen Institut, und anderen interessierten Parteien aus der Branche.

PHX Innovation hat sich das Ziel gesetzt, Technologien und Verfahren zur Optimierung der Verbrennung und Reduzierung der Emissionen aus den Biokraftstoffarten Holz, Holzpellets und Hackgut zu erforschen und zu entwickeln. PHX Innovation arbeitet deswegen an der Entwicklung einer Elektrostatische Partikelabscheider (Partikelfilter) in Kombination mit einem Rauchsauger zur Reduzierung der Partikelemissionen von häuslichen Holzöfen. Der entwickelte Partikelabscheider wurde dafür konzipiert, gesundheitsgefährdende und ultrafeine Partikel aus dem Abgas von Kaminöfen bis 10kW zu reduzieren. Der integrierte Rauchsauger sorgt für optimalen Schornsteinzug bei kaltem Schornstein, während des Betriebs des Holzofens, und beim Aufschichten von neuem Holz, wodurch auch die Partikelemissionen reduziert werden, auch zum Innenraum.

Der Partikelfilter wurde sowohl nach der Norm DIN33999, die die Primärpartikelemissionen in der Warmluft misst, als auch nach der norwegischen Norm NS3058 bei 35 °C Abgastemperatur geprüft und simuliert die realen Umgebungsbedingungen sowohl mit den Primärpartikeln als auch mit kondensierten Partikeln. Beide Normen messen nur das Gewicht der gesamten Partikelmasse. Da die feinen und ultrafeinen Partikel sehr klein und leicht sind, hat PHX Innovation auch viele Partikelemissions-tests mit und ohne Partikelfilter durchgeführt, die die Anzahl der feinen und ultrafeinen Partikel in den Abgasemissionen bei 35 °C Abgastemperatur messen. Der elektrostatische Partikelabscheider reduziert die Partikelanzahl um 90-95% (feine und ultrafeine Partikeln) und die gesamte Partikelmasse bis zu 70%-75% bei 35 °C kondensiertem Abgas (NS3058-2). Der elektrostatische Partikelabscheider wird auf dem Schornsteinkopf, wo es am kältesten ist, montiert und lädt mit Hilfe einer Hochspannungselektrode die Partikel aus dem Abgas auf, die sich dann in dem Filter absetzen. Der Partikelabscheider ist selbstreinigend mit einer Reinigungsautomatik ausgestattet.

Partikelabscheider mit eingebautem Rauchsauger und automatischem Reinigungsgitter

Per Holm Hansen
PHX Innovation Aps
Dänemark

PHX innovation
member of the exodraft group

Unsere Geschichte

Woher stammt die PHX Innovation?

Die Wurzeln gehen bis aufs Jahr 1957 zurück, wo die Firma EXHAUSTO auf der Idee eines Rauchsaugers für Abgase gegründet wurde.

1963 kam die Ventilation dazu.

2007 wurde der Rauchsaugerteil ausgegliedert und die Firma **EXHAUSTO CDT** für die weitere Entwicklung und Vermarktung von Rauchsaugern gegründet.

2010 wurde EXHAUSTO Ventilation an VKR Holding (Velux) verkauft und die Muttergesellschaft hat ihren Namen in **PHX Holding** geändert und EXHAUSTO CDT wurde zu **exodraft**.

2012 wurde die **PHX innovation** gegründet als Forschungs- und Entwicklungsfirma mit Fokus auf Rauchgas, Tochtergesellschaft von PHX Holding und Schwestergesellschaft von **exodraft**.

2020 wurde **PHX innovation** eine Tochtergesellschaft von **exodraft**.



PHX innovation
member of the exodraft group

PHX innovation, Dänemark

- Forschungs- und Entwicklungsfirma mit Fokus auf Rauchgas
- Tochtergesellschaft zu **exodraft**
- Eigenes Labor ermöglicht:
 - Rauchgasmessungen nach DIN (EN) und NS normen, im warmen und im kondensiertem Rauchgas.
 - Partikelanzahl Messungen im Rauchgas im Schornstein und im Innenraum.



PHX innovation
member of the exodraft group

Der Partikelabscheider Entwicklungsprozess

Anfangsziele :

- Hoher Wirkungsgrad
 - PM (Masse) und PN (Anzahl)
 - Montage auf der Schornsteinmündung → auch kondensierte Partikel
- Integrierter Rauchsauger
 - Reduzierung von CO-Emissionen, Reduzierung von Partikelemissionen durch bessere Ofenverbrennung sowie Reduzierung von Partikelemissionen im Innenraum
- Automatische Reinigungsfunktionalität
 - Kontinuierlich hoher Wirkungsgrad
- Schönes, dezentes design und einfache Montage.
 - Eine komplette Einheit – "Plug n' Play"

PHX innovation
member of the exodraft group

Testmethoden nach Norm

Der Unterschied zwischen NS-Norm und DIN-Norm:

Norm DIN33999:

- Messungen im heißen Rauchgas ($T > 170^{\circ}\text{C}$).
- Misst das Gewicht der gesamten Partikelmasse.
- Misst nur Primärpartikel.

NS3058-Norm:

- Messungen in kondensiertem (gekühlten und verdünntem) Rauchgasen. ($T < 35^{\circ}\text{C}$)
- Misst das Gewicht der gesamten Partikelmasse.
- Misst Primärpartikel und Sekundärpartikel (die kondensiert sind).

Messung der Partikelanzahl:

- Es gibt keine offizielle Norm zur Messung der Partikelanzahl.

PHX innovation
member of the exodraft group

Durchgeführte Tests:

Bei PHX Innovation:

- Rauchgasemission (PM) basierend auf der DIN-Norm (angenähert, mit Wöhler SM500)
- Rauchgasemission (PM) basierend auf der NS-Norm
- Partikelanzahl in heißen ($T > 170^{\circ}\text{C}$) und in kondensierten Rauchgasen ($T < 35^{\circ}\text{C}$)
- Partikelanzahl in der Raumluft (im Haus) mit und ohne Rauchsauger.

An der DTU (Dänische Technische Universität):

- PM Rauchgasemissionen nach NS-Standard + Anzahl der Partikel, gemessen in kondensierten Rauchgasen ($T < 35^{\circ}\text{C}$)

An dem Technologischen Institut (TI - Dänemark):

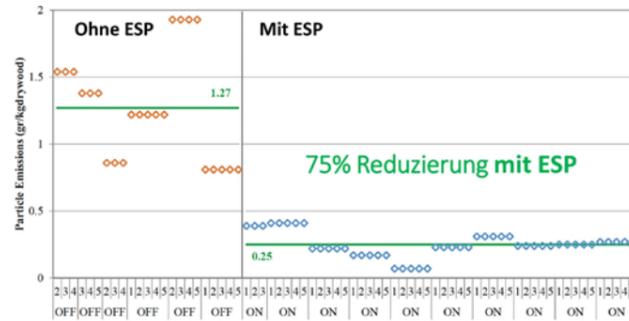
- PM Abgasemissionen nach DIN-Norm.
- PM Abgasemissionen nach NS-Norm.
- Partikelanzahl in heißen ($T > 170^{\circ}\text{C}$), und in kondensierten Rauchgasen ($T < 35^{\circ}\text{C}$)
- Anzahl der Partikel in der Raumluft (im Haus) mit und ohne Rauchsauger.

An der RRF (Rhein-Ruhr Feuerstätten Prüfstelle):

- PM Rauchgasemissionen nach DIN- 33999:2014-12 + Langzeittest (Teil der DIBt-Zulassung)

PHX innovation
member of the exodraft group

Partikelmasse – ohne und mit ESP



Gemessen bei $T < 35^\circ\text{C}$ kondensiertem Rauchgas in Anlehnung von NS3058-2, Simulation der realen Bedingungen.

Quelle: Nezam Azizaddini, Jytte Boll Illerup, Peter Hermansen, "Experimental investigation of PHX innovation ESP prototype", Technical Report, DTU - Danmarks Tekniske Universitet, Kemiteknik Institut, Mai 2017

Type of experiment	Number of cases	PE (g/kg _{dw})	Std Deviation
ESP OFF	23	1.27	0.39 (31%)
ESP ON	48	0.25	0.09 (37%)

Particulate emission reduction 80%



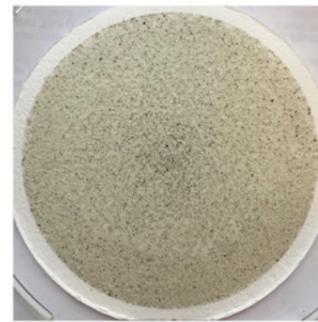
Filter Reinigung



Proben gesammelt auf Quarzfiltern für Analyse - aus dem Verdünnungstunnel



Probe eingesammelt auf einem Quarzfilter aus einem Abbrand, wenn der Partikelabscheider aus ist - 1.75 kg Holz verbrannt



Probe eingesammelt auf einem Quarzfilter aus einem Abbrand, wenn der Partikelabscheider an ist - 1.75 kg Holz verbrannt

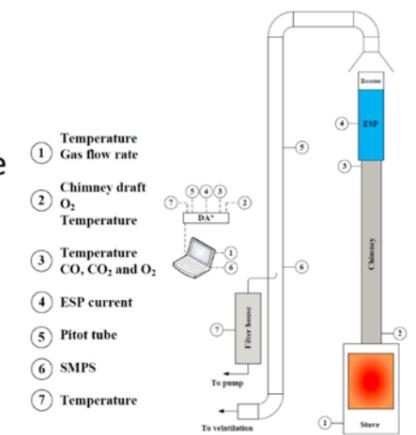


Analyse der Partikel

- Black carbon/Schwarze Kohlenstoffe
- Organic Carbon/Organische Kohlenstoffe

Experiment	PM (g/kg _{dw})	COC (g/kg _{dw})	Soot (g/kg _{dw})	Ash (g/kg _{dw})
ESP OFF	1.27	0.27	0.87	0.14
ESP ON	0.25	0.09	0.16	0.005
Reduction	80%	66%	82%	97%

PM: Particulate Matter
 COC: Condensable Organic Compounds
 Soot: Black carbon



Unser Partikelabscheiderdesign

- Elektrofilter mit speziell entwickelter Elektrode zur Optimierung der Aufladung der Partikel = **hohen Wirkungsgrad**
- 2 Abschnitte kombiniert in einem Rundrohr = **Dezentes Design**
- Motorisch angetriebenes, bewegliches Gitter = **Automatische Reinigungsfunktionalität**
- Integrierter Draftbooster = **integrierter Rauchsauger**



PHX innovation
member of the eBcraft group

Messung der Partikelanzahl

Messgeräte & Methode

- TSI Nanoscan SMPS 3910 [# /cm³]
- TSI 3330 [Verdünnung 100 x]
- Verdünnungskanal T<35°C

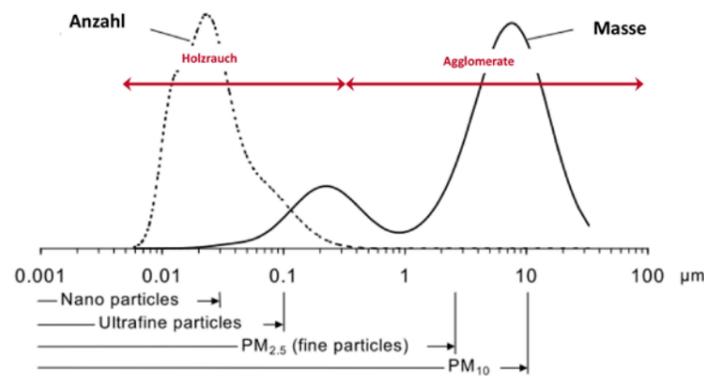


Messung von Holzöfen

Gemessener Wert x 100 x 13-18 (abhängig vom Holzofen)

PHX innovation
member of the eBcraft group

Anzahl der Partikel & Partikelmasse



Anzahl der Partikel (PN)

- Gemessen als Partikelmenge pro cm³ Rauch(-gas)
- Gemessen in heißen oder kalten Rauchgasen
- Die Menge steigt bei der Messung in kalten Rauchgasen, da gasförmige Partikel zu Feststoffen kondensieren.

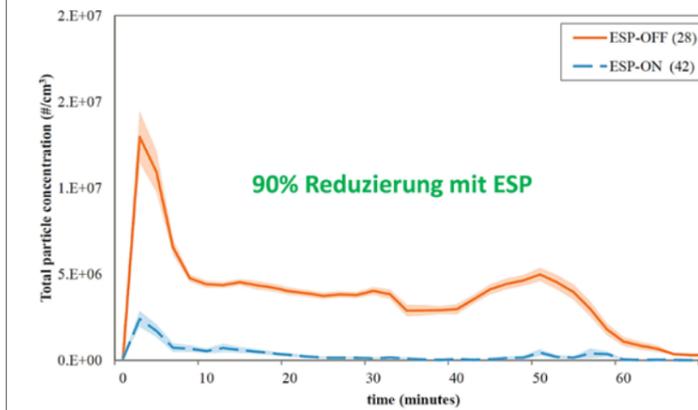
Partikelmasse (PM)

- Gemessen als Gewicht der Masse in mg pro kg verbranntem Holz.
- Gemessen in heißen oder kalten Rauchgasen
- Kein großer Unterschied, ob heiß oder kalt, da die Gaspartikel sehr klein sind und nicht viel wiegen.

Quelle Diagramm: "Hvilken virkning har luftrensning på indeluftens indhold af partikler, og hvilke sundhedseffekter ses hos beboerne". Lars Gunnarsen, Statens Byggeforskningsinstitut, Aalborg Universitet. Cisbo Präsentation (http://cisbo.dk/system/files/luftrensning_og_sundhedseffekter_cisbo_lbg.pdf)

PHX innovation
member of the eBcraft group

Partikelanzahl mit und ohne ESP

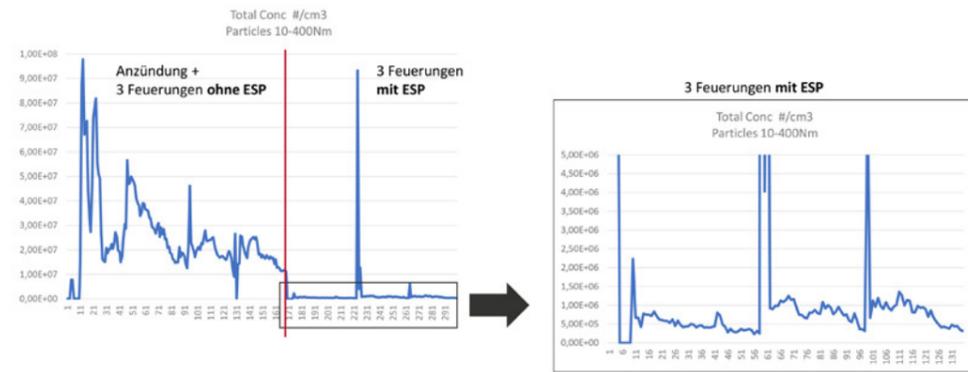


- Gemessen bei T<35°C kondensiertem Abgas, Simulation der realen Bedingungen.

Quelle: Nezam Azizaddini, Jytte Boll Illerup, Peter Hermansen, "Experimental investigation of PHX innovation ESP prototype", Technical Report, DTU - Danmarks Tekniske Universitet, Kemiteknik Institut, Mtil 2017

PHX innovation
member of the eBcraft group

Partikelanzahlmessung



PHX innovation
member of the exodraft group

Der Partikelabscheider ist jetzt auf dem Markt

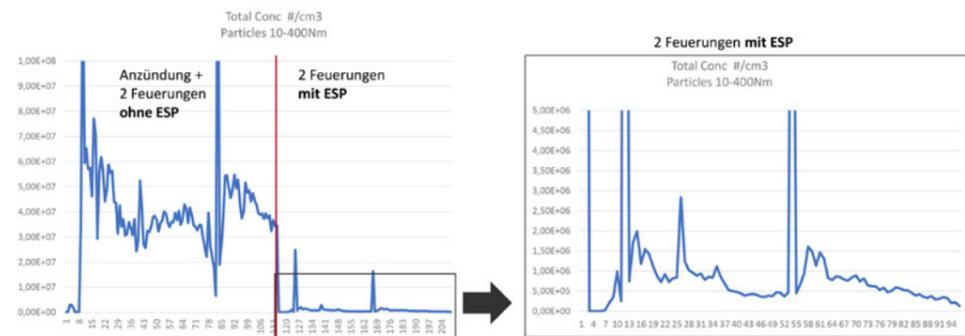
- Wurde von PHX innovation entwickelt
- Wird von **exodraft** produziert, vermarktet und verkauft.
- Für geschlossene Feuerstellen bis zu 10 kW
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung Z-7.4-3536



• <https://exodraft.de/produkte/partikelabscheider/feinstaubfilter-fur-kamin/>

PHX innovation
member of the exodraft group

Partikelanzahlmessung



PHX innovation
member of the exodraft group

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

PHX innovation
member of the exodraft group

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 erarbeitet das DBFZ darüber hinaus wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfen für die Politik erarbeiten.



11. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

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

Unser Auftrag

Das Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (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.



11. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

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

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

In Kooperation mit:

