

# 13. Fachgespräch

## Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen



**IMPRESSUM****Herausgegeben von:**

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](mailto: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)  
 Ronny Bonzek (Administrativer Geschäftsführer)

**DBFZ Tagungsreader, Nr. 23**

13. Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen"  
 (Virtuelle Veranstaltung)  
 ISSN: 2197-4632 (online)  
 ISBN: 978-3-946629-84-9  
 DOI: 10.48480/q2gt-ah12

**Datum der Veröffentlichung:** 07. März 2022

**Bilder:** DBFZ/TFZ. Die Rechte für Abbildungen im Rahmen von Abstracts und Präsentationen liegen beim Referent\*innen.

**Gestaltung:** Stefanie Bader **DTP:** Nicole Kunze

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 der Herausgebenden 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.

# 13. Fachgespräch

## Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

10. Februar 2022 virtuell ausgetragen: TFZ, DBFZ

## Inhaltsverzeichnis

Grußwort der Veranstaltenden.....6

### NEUES AUS DER FORSCHUNG

*Dr. Josef Wüest, Fachhochschule Nordwestschweiz*

**Grundlagen zum Einsatz von elektrostatischen Abscheidern bei höheren Temperaturen** .....8

*Nemo Lohberger, Fachhochschule Nordwestschweiz*

**Versuche an einem Hochtemperatur-Prüfstand zur Integration von Abscheidern**..... 22

*Fabian Schott, Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik*

**Untersuchungen zum Abscheidepotential verschiedener Staubabscheidsysteme an automatisch beschickten Biomassekesseln**..... 32

*Rico Eßbach, DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg*

**Forschungsvorhaben zur Emissionsminderung an Kleinfeuerungsanlagen für Holz durch kombinierte Staubabscheidung & katalytische Abgasbehandlung mittels Nachschalteinheit nach den Kriterien des Blauen Engel für Kaminöfen – EminkoNa**..... 46

*Daniel Wohter, Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe RWTH Aachen*

**Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen (Scheitholz) durch elektrostatische Abscheider und katalytische Einsätze – Zwischenergebnisse des Förderprojektes TeToxBeScheit**..... 60

*Prof. Dr. Ingo Hartmann, Deutsches Biomasseforschungszentrum*

**Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV)** .....74

### HERSTELLERFORUM: AKTUELLE PRODUKTE UND NEUERUNGEN

*Bernd Weishaar, Oekosolve AG*

**Aktuelle Entwicklungen und Neuerungen von OekoSolve**..... 90

*Klaus Schmitt, Schröder Abgastechologie*

**Entwicklungsstand der Emissionsminderungseinheit „Future Emission Control“** ..... 96

### RAHMENBEDINGUNGEN

*Christian Tebert, Ökopol*

**Der neue Blaue Engel für Staubabscheider für Scheitholz-Einzelraumfeuerungen** ..... 104

*Patrick Huth, Deutsche Umwelthilfe*

**Herausforderungen für Biomasseheizungen: Künftige europäische Vorgaben in der Luftreinhaltepolitik**..... 116

*Dr.-Ing Volker Lenz, Deutsches Biomasseforschungszentrum*

**Überblick über aktuelle gesetzliche und normative Rahmenbedingungen** .....122

Veranstaltende .....128

## Grußwort der Veranstaltenden

### Liebe Referenten und Teilnehmende des 13. Abscheider-Fachgesprächs,

wir freuen uns sehr, dass sich unsere Fachgesprächsreihe zum Thema „Abscheider“ über die vergangenen Jahre zu einem festen Branchen- und Expertentreff entwickelt hat. Für Ihren unermüdlichen Input zu dieser Veranstaltung danken wir Ihnen ausdrücklich.

Das nunmehr 13. Fachgespräch hat eines sehr deutlich gezeigt: die Anforderungen an die Luftreinheit sind für Kleinf Feuerungsanlagen – spätestens mit der Einführung des Umweltsiegels „Blauer Engel“ – sehr ehrgeizig und setzen die Entwicklerbranche zunehmend unter Druck. Near-Zero-Emission-Ziele rücken sowohl bei Herstellern wie Nutzern immer mehr in den Fokus. Vor dem Hintergrund der bereits definierten und zukünftigen Luftreinhalteziele der Europäischen Union müssen und werden Staubabscheider bei Neuinstallationen selbstverständlich sein. Insbesondere bei Einzelraumfeuerungen muss eine Emissionsminderungstechnik zukünftig einfach dazu gehören!

Dass auch geförderte Entwicklungsprojekte im Bereich der Staubabscheidung mit hohem Innovationspotenzial auf den Markt drängen, zeigte sich anhand verschiedener Produktpräsentationen im Rahmen des Herstellerforums. Insbesondere das erste „Open Source“-Projekt der „Europäischen Feuerstätten Arbeitsgemeinschaft“ (EFA) und der DBI Freiberg hat gezeigt, dass die Branche zusehends auch herstellerübergreifende Lösungen anstrebt. Auch hinsichtlich der Anbindung des Abscheiders an die Feuerung setzte sich die Entwicklung der letzten Jahre fort. So haben Präsentation einzelner Hersteller gezeigt, dass die Branche statt einer Adaption nun zunehmend auf die verschmelzende Integration des Abscheiders in die Feuerung setzt.

Die vorgestellten Entwicklungen haben eindrücklich demonstriert, dass der Trend einerseits zum smarten Kombigerät und andererseits zu einer herstelle-



*Dr. Hans Hartmann und Dr. Volker Lenz*

runabhängigen Technik geht. Beide Aspekte sorgen dafür, dass die Kleinf Feuerungsanlagen mit integrierten Staubabscheidern zunehmend intelligenter und sauberer werden. Die Rahmenbedingungen und technischen Innovationen sind da, nun sind Entwickler, Händler und Endkunden gleichermaßen gefragt, diese Technik in den Markt zu bringen und entsprechende Nachfrage zu generieren.

Das 14. Abscheider-Fachgespräch soll am 9. Februar 2023 wieder als reine Präsenzveranstaltung beim Technologie- und Förderzentrum (TFZ) in Straubing stattfinden. Wir würden uns freuen, Sie zu dieser Veranstaltung wieder begrüßen zu dürfen und wünschen Ihnen nun erst einmal viel Freude und Erkenntnis mit dem vorliegenden Tagungsreader. Sollten Sie Rückfragen zu einzelnen Präsentationen haben, wenden Sie sich gerne an die im Dokument hinterlegten Ansprechpartner.

Mit besten Grüßen,  
Dr. Hans Hartmann & Dr. Volker Lenz


## Neues aus der Forschung

Dr. Josef Wüest, Fachhochschule Nordwestschweiz

## Grundlagen zum Einsatz von elektrostatischen Abscheidern bei höheren Temperaturen

Dr. J. Wüest, Christian Thiel, N. Lohberger, D. Lustenberger  
 Fachhochschule Nordwestschweiz  
 Klosterzelgstrasse 2  
 CH-5210 Windisch, Schweiz  
 Telefon: +41 (0)79 211 07 14  
 E-Mail: [josef.wueest@fnw.ch](mailto:josef.wueest@fnw.ch)

Diverse Kesselhersteller arbeiten an der Integration von ESPs in Holzfeuerungen. Dabei ergeben sich höhere Temperaturen im Bereich des ESPs. In diesem Grundlagenpapier geht es um den Einfluss der Gastemperatur auf die Leitfähigkeit der Abgase und der Keramik, auf die Onset-Voltage und die Durchschlagsspannung und auf den Abscheidegrad gemäss der Deutsch-Anderson-Formel. Es zeigt sich, dass theoretisch nicht nur positive Effekte wie z.B. auf die bessere Beladung der Partikel (auf Grund höherer Diffusion) vorhanden sind, sondern hauptsächlich negative Effekte, wie die höhere Geschwindigkeit oder die höhere Leitfähigkeit des Gases, welche den Betrieb des ESP erschweren und dessen Abscheidewirkung reduzieren




Fachhochschule Nordwestschweiz  
 Hochschule für Technik

**Elektrostatische Partikelabscheider**  
*Grundlagen zum Einsatz bei höheren Temperaturen*

**Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE)**  
 N. Lohberger, D. Lustenberger, Dr. J. Wüest,

**Fachhochschule Nordwestschweiz**  
**Klosterzelgstr. 2**  
**CH-5210 Windisch**

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig
Dr. J. Wüest / FHNW
1



Fachhochschule Nordwestschweiz  
 Hochschule für Technik

### Abstract

In diesem Grundlagenpapier geht es um den Einfluss der Gastemperatur auf die Leitfähigkeit der Abgase und der Keramik, auf die Zündspannung (Onset-Voltage) und die Durchschlagsspannung und auf den Abscheidegrad gemäss Deutsch-Anderson-Formel. Es zeigt sich, dass theoretisch nicht nur positive Effekte wie z.B. auf die bessere Beladung der Partikel (auf Grund höherer Diffusion) vorhanden sind, sondern hauptsächlich negative Effekte, wie die höhere Geschwindigkeit oder die höhere Leitfähigkeit des Gases, welche den Betrieb des ESP erschweren und dessen Abscheidewirkung reduzieren.

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig
Dr. J. Wüest / FHNW
2

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

## Fragen?

Hier kommen die Antworten.

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig

Dr. J. Wüest / FHNW

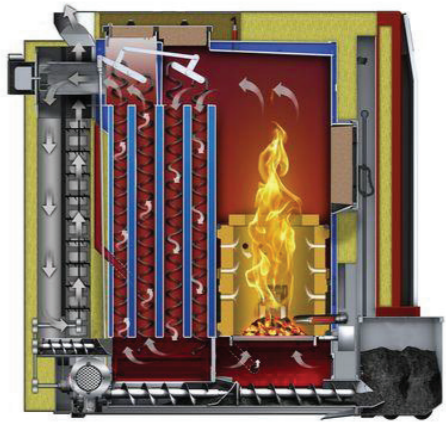
3

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

## Integration ESP in die Feuerung

«Integration» eines Abscheiders auf einer Hackschnitzel-Feuerung als Huckepack-Lösung

Hargassner 2020



Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig

Dr. J. Wüest / FHNW

5

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

## Integration ESP in die Feuerung

Erste Gehversuche mit der Integration von Abscheidern auf einer Wohnraumfeuerung

Dr. Volker Schmatloch  
Spartherm, 2010

Elektrostatischer Abscheider: Aufsatzmodul „Airbox“




geöffnete Darstellung!

„Airbox“ – Aufsatzmodul für Einzelfeuerstätten  
direkte Montage auf der Feuerstätte,  
Prüfung gemäß BAFU-Vorgaben: 60% bis 80% Staubbinderung

**2 x 4 Filterkanäle**

- größere Abscheidefläche
- liegende Abscheidekanäle
- Staubscheidung in der Airbox
- funktioniert auch ohne Metallschornstein
- direkter Zugang für die Reinigung

„Partikelabscheidung in häuslichen Feuerungen“ Leipzig, 9. Februar 2010 Dr. V. Schmatloch / 3

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig

Dr. J. Wüest / FHNW

4

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

## Integration ESP in die Feuerung

Umfassende Analyse zur Integration des ESP in einen Kessel.

Sie beschreibt auch den Grossteil der technischen Herausforderungen die ein Betrieb des ESP bei hohen Temperaturen mit sich bringt.

OekoSolve 2020

Kesselintegration: Vier zentrale Elemente

Elektrode und Ionisation



Isolator



HV Modul



Reinigung

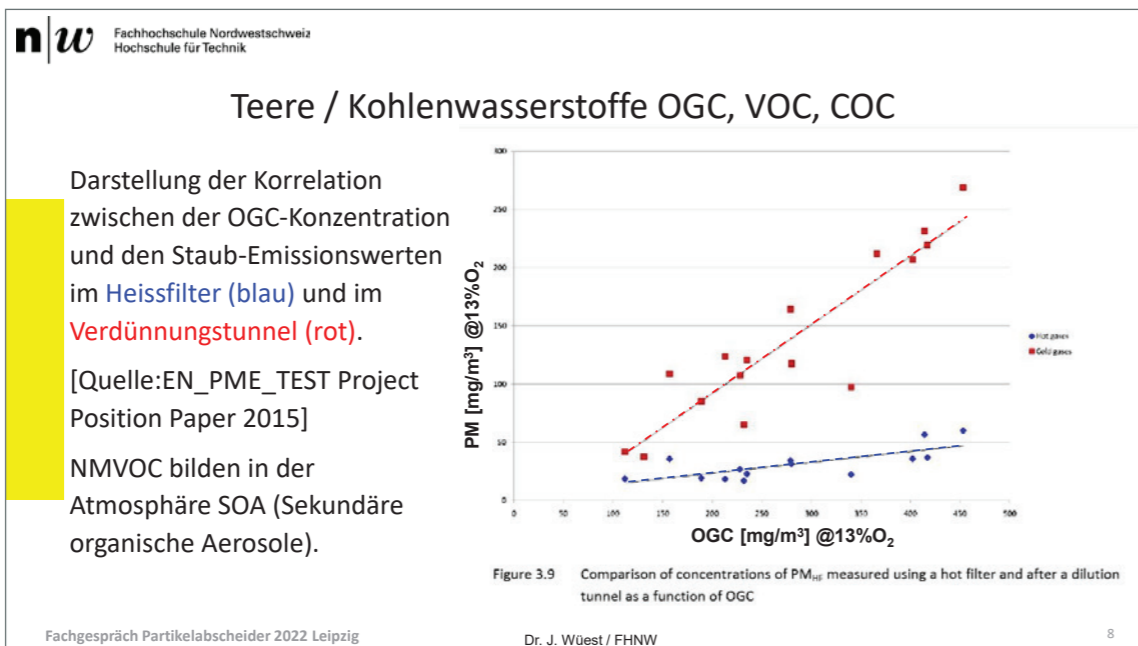
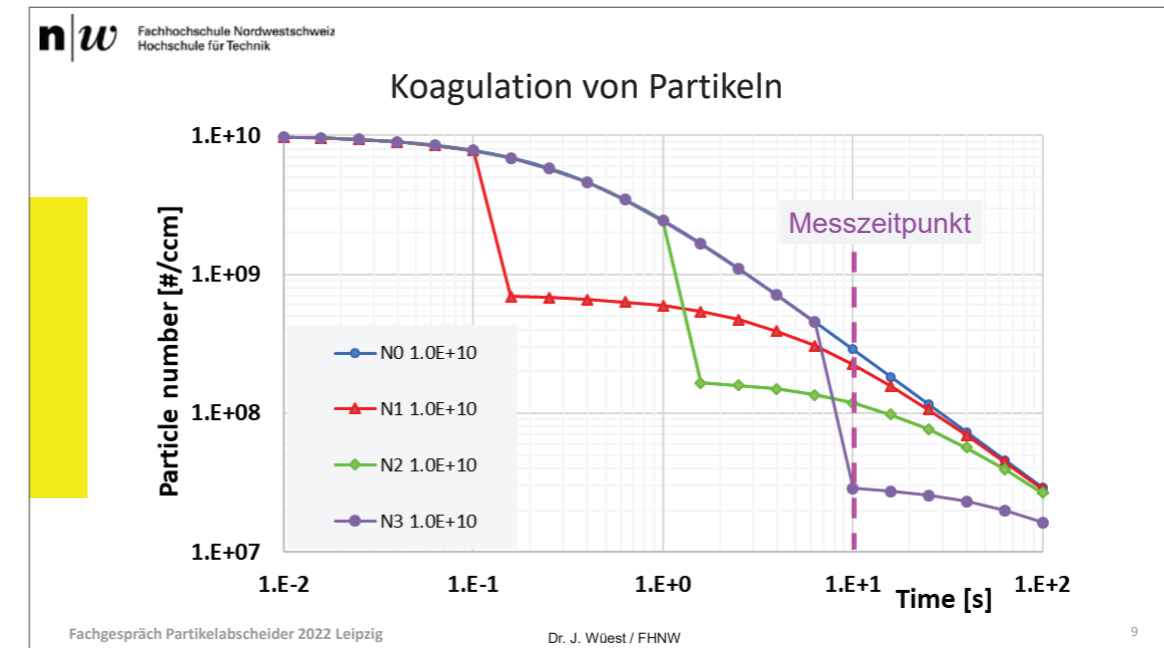
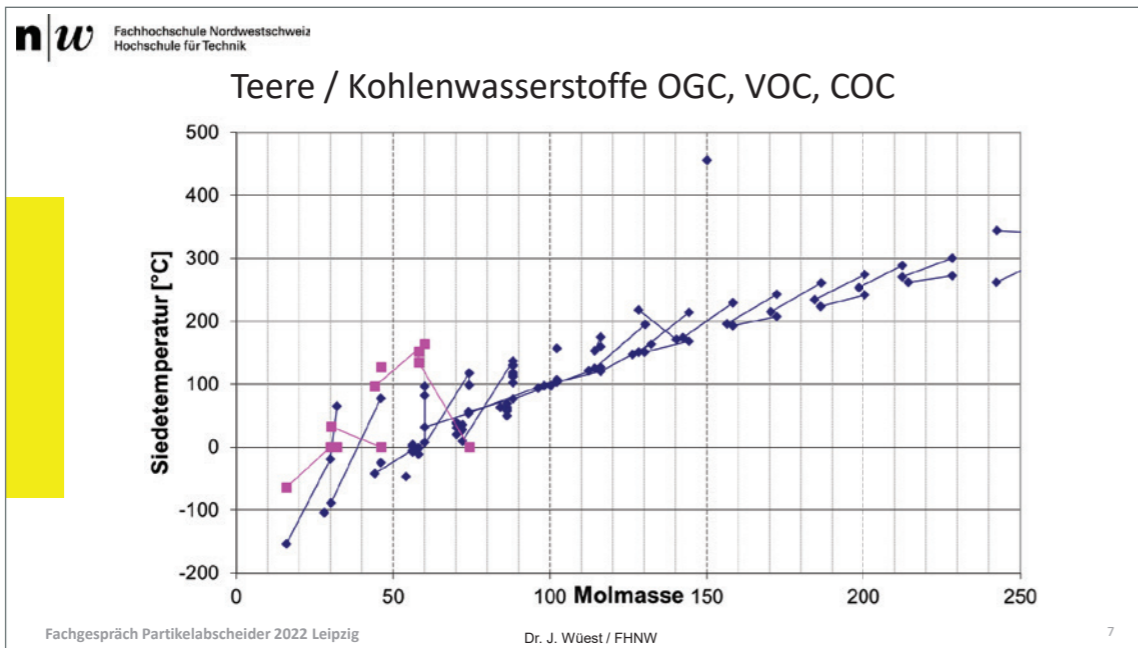


5.2.2020

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig

Dr. J. Wüest / FHNW

6



**Deutsch-Anderson-Formel**

$$\eta = (1 - p) = \left(1 - e^{-w_e \frac{A}{Q}}\right)$$

Definition von Wirkungsgrad und Penetration:  
 η = Wirkungsgrad oder Abscheidegrad des ESP  
 p = Penetration (relativer Anteil Teilchen, die den ESP verlassen)  
 w<sub>e</sub> = effektive Migrationsgeschwindigkeit der Partikel-Zusammensetzung [m/s]

Berechnung der effektiven Migrationsgeschwindigkeit w<sub>e</sub> :

$$w_e = \frac{q_p \times E \times C_c}{3\pi\mu \times d_p}$$

A = Kollektor-Fläche des ESP [m²]      Q̇ = Volumen-Durchflussrate [m³/s] = f(T)  
 C<sub>c</sub> = Cunningham Korrektur-Faktor      E = Elektrische Feldstärke [V/m]  
 q<sub>p</sub> = Ladung des Partikels [C]      d<sub>p</sub> = Durchmesser des Partikels  
 μ = dyn. Viskosität der Luft 1.81\*10<sup>-5</sup> [Pa\*s] = f(T)

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig Dr. J. Wüest / FHNW 10

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

## Wesentliche Faktoren

Was beeinflusst den Abscheidegrad nach der Deutsch-Anderson-Forme?

1. Abgas-Volumen- (oder Strömungsgeschwindigkeit) und diese ist abhängig von der Leistung (P), dem Luftüberschuss ( $\lambda$ ) sowie der Abgastemperatur (T).
2. Der Kollektorfläche (A) und daher die Abscheider-Länge (L) und der Kamin-Durchmesser (D).
3. Die Migrationsgeschwindigkeit  $w_e$  und damit die angelegte Spannung (U), die Partikelgröße und -beladung, die Abgastemperatur (T) via die Viskosität  $\mu(T)$

Zur besseren Veranschaulichung wird die e-Funktion linearisiert

$$\ln(1 - \eta) = \ln(p) = -w_e \times \frac{A}{Q}$$

$$\ln(p) = -w_e \times \frac{A}{Q} \sim L; U; \frac{1}{P}; \frac{1}{\lambda}; \frac{1}{\mu(T)}; \frac{273}{(273 + T)}$$

11

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

## Erzeugung einer Lawine

Elektronen  $e^-$  mit der Ladung  $q$  [C] werden im Feld  $\mathcal{E}$  [V/m] beschleunigt und nehmen innerhalb der Strecke  $\lambda$  [m] Energie E auf.

$$E = e \cdot \mathcal{E} \cdot \lambda \text{ [eV]}$$

Wenn  $E > 15.6$  eV ist, werden zusätzliche  $e^-$  erzeugt (Lawine).

Da bei einem zylindrischen ESP das Feld an der Elektrode sehr stark abfällt, breitet sich die Lawine nur im Umfeld der Elektrode aus.

13

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

## Wesentliche Faktoren

Einfluss Abgastemperatur auf den Abscheidegrad

- $k_T$  = Korrektur-Polynom für den Einfluss der Temperatur =  $1 + 6.83 \cdot 10^{-3} \cdot T + 5.81 \cdot 10^{-6} \cdot T^2$

$$p = e^{-w_2 \times \frac{U \times D \times L \times (21 - O_2)}{k_T \times P_{feu} \times (D - d)}}$$

$$p \approx e^{-w_2 \times \frac{U \times L \times (21 - O_2)}{k_T \times P_{feu}}}$$

Je grösser  $k_T$ , umso grösser Penetration  $p$  und umso kleiner der Abscheidegrad.

12

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

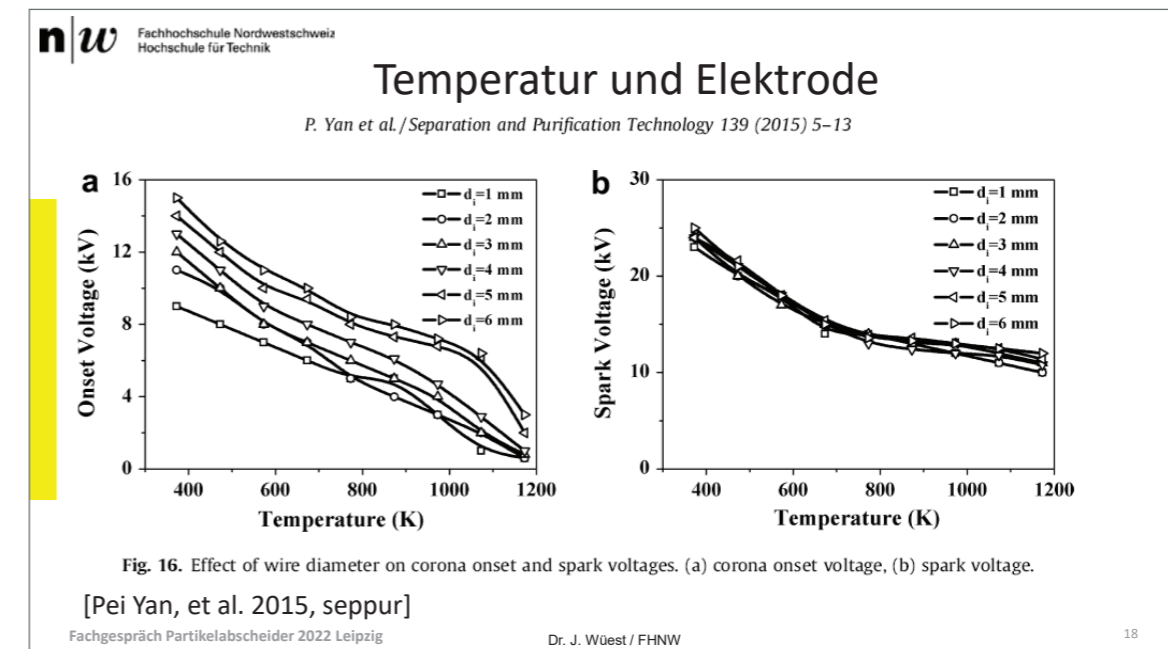
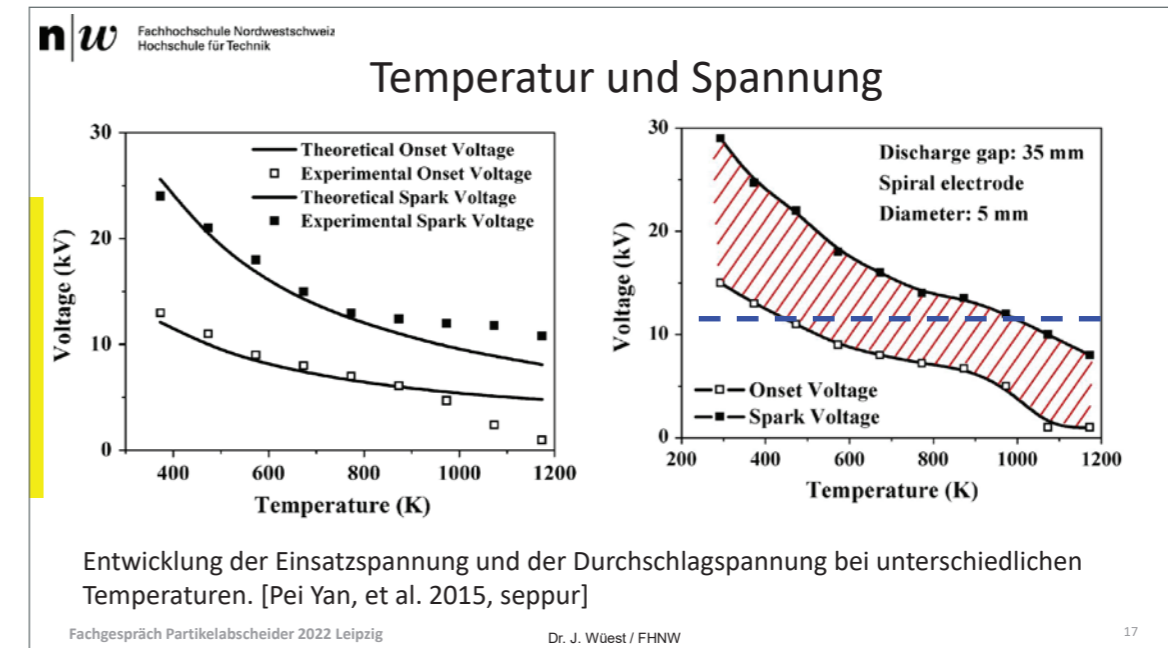
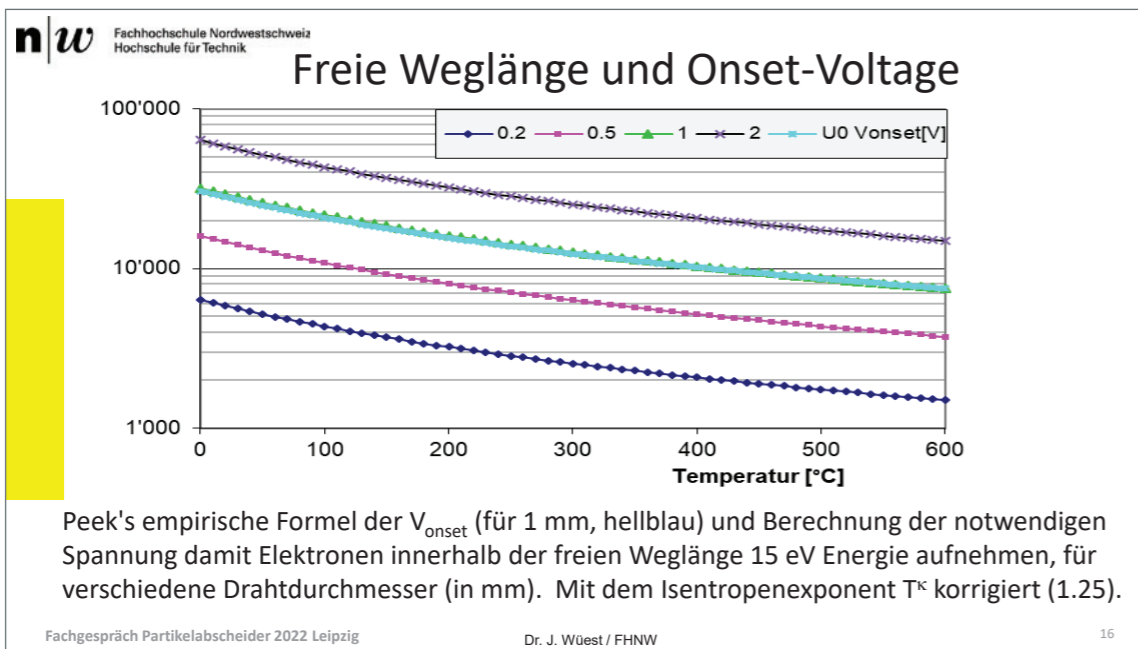
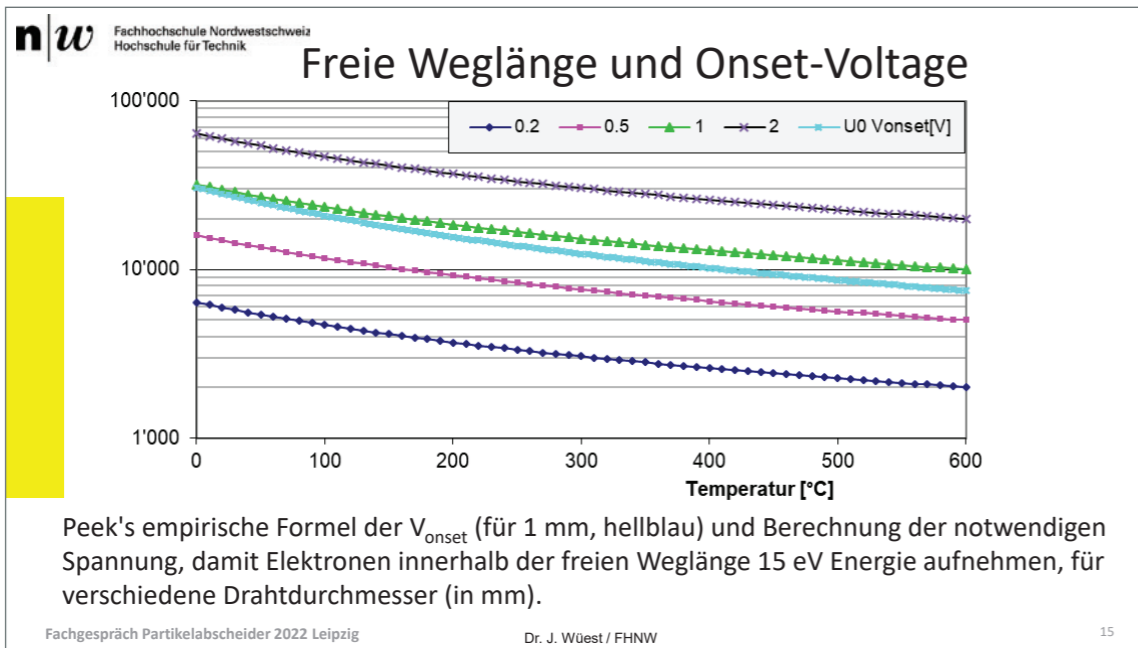
## Die Ionisation

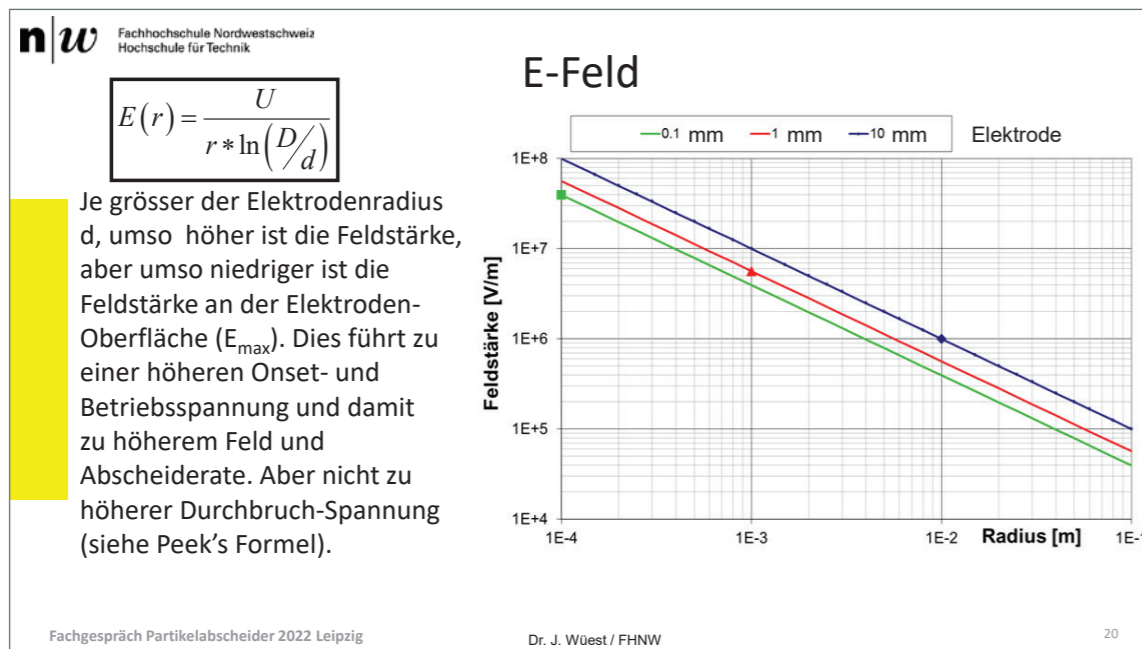
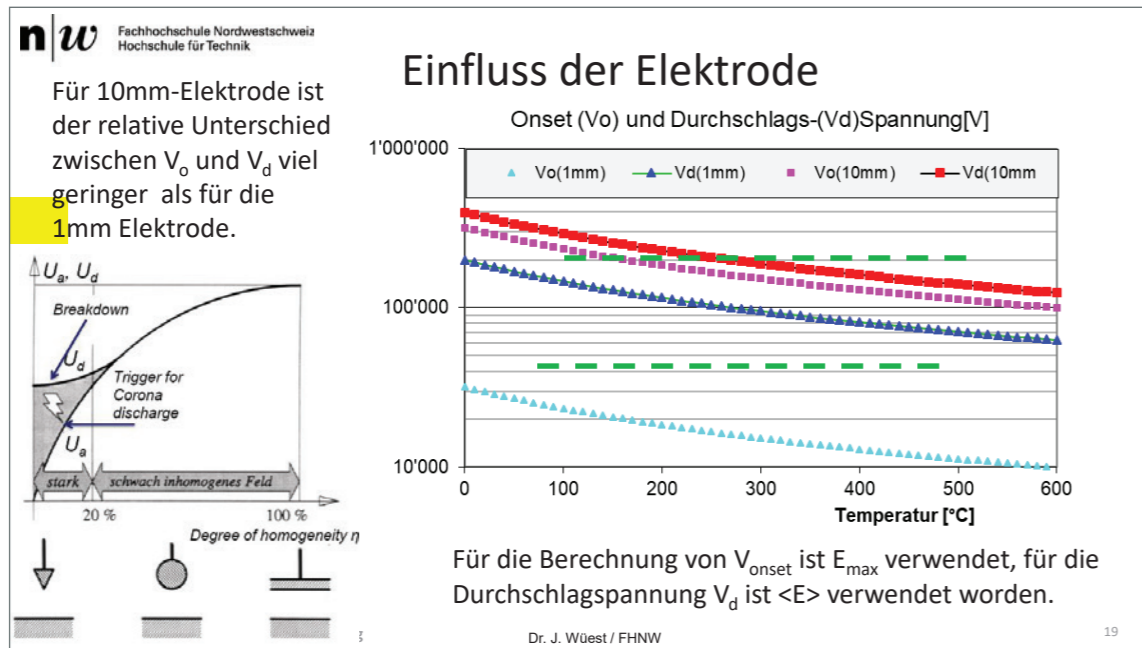
Die **Ionisation** kann sich ereignen durch

- Stoss-Ionisation** (Elektronen werden durch Kollisionen herausgeschlagen)
- Feld-Ionisation** (Elektronen durch ein genügend starkes elektrisches Feld aus ihrer Bindung gelöst)

14





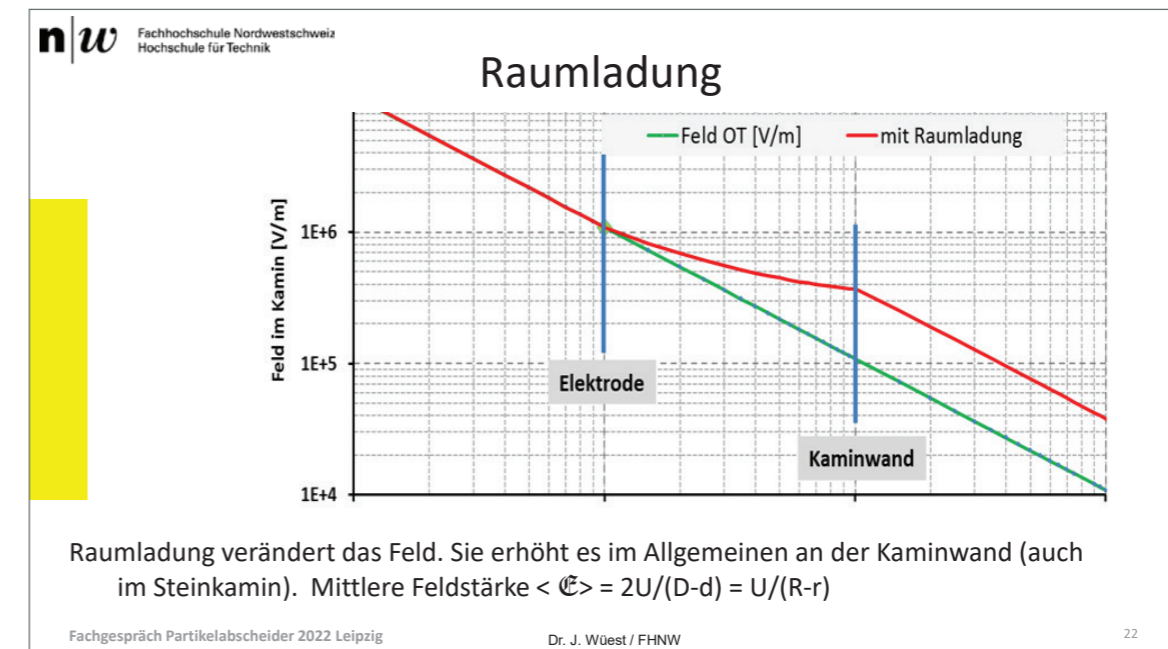


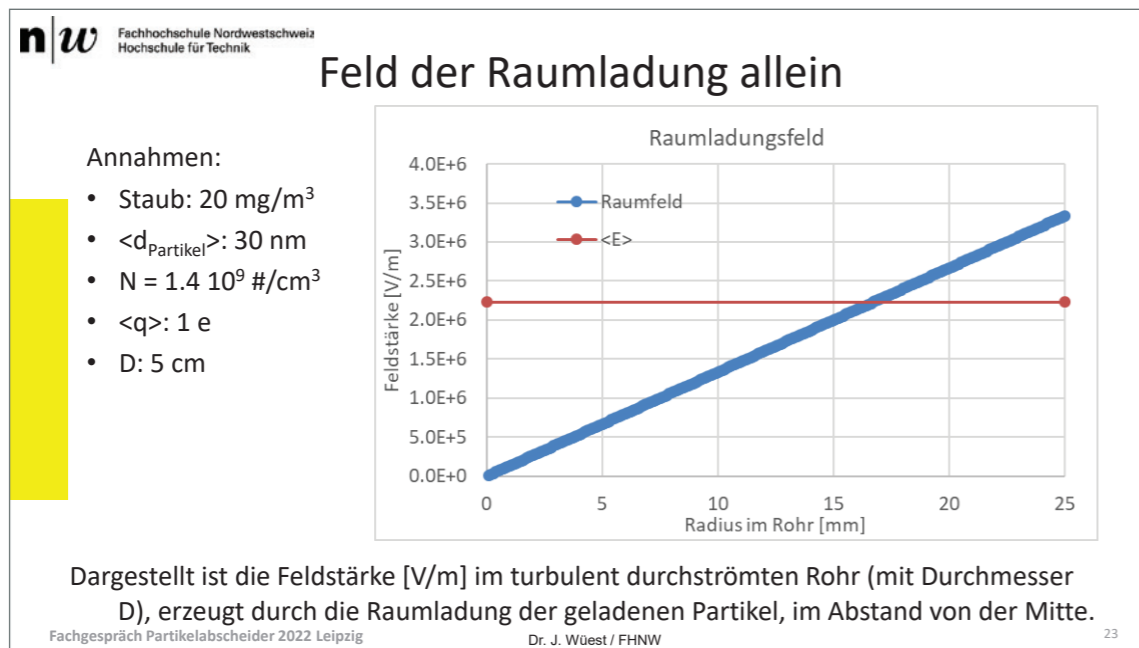
**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik

## Raumladung

noch ist die aktuelle lage in dem kleinen inselstaat unklar da

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig Dr. J. Wüest / FHNW 21





- n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik
- ## Fazit 1
1. Partikel-Beladung und Partikel-Abscheidung sind getrennt zu betrachten.
  2. Für die Beladung der Partikel (Diffusionsbeladung) ist nur die Anzahl der freien Ladungsträger pro Volumeneinheit massgebend (und die Beladungs-Zeit)
  3. Das Raumladungsfeld im Wärmetauscher ist gross genug für eine effiziente Abscheidung.
  4. ESP bei hohen Temperaturen brauchen viel Platz zur Reduktion der Strömungsgeschwindigkeit und Erhöhung der Durchschlagspannung.
  5. Bei hohen Temperaturen «fressen» die elektrische Leitfähigkeit der Abgase, des Isolators und der Verschmutzung an der Abscheider-Leistung.
- Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig Dr. J. Wüest / FHNW 24

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

## Noch weitere Fragen?

Elektr. Leitfähigkeit des Gases  
Elektr. Leitfähigkeit des Isolators  
Leitfähigkeit der Verschmutzung  
Back-Corona?  
Ist positive Elektrodenspannung besser?  
T-Einfluss auf die Austrittsarbeit der Elektronen  
T-Einfluss auf die Diffusions-Beladung

Fragen Sie den Nemo

Fachgespräch Partikelabscheider 2022 Leipzig Dr. J. Wüest / FHNW 25

Nemo Lohberger, Fachhochschule Nordwestschweiz

## Versuche an einem Hochtemperatur-Prüfstand zur Integration von Abscheidern

Nemo Lohberger

Fachhochschule Nordwestschweiz

Klosterzelgstrasse 2

CH-5210 Windisch, Schweiz

Telefon: +41 (0)56 202 70 36

E-Mail: [nemo.lohberger@fhnw.ch](mailto:nemo.lohberger@fhnw.ch)

Die FHNW arbeitet mit OekoSolve seit einigen Jahren an der Integration von ESPs in Holzfeuerungen. Bei der Integration in Heizkessel wird eine möglichst kompakte Bauweise angestrebt und die Abreinigungs-Vorrichtungen der Wärmetauscherflächen können genutzt werden. Die FHNW verbindet dazu computerbasierte Simulationen mit Messungen an verschiedenen Prüfständen. Bei Pellet-Kesseln mit 2 Wärmetauscherzügen konnte in Langzeitversuchen gezeigt werden, dass bis 400 °C gute Abscheidegrade über 80% erreicht werden, indem zwischen den Zügen abgeschieden wird.

Bei Stückholzkesseln mit nur einem Wärmetauscherzug sinkt die Durchschlagspannung und damit die Abscheideleistung aufgrund der engen Platzverhältnisse und der höheren Temperaturen des Abgases (500-700 °C). Ausserdem führt die höhere Partikelast und deren C-Gehalt dazu, dass der Isolator verschmutzt und leitend wird. Ziel der Zusammenarbeit mit OekoSolve ist es, für verschiedene Anwendungen wie zum Beispiel auch die Integration in sehr dreckigen Wohnraumfeuerungen individuelle Lösungen zu finden.

Zur Überprüfung der theoretischen Vorhersagen und zur Evaluation von möglichen Lösungen wurde ein Hochtemperatur-Prüfstand aufgebaut, bei welchem die Temperatur (bis 900 °C), die Strömungsgeschwindigkeit und die Geometrie des Beladungs-

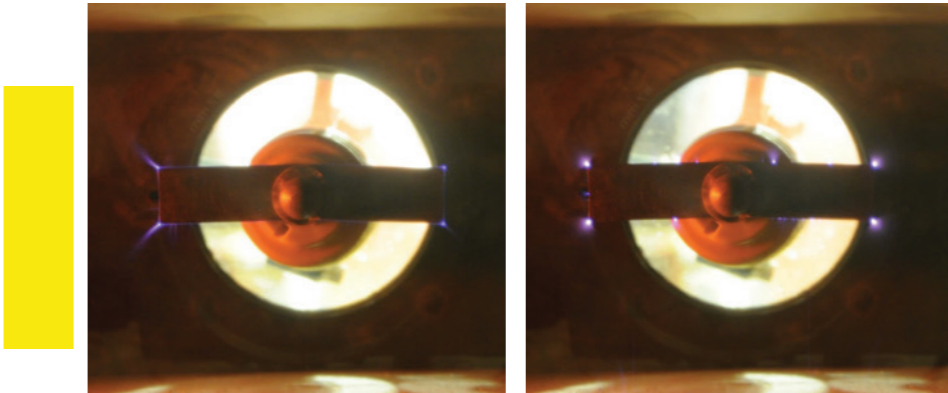
raumes (Abstand-Elektrode zur Erdung) eingestellt werden können.

Der Vortrag soll einige Ergebnisse von Grundlagenversuchen an diesem Prüfstand zeigen. Es wurden der Einfluss der Einbauhöhe (Abstand-Elektrode zur Erdung), der Temperatur und der Hochspannungspolarität auf die Abscheideleistung ermittelt: Mit steigender Temperatur nimmt die Abscheideleistung zwar ab, aber es kann auch über 600 °C Einsatztemperatur und bei engen Platzverhältnissen ein Masse-Abscheidegrad von über 90% erreicht werden. Der Anzahl-Abscheidegrad nimmt dagegen stark ab mit steigender Temperatur. Bei negativer Polarität der Hochspannung werden aufgrund höherer Durchschlagsspannungen bessere Abscheidegrade erreicht als bei positiver Polarität. Jedoch nimmt dieser Effekt mit zunehmender Temperatur ab.

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

### Innosuisse-Oekosolve-Projekt «Hochtemperatur-ESP»

Grundlagenversuche an einem Hochtemperatur-Prüfstand zur Integration von ESP  
Vergleich von positiver und negativer Polarität



Projektbeteiligte: Nemo Lohberger, Daniel Lustenberger, Josef Wüest, Dieter Winkler, Tim Griffin, Alex Urfer, Tom Strebel, Jana Hoffmann, Daniel Weiss, Patrick Lüscher, Beat Müller, Trpimir Brzovic, Daniel Jud

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

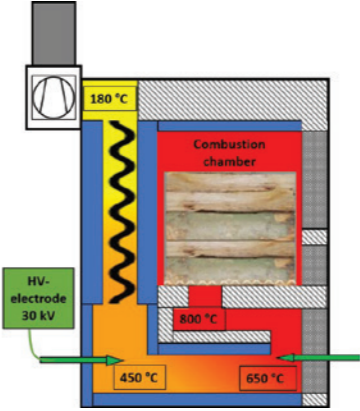
### Integration eines ESPs in einen Holzheizkessel

**Ziele**

- Integration einer Hochspannungselektrode in einen Kessel vor dem Wärmetauscher
- < 20 mg/m<sup>3</sup> PM
- gravimetrischer Abscheidegrad > 60 %
- kesselspezifische Design-Regeln

**Vorteile**

- Platzbedarfs- und Kostenreduktion und gegen über nachgeschaltetem ESP
- Nutzung der Wärmetauscher-Abreinigung als ESP-Abreinigung



Standard wood log boiler with possible placements of HV-electrode

Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE) nemo.lohberger@fhnw.ch 17.02.2022 2

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

### Hochtemperatur-Prüfstand (mHP) mit Pelletkessel (LPK)

Test der Isolatoren und der Elektroden im Prüfstand

- Realistische aber regelbare Parameter
- Einfluss von Installationsposition, Geometrie, Temperatur, Strömungsbedingungen
- Datenerhebung für computerbasierte Simulationen (CFX, Comsol)

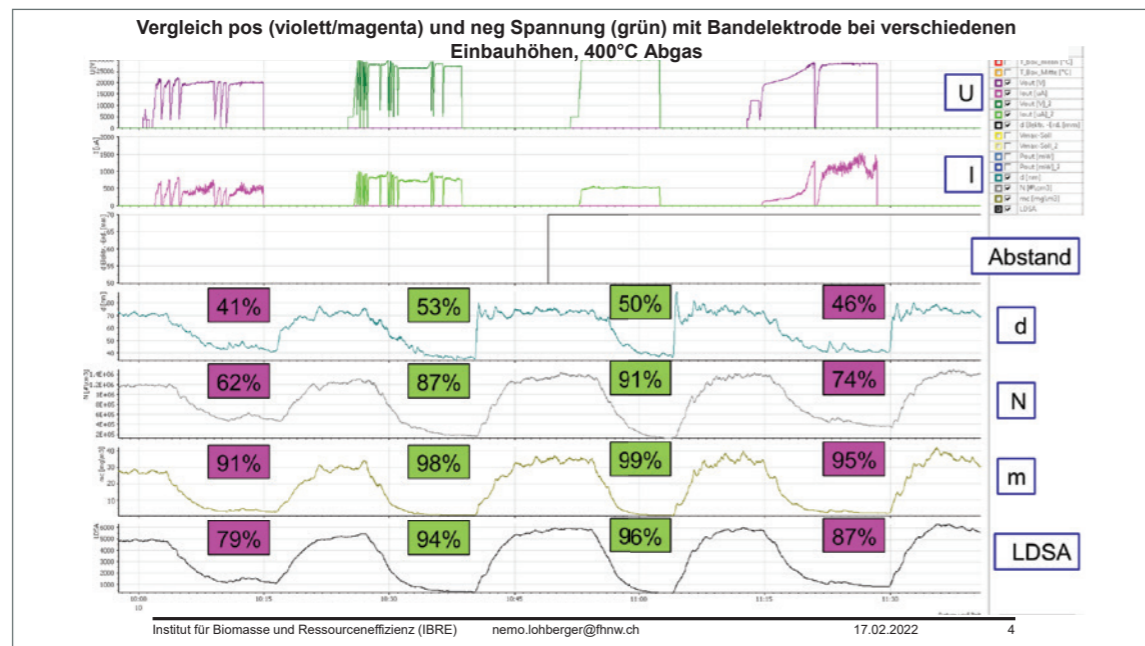
Parameter in Prüfbox: bis 900 °C, Verweilzeit 0.2s-1s, Einbauhöhe 80-200 mm  
Messung: I und V Elektrode, Verlustströme Isolator, Fotos Korona-Ströme

Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE) nemo.lohberger@fhnw.ch 17.02.2022 3

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

### Positive Spannung 10:01:52, Abgas 400°C

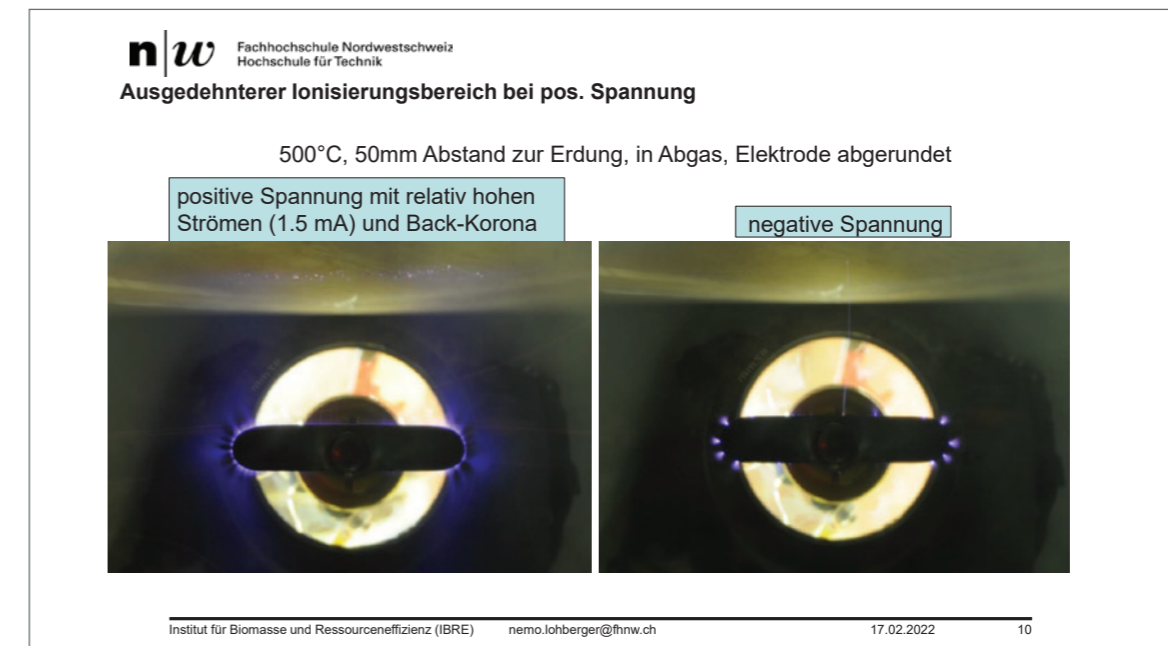
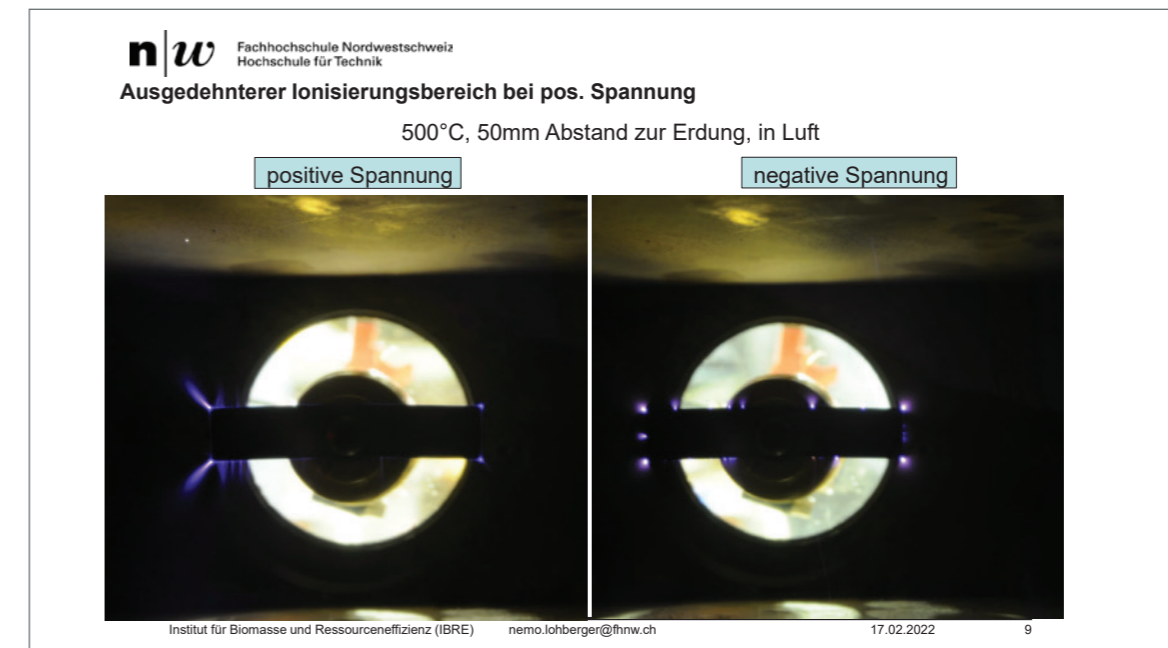
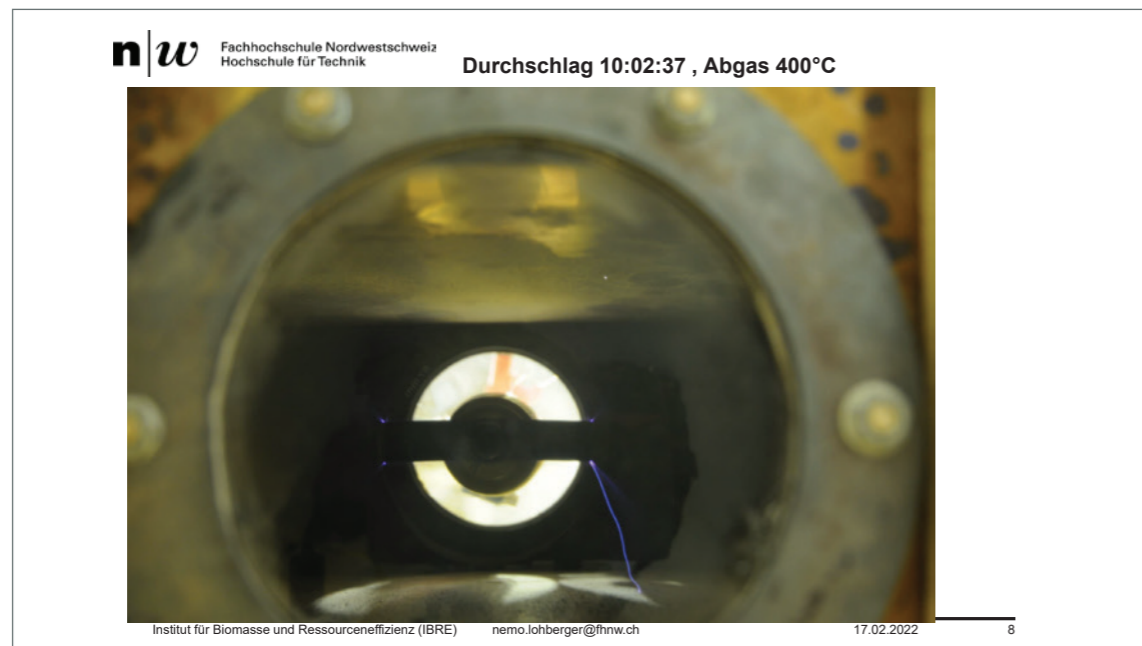
Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE) nemo.lohberger@fhnw.ch 17.02.2022 5

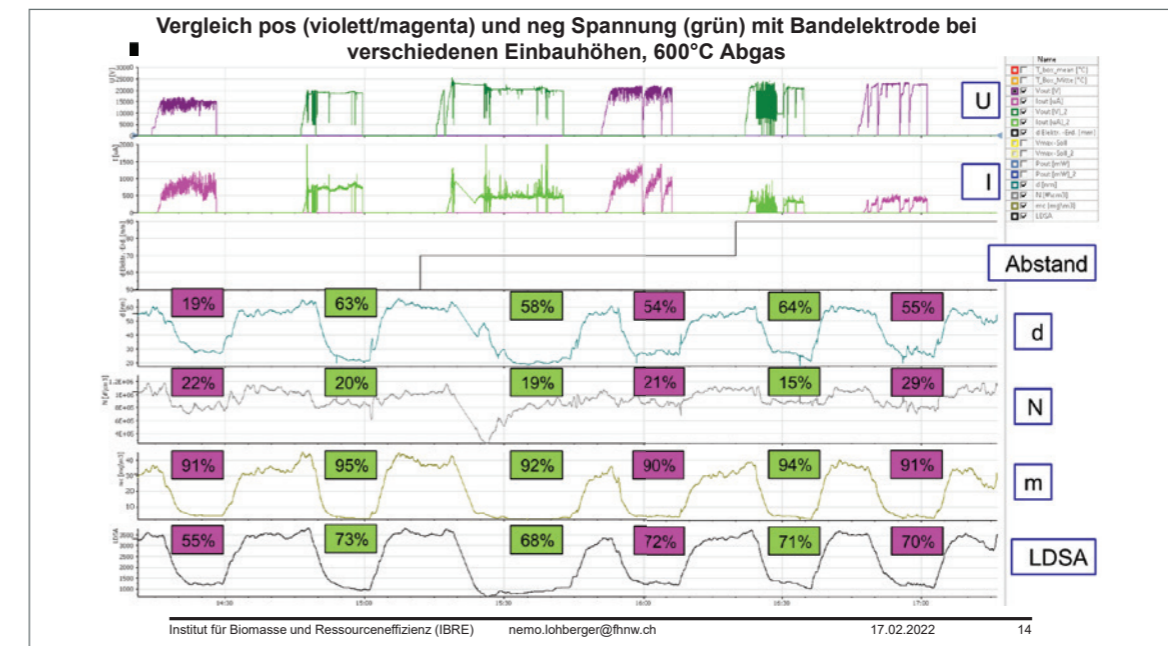
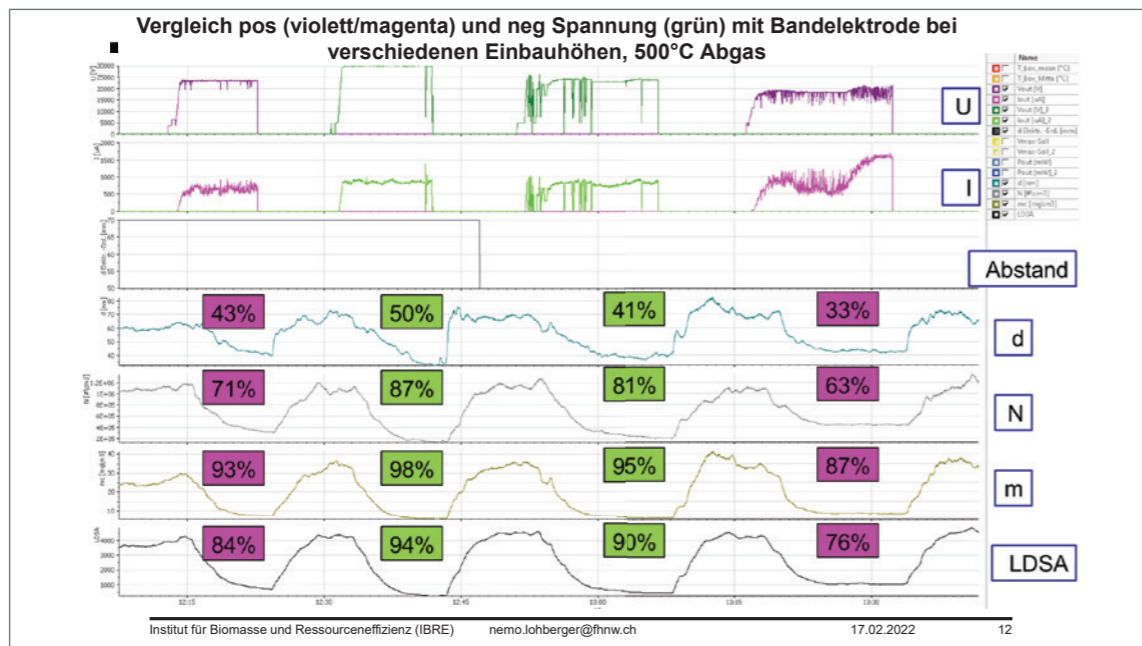
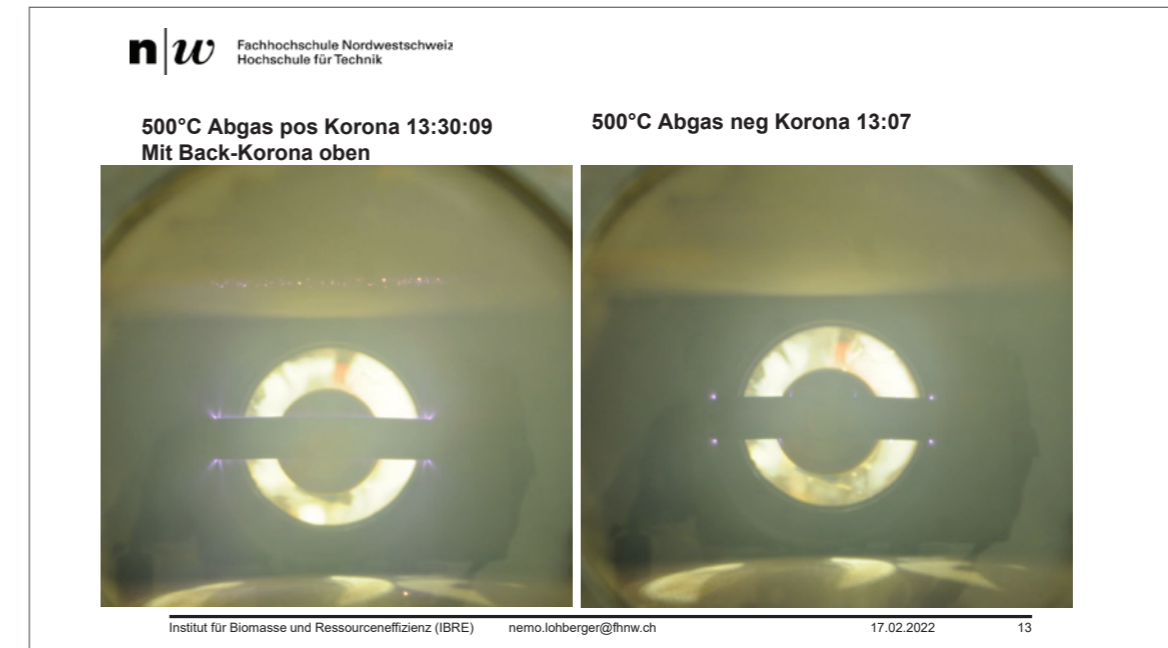
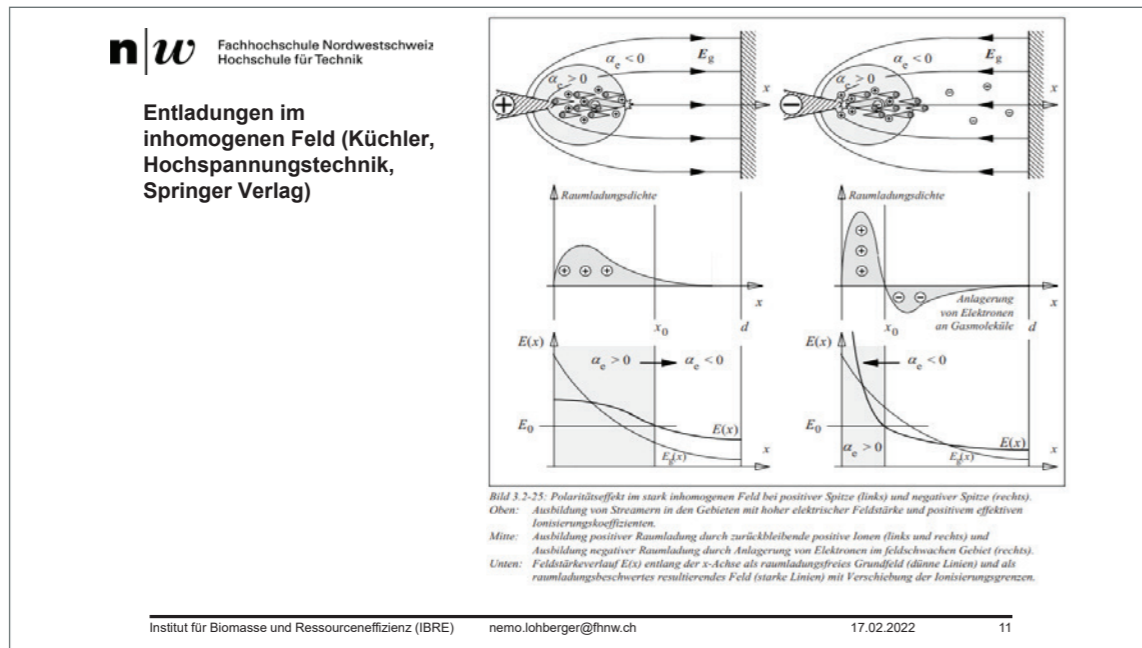


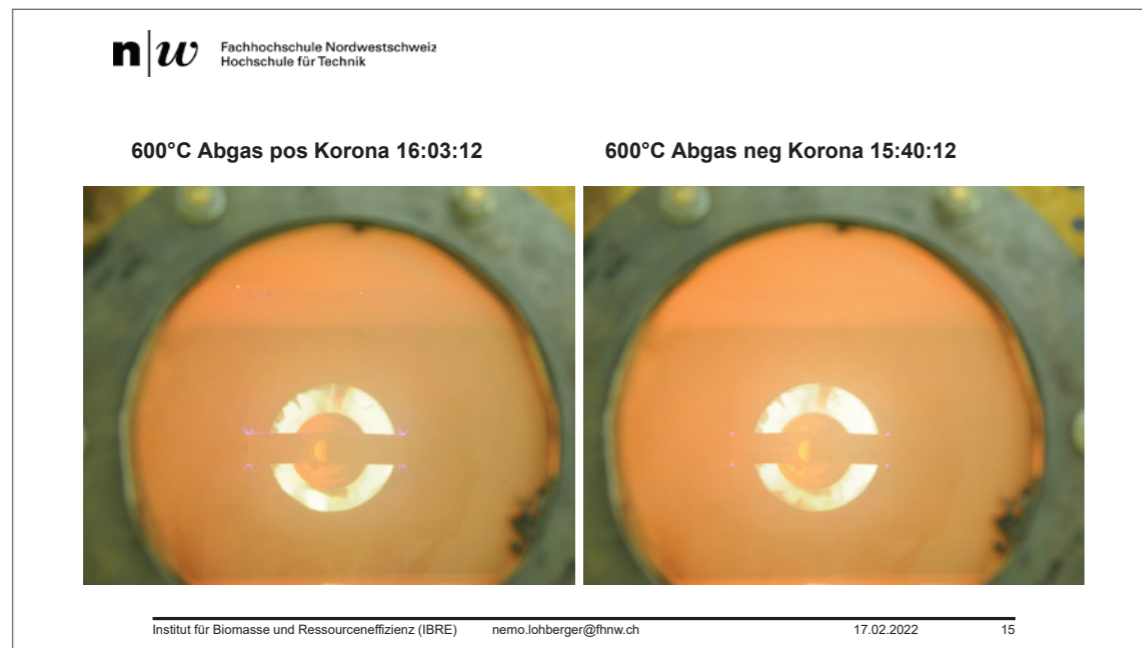
**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

### Anwachsen der Streamer 10:02:09, Abgas 400°C

Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE) nemo.lohberger@fhnw.ch 17.02.2022 6







**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik


**Zusammenfassung**

- Positive HV geht öfter in Strombegrenzung und hat bei niedrigeren Temperaturen oder wenig Abstand tiefere Maximal-Spannungen, was trotz deutlich höheren Strömen zu geringeren Abscheidegraden führt. Grund: Durch günstige Raumladungseffekte hat neg. HV höhere Durchschlagsspannungen → höhere Feldstärke → bessere Abscheidung
- Mit zunehmender Temperatur und (ab 600° C und > 70mm) Abstand gleichen sich sowohl  $V_{max}$  als auch die Abscheidegrade zwischen den Polaritäten an.
- **maximale Spannung begrenzt Abscheidegrad, schon geringe Koronaströme reichen aus für eine gute Abscheidung. Aber pos. Elektrode bringt bei gleicher Spannung mehr Strom ins Abgas, was bei sehr hohen Rohgasbeladungen oder Gasdichte ein Vorteil sein könnte.**
- Hoher Masse-Abscheidegrad für beide Polaritäten (>90%) bis 600°C auch bei nur 50mm Abstand zu Erdung. (Abscheidegrade wären bei grav. Messung um ca. 20% geringer.)
- Anzahl-Abscheidegrad sinkt stark mit zunehmender Temperatur (90% bei 400°C. vs. 20% bei 600°C) → Grund: verminderte Koagulation der geladenen Partikel.
- Hoher Widerstand des Isolators und geringe Verlustströme über Isolator → Verluste gehen über das Gas (Gegenkorona, elektronengetragener Strom)

Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE)    nemo.lohberger@fhnw.ch    17.02.2022    16

**n|w** Fachhochschule Nordwestschweiz  
Hochschule für Technik

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit und an die Projektunterstützer

 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra  
Swiss Confederation  
Innosuisse – Swiss Innovation Agency

**OekoSolve**

- Institut für Thermo- und Fluid-Engineering, FHNW
- Institut für Sensorik und Elektronik (ehem. Aerosol und Sensortechnik), FHNW
- Institut für Produkt- und Produktionsengineering, FHNW

Institut für Biomasse und Ressourceneffizienz (IBRE)    nemo.lohberger@fhnw.ch    17.02.2022    17



Fabian Schott, Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

## Untersuchungen zum Abscheidepotential verschiedener Staubabscheidsysteme an automatisch beschickten Biomassekesseln

Fabian Schott, Marc-Oliver Schmid, Ulrich Vogt  
 Universität Stuttgart, Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik  
 Pfaffenwaldring 23  
 70569 Stuttgart  
 Telefon: +49 (0)7116 8569504  
 E-Mail: [fabian.schott@ifk.uni-stuttgart.de](mailto:fabian.schott@ifk.uni-stuttgart.de)

Holzfeuerungen, insbesondere Kleinfeuerungsanlagen, können einen wichtigen Beitrag zur regenerativen Wärmeerzeugung leisten. Jedoch wird dieser Aspekt durch die mit der Verbrennung verbundenen Feinstaubemissionen konterkariert. Gerade beim Einsatz von Biomassebrennstoffen geringerer Qualität, wie z. B. Waldhackschnitzel und Restholz, kann es mitunter zu erheblichen Feinstaubemissionen kommen, sodass Abscheider notwendig sind. Etablierte Verfahren zur Staubreduktion aus der Praxis sind Zyklone, Oberflächenfilter, Wäscher sowie elektrostatische Abscheider. Bei diesen Techniken gilt es zu prüfen, ob bei potentiellen Grenzwertverschärfungen die Grenzwerte weiterhin sicher eingehalten werden und die Emissionen weiter reduziert werden können.

In diesem Vortrag werden verschiedene Staubabscheider wie ein Gewebefilter, ein elektrostatischer Abscheider als auch ein Feinstaubwäscher vorgestellt, welche in verschiedenen Studien entwickelt und an automatisch beschickten Biomassekesseln (20-30 kW) zur Staubreduktion getestet wurden. Dabei wurden diverse Biobrennstoffe eingesetzt, von Brennstoffen höherer Qualität wie Enplus-A1-zertifizierten Holzpellets bis hin zu halmgutartiger Biomasse wie Stroh- und Miscanthuspellets. Die Untersuchungen zeigen den Zusammenhang zwischen Brennstoffqualität und Rohgasemissionen und die damit verbundene Notwendigkeit geeigneter Ab-

scheidetechnologien. Des Weiteren wurde das Abscheidepotential in Abhängigkeit diverser Betriebsparameter untersucht.

In den Untersuchungen am Gewebefilter wurde der Einfluss des gewählten Filtergewebes sowie der Abreinigungsfrequenz (Druckluftbasierte Abreinigung) auf die effektive Abscheideeffizienz des Gewebefilters diskutiert. Dabei zeigt sich u. a. ein linearer Zusammenhang zwischen gewählter Abreinigungsfrequenz und der daraus resultierenden Abscheideeffizienz sowie Reingaskonzentration.

In den Untersuchungen an einem Feinstaubwäscher wurden verschiedene Einflussfaktoren auf die Staubabscheidung wie die Anwendung eines Trays, das L/G-Verhältnis, eine Wasserdampfzugabe zum Erreichen einer Übersättigung und der Einsatz verschiedener Düsen wie Voll- und Hohlkegeldüsen untersucht. Die Staubabscheideleistung konnte hierbei auf bis zu 67 % gesteigert werden und liegen damit in Reichweite zu den maximalen Abscheidegraden, welche an einem elektrostatischen Referenzabscheider gemessen wurden. Diese betragen im optimalen Spannungsbereich von 12,5 kV bis 14,0 kV zwischen 60 und 84 %. Die Ergebnisse zeigen das Potential der verschiedenen Staubabscheidesysteme und bieten die Möglichkeit einer kontinuierlichen Optimierung in weiteren Studien.

Universität Stuttgart  
 Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik  
 Prof. Dr. techn. G. Scheffknecht

Untersuchungen zum Abscheidepotential verschiedener Staubabscheidesysteme an automatisch beschickten Biomassekesseln

13. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen  
 10.02.2022

M.Sc. Fabian Schott

M.Sc. Marc Oliver Schmid, Dr.-Ing. Ulrich Vogt, M.Sc. Lukas Siebler (IGTE, Universität Stuttgart)

ifk

### Agenda

- Motivation
- Verbundvorhaben: Gewebefilter – Stufe II
- Verbundvorhaben: HetKond
- Fazit und Ausblick

### Motivation

- CO<sub>2</sub>-Neutralität des Brennstoffes Holz steht die Emissionsproblematik an Feinstaub, NO<sub>x</sub>, VOC, etc. entgegen
- Gerade beim Einsatz biogener Brennstoffe minderer Qualität kann es an kleineren und mittelgroßen Feuerungsanlagen zu deutlichen Emissionen an gasförmigen und partikelförmigen Luftschadstoffen kommen
- **Einhaltung der geforderten Grenzwerte nur mit Sekundärmaßnahmen möglich**

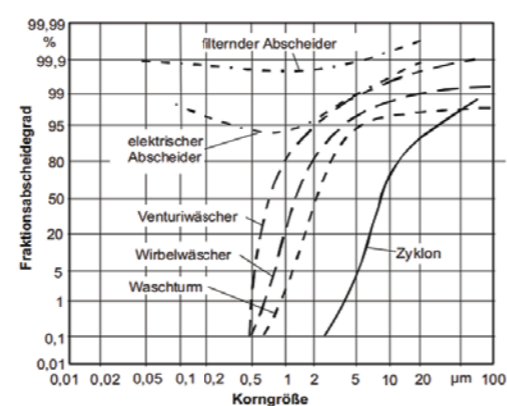


### Verbundvorhaben: Gewebefilter – Stufe II

- **Verbundvorhaben: Entwicklung eines kompakten und kostengünstigen Gewebefilters für Biomassekessel – Stufe II (FKZ: 22026516)**
- Entwicklung und Untersuchung von Gewebefiltern aus Edelstahl zur Staubabscheidung an Kleinfeuerungsanlagen
- Abscheidewirksamkeit und Regenerierbarkeit mittels Druckluft- und wasserbasierter Abreinigung untersucht

### Motivation

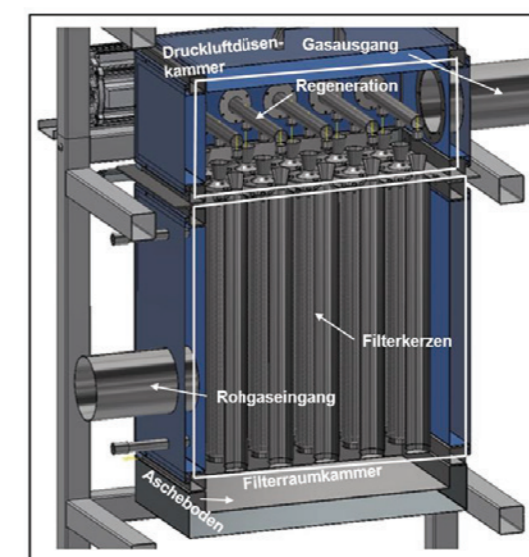
- Gewebefilter etablierte Technik, jedoch hoher energetischer Aufwand
- Konventionelle Wäscher nur für Partikel > 0,5 µm geeignet
- Vergrößerung der Partikel durch Kondensationsvorgänge



Quelle: Fritz und Kern 1990

### Design Gewebefilter

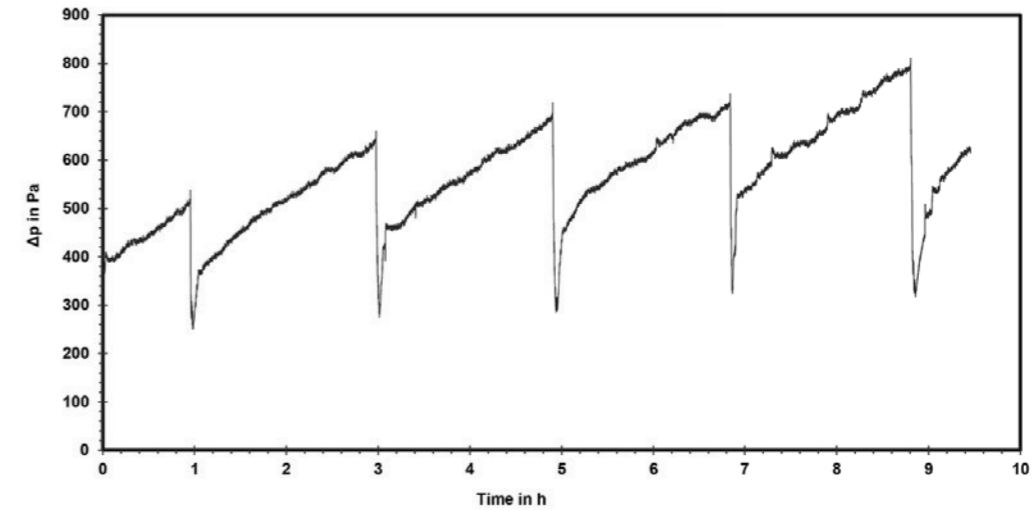
- Wärmeisoliertes 2-Kammer-System
- 15 Filterkerzen aus Edelstahl (Werkstoff 1.4301) mit Gesamtfläche von 1,2 m<sup>2</sup>
- Auslegung hinsichtlich Filterflächenbelastung < 60 m/h
- Druckluftabreinigung (differenzdruckgesteuert)



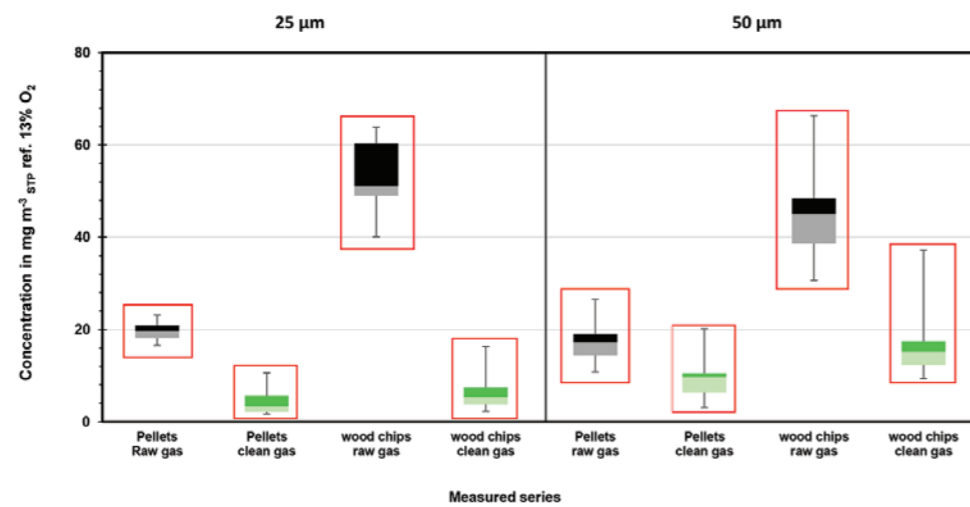
### Filterkuchenbildung und Regeneration Filterkerzen und Filterkuchenbildung



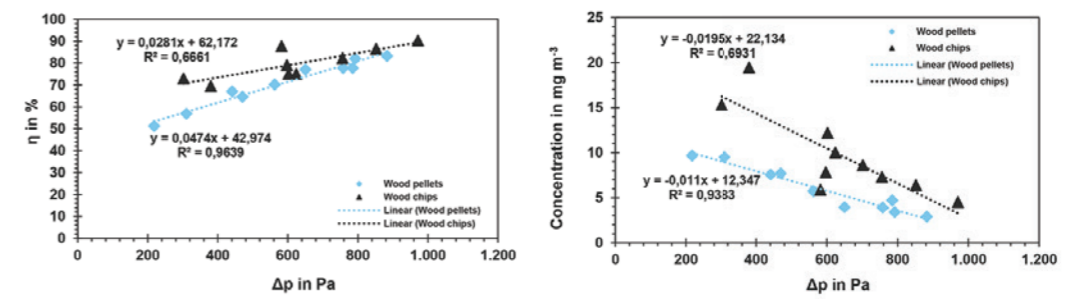
### Ergebnisse aus dem Vorhaben Gewebefilter II



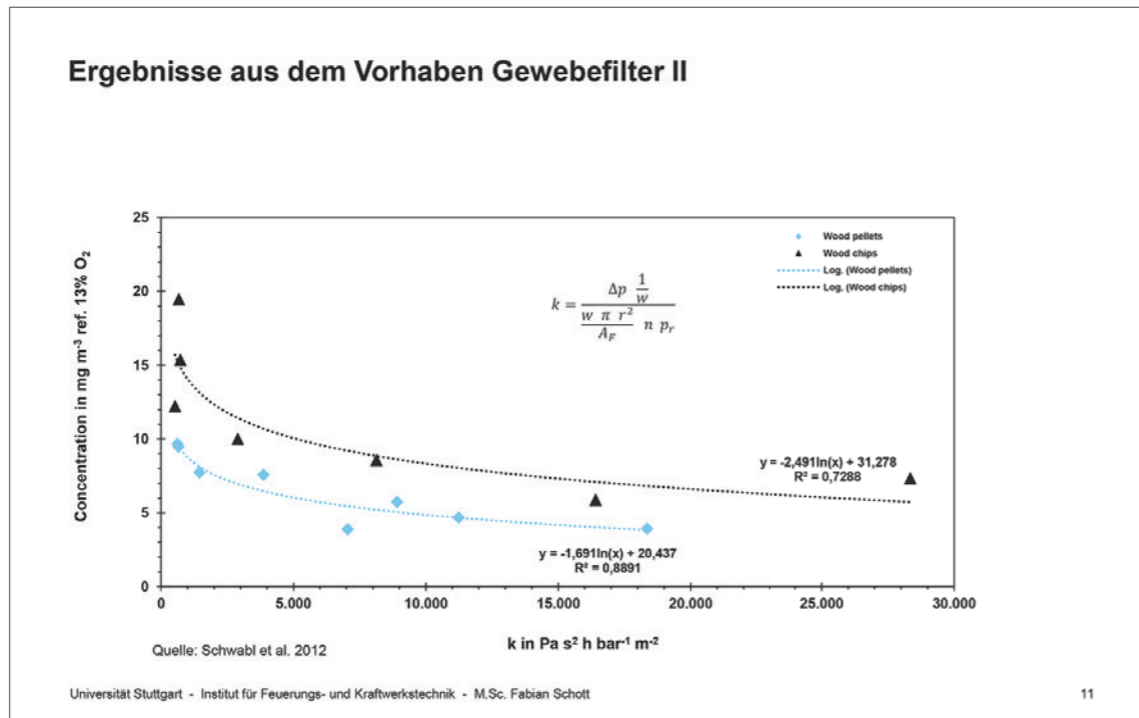
### Untersuchungen zum Einfluss der Maschenweite



### Ergebnisse aus dem Vorhaben Gewebefilter II



- Lineare Abhängigkeit des Abscheidegrades sowie der Reingaskonzentration von  $\Delta p$
- Frequenz der Abreinigung hat Einfluss auf Filterkuchenbildung und Tiefenfiltration
- Grenzwert eingehalten, Konzentrationen (noch) zu hoch



11

### Fazit und Ausblick - I

- Gewebefilter mit Druckluftabreinigung gewährleistet eine effiziente Staubabscheidung, soll weiter optimiert werden
- Einfluss von Filtergewebefinheit als auch Abreinigungsfrequenz untersucht
- Folgestudie zur Weiterentwicklung des Gewebefilters in Kombination mit innovativem Precoating zur simultanen Abscheidung von NO<sub>x</sub> und PM in der Planung

Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

12

### Verbundvorhaben: HetKond

- Verbundvorhaben: Energieeffiziente Aerosolabscheidung mittels heterogener Kondensation (HetKond, FKZ 35093/01)
- Konditionierung von Rauchgasen zur vereinfachten UFP-Abscheidung
- Untersuchungen zur Abscheidewirksamkeit in einem Sprühwäscher



Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

13

### Verbundvorhaben: HetKond

#### Ziele

- Identifikation der Sättigungspunkte verschiedener Stoffe und deren Übertragung
- Bestimmung der Abscheideeffizienz eines Sprühwäschers
- Untersuchung verschiedener Einflussgrößen auf die Abscheideeffizienz
  - Tray
  - Düsengeometrie
  - Dampfzugabe
- Vergleichende Betrachtung - Referenzabscheider

Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

14

**Verbundvorhaben: HetKond**

**Feuerung**

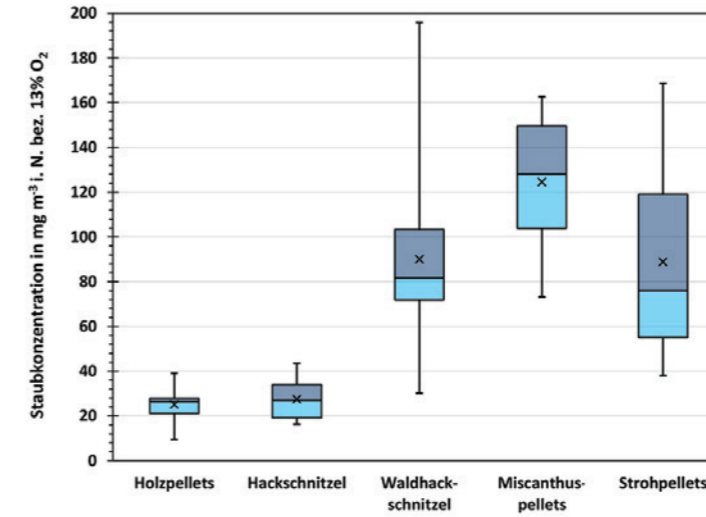
- 20 kW Vorschubrostfeuerung
- Geeignet für diverse holz- und halmgutartige Brennstoffe sowie alternative Brennstoffe



Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

**Verbundvorhaben: HetKond**

**Rohgasemissionen**



Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

**Brennstoffanalyse**

Komponente	Einheit	Holzpellets	Holzhack-schnitzel	Waldhack-schnitzel	Stroh-pellets	Miscan-pellets
Wassergehalt	m. %	6,3	6,5	34,5	11,7	7,0
Aschengehalt	wf m. %	0,4	1,0	6,0	5,4	3,7
Heizwert	wf J/g	20.159	19.932	19.320	18.454	18.969
<b>Elementaranalyse</b>						
C	wf m. %	50,2	50,1	48,4	46,7	47,7
H	wf m. %	6,1	6,0	5,7	5,7	5,8
N	wf m. %	0,098	0,292	0,489	0,744	0,426
O	wf m. %	43,1	40,7	37,6	40,0	41,0
S	wf mg/kg	203	393	518	788	426
Cl	wf mg/kg	260	380	180	840	880
<b>Hauptelemente</b>						
Al	wf mg/kg	56,4	94,3	1.693,0	968,0	350,0
Ca	wf mg/kg	1.060	2.192	11.517	3.347	2.621
Fe	wf mg/kg	75,7	194	1.181	734	430
K	wf mg/kg	532	625	2.650	6.954	4.531
Mg	wf mg/kg	167	218	1.265	1.115	306
Mn	wf mg/kg	85,7	159	197	32,6	30,3
Na	wf mg/kg	28,9	27,0	233,0	135,0	48,6
P	wf mg/kg	84	60	367	676	763
Si	wf mg/kg	450	1.844	9.603	13.118	9.297
<b>Spurenelemente</b>						
As	wf mg/kg	0,87	<0,25	0,44	<0,25	<0,25
Cd	wf mg/kg	<0,13	0,19	0,39	0,24	0,29
Cu	wf mg/kg	1,07	1,37	5,47	2,68	2,45
Ni	wf mg/kg	2,15	7,78	24,30	10,80	7,14
Pb	wf mg/kg	0,63	<0,50	1,15	1,17	<0,50
Zn	wf mg/kg	9,00	12,40	20,10	10,30	16,30



a) Holzpellets b) Holzhack-schnitzel  
c) Waldhack-schnitzel d) Strohpellets  
e) Miscanthuspellets

Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

**Verbundvorhaben: HetKond**

**Modifizierung des Wäschers**

- 4 Messkampagnen zur Untersuchung des Einflusses diverser Betriebsparameter auf die Staubabscheidung

MK Nr.	Brennstoff	L/G	Anzahl Trays	Düsentyp	Dampf-zugabe	Abscheide-grad in %
1	HHS	15/30/45	0	VKD	---	29,7
1	SP	15/30/45	0	VKD	---	27,6
2	SP	17/47/77	1	VKD	---	41,7
2	WHS	17/47/77	1	VKD	---	43,6
2	MP	17/47/77	1	VKD	---	44,9
3	WHS	17/47/77	1	HKD	---	65,7
4	WHS	17/47/77	2	HKD	x	67,2

HHS – Holzhack-schnitzel  
SP – Strohpellets  
WHS – Waldhack-schnitzel  
VKD – Vollkegeldüse  
HKD – Hohlkegeldüse



Universität Stuttgart - Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik - M.Sc. Fabian Schott

Verbundvorhaben: HetKond

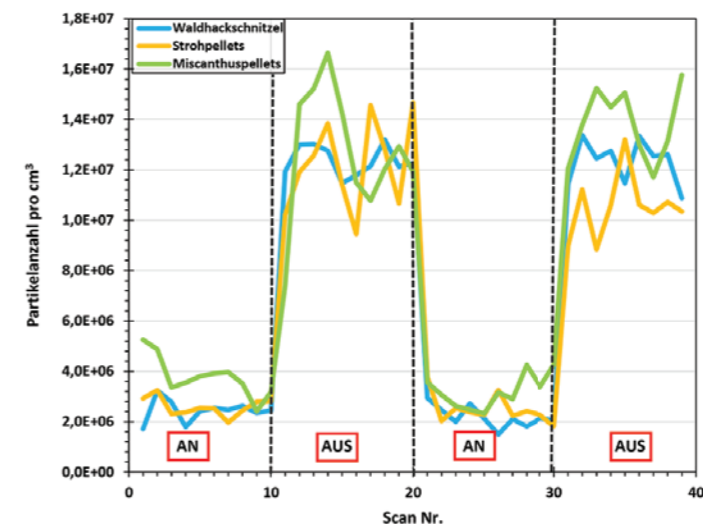
Waschwasseranalytik

		Waschwasser	Trinkwasser*
Al <sup>3+</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	0,174	< 0,01
Ca <sup>2+</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	123	50
Cd <sup>2+</sup>	µg·l <sup>-1</sup>	0,948	< 0,05
Cl <sup>-</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	249	7,7
K <sup>+</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	48,2	1,4
Na <sup>+</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	5,25	5,6
Si	mg·l <sup>-1</sup>	6,46	1,7
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	506	34
Pb <sup>2+</sup>	µg·l <sup>-1</sup>	26,5	< 0,5
Zn <sup>2+</sup>	mg·l <sup>-1</sup>	1,11	-
pH-Wert	-	6,83 (20 °C)	8,01 (8 °C)
Leitfähigkeit	µS·cm <sup>-1</sup>	2.710 (20 °C)	336

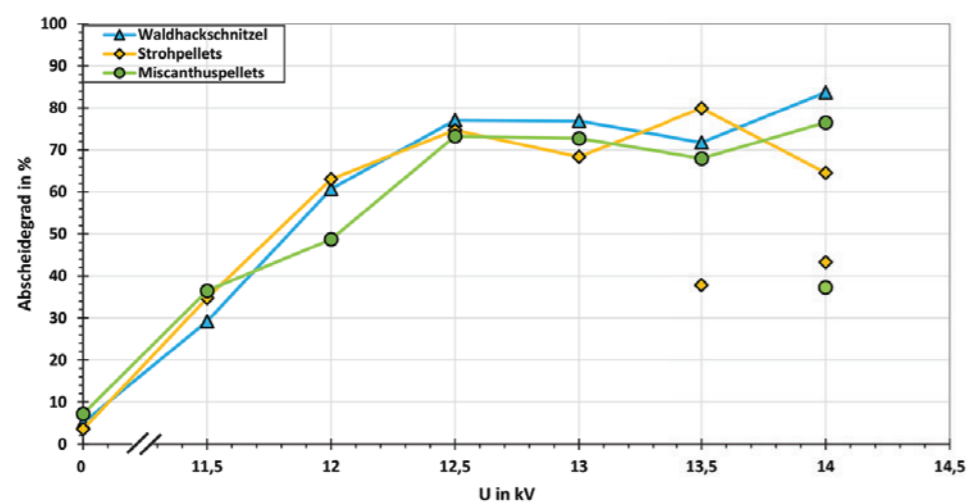


\*Quelle: Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (2020), Trinkwasser-Analyse 2020, Qualitätsdaten des Trinkwassers aus dem Bodensee – Jahresmittelwerte 2020

Abscheidung am elektrostatischen Abscheider



Abscheidung am elektrostatischen Abscheider



Fazit und Ausblick - I

- Abscheidegrade am Sprühwäscher durch diverse Modifikation auf bis zu 67 % gesteigert
- Performance in Konkurrenz zum elektrostatischen Referenzabscheider
- Nach aussagekräftiger Betriebsdauer deutliche Akkumulation wasserlöslicher Rauchgasbestandteile im Wäscher zu erkennen
- In weiterer Studie Simulation zur erreichbaren Übersättigung und weitere Optimierung des Wäschers angestrebt



## Vielen Dank!



M.Sc. Fabian Schott

E-Mail [fabian.schott@ifk.uni-stuttgart.de](mailto:fabian.schott@ifk.uni-stuttgart.de)

Telefon +49 (0) 711 685-69504

Fax +49 (0) 711 685-63491

Universität Stuttgart

Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik

Pfaffenwaldring 23 • 70569 Stuttgart



## Literatur


- Fritz, W.; Kern, H.: Reinigung von Abgasen. Vogel Buchverlag, Würzburg 1990
- Schwabl, M.; Scheibler, M.; Schmidl, C. Endbericht GoKRT. Experimentelle Entwicklung eines Metallgewebefilters. Projektnummer 821920, 2012

Rico Eßbach, DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg

## Forschungsvorhaben zur Emissionsminderung an Kleinfeuerungsanlagen für Holz durch kombinierte Staubabscheidung & katalytische Abgasbehandlung mittels Nachschalteinheit nach den Kriterien des Blauen Engel für Kaminöfen – EminkoNa

Rico Eßbach, Jörg Nitzsche, Andreas Hänel  
DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg  
Halsbrücker Straße 34  
Telefon: +49 (0)3731 4195-316  
E-Mail: [rico.essbach@dbi-gruppe.de](mailto:rico.essbach@dbi-gruppe.de)

Die aktuelle Marktentwicklung zur den Kleinfeuerungsanlagen, aber auch die Verschärfung von Emissionsgrenzwerten macht eine integrierte oder nachgeschaltete Abgasnachbehandlung erforderlich, um Verbote zu vermeiden, die steigenden Anforderungen zu erfüllen und einen entscheidenden Beitrag zum Klima- und Gesundheitsschutz zu leisten. Daher wird in Zusammenarbeit mit der EFA e.V. von der DBI Gruppe ein Abgas-Reinigungssystem zur Entfernung von Staub und weiteren Abgasbestandteilen entwickelt. Ziel des geförderten Forschungsvorhabens (FKZ 49MF210144) ist, ein bisher am Markt nicht vorhandenes kombiniertes, aufeinander abgestimmtes Reinigungssystem bestehend aus Partikelabscheider und Katalysator zu entwickeln.

Unabhängige Unternehmensgruppe des  DVGW

DBI  
Gruppe


© www.dbi-gruppe.de

Forschungsvorhaben zur **Emissionsmin**derung an Kleinfeuerungsanlagen für Holz durch **kombinierte** Staubabscheidung & katalytische Abgasbehandlung mittels **Nachschalteinheit** nach den Kriterien des Blauen Engel für Kaminöfen – **Emin koNa**

Dr.-Ing. Jörg Nitzsche, Dr. Andreas Hänel, Dipl.-Ing. (BA) Rico Eßbach  
DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

Gefördert durch:



Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Energie mit Zukunft. Umwelt und Verantwortung.


### Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 Motivation
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 Projektinformationen
- 6 Zusammenfassung




## Agenda


- 1 Unternehmensvorstellung**
- 2 Motivation
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 Projektinformationen
- 6 Zusammenfassung




3
10. Februar 2022
13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“




## Wer sind wir






- Seit **30 Jahren** sind wir in der Energie-, Gas- und Umweltbranche tätig
- Unsere Unternehmensgruppe besteht aus **acht Fachgebieten**
- Wir sind stolz auf unsere über **135 MitarbeiterInnen**
- Entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickeln wir **nachhaltige Lösungen von Erdgas bis Wasserstoff**
- Durch unsere **Forschung und Entwicklungsprojekte** haben wir einen Wissensvorsprung
- Innovative Technologien** und Produkte zeichnen uns aus
- Wir vermitteln **Wissen** und geben **Kompetenzen** weiter




=

+




4
10. Februar 2022
13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Zwei Standorte



Leipzig

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH





Freiberg

DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg



5
10. Februar 2022
13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Unsere Fachbereiche



Gasförderung  
Gasspeicherung



Gaschemie  
Gasaufbereitung



Gasnetze  
Gasanlagen



Energieversorgungssysteme / EE



Gasanwendung -  
Thermoprozesstechnik



DVGW-Prüflaboratorium  
Energie



Gasverfahrenstechnik



Freiburger DVGW-  
Trainingszentrum Erdgas



6
10. Februar 2022
13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 **Motivation**
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 Projektinformationen
- 6 Zusammenfassung

DBI  
Gruppe

7 10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Motivation

- Gegenüberstellung der Emissionsgrenzwerte für Holzfeuerungen am Beispiel von Raumheizern nach EN 13240 (geschlossene Betriebsweise) – Wirkungsgradanforderungen sind nicht mit abgebildet

Parameter	1. BImSchV, Anlage 4, 2. Stufe	EU Verordnung 2015/1185	Blauer Engel DE-UZ 212 <sup>*</sup> , ** (mit Abscheider)	Zusammenfassung
Gültig ab	01.01.2015	01.01.2022	<b>01.01.2020</b>	--
Staub-Massegehalt [mg/m <sup>3</sup> ] ***	≤ 40	≤ 40	≤ 15	Deutliche Verschärfung durch Blaue-Engel-Prozedur
Staub-Partikelanzahl [Mio./cm <sup>3</sup> ] ***	--	--	≤ 5 ****	Neues Messverfahren, hohe Anforderung
CO-Massegehalt [mg/m <sup>3</sup> ] ***	≤ 1.250	≤ 1.500	≤ 500	Deutliche Verschärfung durch Blaue-Engel-Prozedur
OGC-Massegehalt [mg/m <sup>3</sup> ] ***	--	≤ 120	≤ 70	Deutliche Verschärfung durch Blaue-Engel-Prozedur
NOX-Massegehalt [mg/m <sup>3</sup> ] ***	--	≤ 200	≤ 180	Geringfügige Verschärfung durch Blaue-Engel-Prozedur

\* Messung der Werte nach einer erweiterten Prüfprozedur mit Anzünd-, Nenn- & ggf. Teillastphase – nicht direkt mit den weiteren Verordnungen vergleichbar  
 \*\* Freiwilliges Zeichen unter Beachtung, dass Kommunen und Städte diese Anforderungen lokal umsetzen wollen (Beispiel Berlin)  
 \*\*\* Bezogen auf 13 % O<sub>2</sub>, trockenes Abgas, normiert auf 0 °C & 1013 mbar  
 \*\*\*\* Grenzwert gilt ab 01.01.2024

DBI  
Gruppe

9 10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Motivation

- Vorteile der Holzfeuerung
  - Einsatz regional verfügbarer Rohstoffe (kurze Transportwege, Stärkung lokaler Wirtschaftskreise)
  - Unabhängige Brennstoffversorgung und Krisensichere Heizquelle
  - Grüner Brennstoff als Beitrag zum Klimaschutz, wenn emissionsarme Verbrennung & nachhaltige Nutzung gewährleistet wird
- Jedoch mit Nachteilen
  - Durch Holzverbrennung entstehen Emissionen (CO, OGC, PM, ...) mit klima- & gesundheitsschädigenden Auswirkungen
- Zusätzliche Verschärfung der Grenzwerte für Staub, CO sowie weiteren Parametern nach nationalen und europäischen Standards in der jüngeren Vergangenheit für Biomassefeuerungen:
  - Verbindlich seit 2015 2. Stufe der 1. BImSchV nach Anlage 4
  - Freiwillig seit 2020 Blauer Engel für Kaminöfen (DE-UZ 212)
  - Verbindlich seit 2020 EU Verordnung 2015/1189 (Eco-Design-Anforderungen Heizkessel)
  - Verbindlich seit 2021 Straffere Anforderungen für die Förderung von Biomasseanlagen nach BEG EM des BAFA
  - Verbindlich seit 2022 EU Verordnung 2015/1185 (Eco-Design-Anforderungen Einzelraumfeuerstätten)
  - Freiwillig seit 2022 Blauer Engel für Partikelabscheider (DE-UZ 222)
- Aktueller Stand der Technik
  - Entweder gibt es Katalysatoren als Einbauvarianten oder als nachgeschaltete Systeme
  - oder Staubabscheider als nachgeschaltete oder (seltener) in die Feuerstätten integrierte Systeme
  - Es gibt jedoch aktuell keine kombinierte Lösung, die für Feuerstätten (z.B. Blauer Engel) genutzt werden kann

DBI  
Gruppe

8 10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Motivation

- Kurz- bis mittelfristige Perspektive für Holzfeuerungen
  - Das freiwillige Zeichen „Blauer Engel“ wurde für Kaminöfen zum 01.01.2020 (DE-UZ 212) und für Partikelabscheider zum 01.01.2022 eingeführt (DE-UZ 222).
  - Die Ankündigung einzelner Kommunen und Städte sowie die Aufforderung durch Umweltverbände die Anforderungen des „Blauen Engel“ für Kaminöfen und ggf. für Partikelabscheider umzusetzen, macht künftig aus der Freiwilligkeit ggf. eine Verbindlichkeit und kann nur mit Emissionsminderungseinrichtungen erreicht werden.
    - » Beispiel Deutsche Umwelthilfe: „Kein Ofen ohne Filter“  
Quelle: [www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/kein-ofen-ohne-filter-deutsche-umwelthilfe-beantragt-filterpflicht-fuer-holzofen-in-ueber-100-staedten/](http://www.duh.de/presse/pressemitteilungen/pressemitteilung/kein-ofen-ohne-filter-deutsche-umwelthilfe-beantragt-filterpflicht-fuer-holzofen-in-ueber-100-staedten/)
  - Im Rahmen des BEG EM („BAFA“-Förderungen für Biomasse-Heizkessel und wasserführende Pelletöfen) wird bereits seit 2021 ein stärkerer Einsatz von Partikelabscheidern fokussiert und gefördert.

DBI  
Gruppe

10 10. Februar 2022

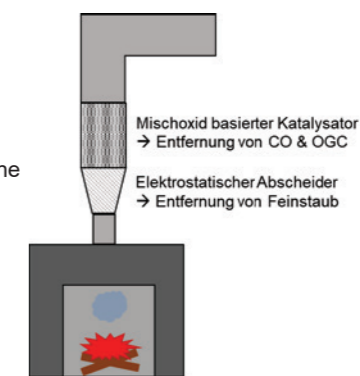
13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 Motivation
- 3 **Lösungsansatz / Ziel**
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 Projektinformationen
- 6 Zusammenfassung

## Lösungsansatz / Ziel

- Die Nachschalteinheit besteht aus zwei Hauptkomponenten:
  - Elektrostatisher Abscheider zur Staubentfernung
    - » Verhinderung von Druckverlusten durch mögliche Verstopfung der nachfolgenden Reinigungsstufe
    - » Technisch derzeit die sinnvollste Möglichkeit die Partikelanzahlkonzentration unter die Vorgaben nach dem „Blauen Engel“ für Kaminöfen zu senken
    - » Unterbinden der Deaktivierung der reaktiven Katalysatoroberfläche
  - Abgasreinigung mittels Katalysator nach dem Abscheider basierend auf Mischoxiden
    - » Reaktiv für Gasaufbereitung
    - » Kostengünstiger Katalysator
    - » Nicht toxisch
    - » Katalysator wird durch Platzierung nach dem Abscheider niedrigeren Temperaturen und Staubanteilen ausgesetzt → erhöht die Lebensdauer



## Lösungsansatz / Ziel

- Idee: kombiniertes, aufeinander abgestimmtes Reinigungssystem zur Entfernung von Staub sowie Oxidation von weiteren Abgasbestandteilen → bisher existiert im Markt kein simultanes, aufeinander abgestimmtes Reinigungssystem
- Ziel: Nachweis der Funktionsfähigkeit einer Nachschalteinheit an einem Labormuster für Einzelraumfeuerstätten und ggf. auch für Heizkessel für Holzfeuerungen
- Vorteile:
  - Verbesserung des Ansatzes einer Nachschalteinheit:
    - » Die Emissionsminderungstechnik (Sekundärmaßnahme) sitzt komplett außerhalb der Feuerstätte
    - » Bestehende typgeprüfte RLU-Feuerstätten mit automatischer Verbrennungslufteinrichtung und ohne Katalysator können ohne Entwicklungsaufwand mit Nachschalteinheit versehen und nach dem „Blauen Engel“ für Kaminöfen geprüft und vertrieben werden.
  - Relativ schnelle Umsetzbarkeit in Verbindung mit einer Feuerstätte, da lediglich ein Quick-User-Guide erstellt werden muss, nach welchem der komplette Betriebszustand (Anzündphase, Nennlast, ggf. Teillast) geprüft wird
- Zwei Hauptkomponenten der Nachschalteinheit → siehe nächste Folie

## Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 Motivation
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 **Arbeitsinhalte**
- 5 Projektinformationen
- 6 Zusammenfassung

## Arbeitsinhalte

1. Literatur- und Patentrecherche zu den neuesten Entwicklungen & Anforderungen
2. Synthese, Charakterisierung und Immobilisierung der Mischoxidkatalysatoren
3. Katalysortestung zur Elimination von Schadstoffen (CO, OGC) im Labor
4. Aufbau eines kombinierten Abgasbehandlungssystems (Staubabscheidung & katalytische Abgasbehandlung)
5. Test des Gesamtsystems mit Realgas
6. Gesamtbetrachtung und Handlungsempfehlungen



15

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Projektinformationen

- Förderprogramm: INNO-KOM MF des BMWK mit EURONORM GmbH als Projektträger
- FKZ: 49MF210144
- Geplante Projektlaufzeit: 30 Monate
- Förderquote: 70 %
- Einberufen eines projektbegleitenden Ausschusses
- **Es wird nicht für ein einzelnes Unternehmen oder Verband sondern für alle Partner aus der Feuerstätten-Branche entwickelt.**
- Hauptbearbeiter der DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg sind:
  - Gesamtprojektverantwortlichkeit inkl. Koordinierung, Berichtsleistungen A. Hänel
  - Synthesen, Struktur-Aktivitäts-Korrelationen J. Schipek
  - Katalysatoruntersuchungen L. Siebenhüner
  - Projektbegleitende Messungen
- Abgrenzung aufgrund Sonderstellung Prüflabor
  - Die Abteilung DVGW-Prüflaboratorium Energie darf als Notifizierte Stelle nach der EU BauProdVO 305/2011 und als akkreditiertes Prüflabor nach der DIN EN ISO/IEC 17025:2018 keine Forschung und Entwicklung an Einzelraumfeuerungsanlagen und Partikelabscheidern betreiben.
  - Daher führt das Prüflabor im Projekt lediglich projektbegleitende Messungen durch.
  - Eine fachliche und wirtschaftliche Weisungsfreiheit der Abteilung Prüflabor von übergeordneten Hierarchien (Geschäftsführebene und verschiedene Abteilungen) ist gegeben.
  - Diese Vorgehensweise wurde im Vorfeld rechtlich geprüft (u. a. EU CPR 305/2011, Art. 43 (3) / (4) / (5) / (8)) und kann bestätigt werden.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

EURONORM



17

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 Motivation
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 **Projektinformationen**
- 6 Zusammenfassung



16

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Projektinformationen

- Bisherige und weiterführende Zeitschiene:
  - 06.2021 – Beschluss der EFA e.V. zur Unterstützung des Projektes
  - Vorstellung des Projektes im Rahmen der Veranstaltung „Future Lab Holzheizung X Zukunftsworkshop X EFA“
  - 07.2021 – Antragseinreichung bei EURONORM
  - 08.2021 – Eingangsbestätigung durch EURONORM
  - 10.2021 – Letter of Intent (LoI) der EFA e.V. zur Co-Finanzierung (30 %) des Projektes durch Partner sowie beratende Unterstützung mittels projektbegleitenden Ausschuss
  - Klärungen administrativer Angelegenheiten mit EURONORM
  - 01.2022 – **Eingang des Zuwendungsbescheides**
  - Projektbeginn
  - 06.2024 – Voraussichtlicher Projektabschluss



18

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Agenda

- 1 Unternehmensvorstellung
- 2 Motivation
- 3 Lösungsansatz / Ziel
- 4 Arbeitsinhalte
- 5 Projektinformationen
- 6 **Zusammenfassung**



19

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Zusammenfassung

### Wie?

- **Werden Sie Mitglied im projektbegleitenden Ausschuss und unterstützen Sie das Projekt.**
- Weitere Informationen in Kürze über den EFA-Verband und bereits Online über die Projektwebsite:
  - <https://www.dbi-gruppe.de/eminkona.html>
- Ansprechpartner zum Projekt
  - EFA Europäische Feuerstätten Arbeitsgemeinschaft e.V. [mail@efa-europe.com](mailto:mail@efa-europe.com)
  - DBI – Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg [andreas.haenel@dbi-gruppe.de](mailto:andreas.haenel@dbi-gruppe.de)

### Engagieren und unterstützen Sie das Projekt!



21

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Zusammenfassung

### Was?

- Entwicklung eines technisch innovativen und **branchenoffenen** Emissionsminderungssystems, welches nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik für viele Einsatzfälle / Produkte im Bereich der Kleinfeuerungsanlagen geeignet ist.

### Warum?

- Proaktives Handeln, um aktuellen und künftigen Herausforderungen zu begegnen.
- Sicherung der eigenen Zukunft und die Zukunft einer ganzen Branche.

### Wer?

- Hersteller (Feuerstätten, Heizkessel und/oder Abgasanlagen)
- Zulieferer
- Branchenvereine / -verbände
- Forschungseinrichtungen
- Schornsteinfeger



20

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Zusammenfassung

### Welche Vorteile / Benefits ergeben sich durch das Projekt und für die Unterstützer?

- Entwicklung für die Branche → Einfluss auf die Randbedingungen der F&E-Arbeit durch Teilnahme am projektbegleitenden Ausschuss
- Sofortiger und vollständiger Zugang zu den Projektergebnissen
- Im Ergebnis entsteht **kein OEM-Produkt** sondern eine **Open-Source-Grundlage**, welche branchenoffen zur Verfügung steht.
- **Es wird nicht für ein einzelnes Unternehmen oder Verband sondern für alle Partner aus der Feuerstätten-Branche entwickelt.**
- Zeichen an Politik & Gesellschaft, dass nachhaltige Lösungen entwickelt werden
- Zeit- und Kostenersparnis durch gebündelte Maßnahme
- Keine eigene umständliche Fördermittelakquise
- Benennung der Unterstützer bei Konferenzen, Präsentationen, Veröffentlichungen und auf der Projektwebseite



22

10. Februar 2022

13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Projektleiter/Ansprechpartner

**Dr. Andreas Hänel**

Projektleiter Emin koNa

Tel.: +49 (0) 3731 4195 / 304  
E-Mail: andreas.haenel@dbi-gruppe.de

Vortragender

**Dipl.-Ing. (BA) Rico Eßbach**

Stellv. Prüfstellenleiter / Arbeitsgruppenleiter  
Festbrennstoffprüfung

Tel.: +49 (0) 3731 4195 / 316  
E-Mail: rico.essbach@dbi-gruppe.de

DBI - Gastecnologisches Institut gGmbH Freiberg  
Halsbrücker Straße 34 · D-09599 Freiberg

[www.dbi-gruppe.de](http://www.dbi-gruppe.de)

**DBI**  
Gruppe

 Energie mit Zukunft. Umwelt und Verantwortung.

Daniel Wohter, Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe RWTH Aachen

## Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen (Scheitholz) durch elektrostatische Abscheider und katalytische Einsätze – Zwischenergebnisse des Förderprojektes TeToxBeScheit

Daniel Wohter, Peter Quicker, Lisa Feikus, Manfred Möller  
Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe  
RWTH Aachen University  
Wüllnerstraße 2  
52062 Aachen  
Telefon: +49 (0)241 80-92624  
E-Mail: [wohter@teer.rwth-aachen.de](mailto:wohter@teer.rwth-aachen.de)

Einzelraumfeuerungsanlagen (ERF) für Scheitholz emittieren eine komplexe Mischung aus partikulären und gasförmigen Schadstoffen. Sie tragen nach wie vor zu einem erheblichen Anteil an der Luftschadstoffbelastung in Deutschland bei. Insbesondere die Emissionen feiner und ultrafeiner Rußpartikel sowie organischer Schadstoffe, z.B. polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), sind zu einem hohen Maße auf ERF zurückzuführen.

Mit der Verabschiedung des Umweltzeichens „Blauer Engel für Kaminöfen“ haben der Einsatz und die Weiterentwicklung von technischen Minderungsmaßnahmen für ERF eine neue Dynamik erhalten. Die im Umweltzeichen festgeschriebenen Emissionsstandards sind ohne den Einsatz von effizienten technischen Minderungsmaßnahmen nicht einzuhalten. Das vom BMEL durch die FNR geförderte Verbundvorhaben „Kombinierte technische und toxikologische Bewertung von Emissionsminderungsmaßnahmen für Scheitholzfeuerungen“ (TeToxBeScheit) setzt an diesem Punkt an und fokussiert die Bewertung marktverfügbarer technischer Minderungsmaßnahmen wie elektrostatische Abscheider, katalytisch wirkende Einsätze und elektronische Ofenregelungen. Dazu werden messtechnische sowie human- und ökotoxikologische Methoden für eine kombinierte Bewertung zusammengeführt.

Die Zwischenergebnisse des Vorhabens zeigen ein hohes Minderungspotential der untersuchten technischen Maßnahmen gegenüber partikulären und gasförmigen Schadstoffen. Insbesondere konnte eine deutliche Reduzierung der PAK-Emissionen sowohl durch katalytisch wirkende Einsätze als auch durch elektrostatische Abscheider nachgewiesen werden. Die Daten deuten zudem darauf hin, dass ein am Abgasstutzen der Feuerung positionierter elektrostatischer Abscheider im Vergleich zu einer Mündungs-basierten Variante ein ähnlich gutes Minderungspotential aufweist, obwohl bei den am Abgasstutzen vorherrschenden Temperaturen (ca. 300 °C) nur ein geringer Anteil der PAK partikelgebunden vorliegt. Der Vortrag stellt die Zwischenergebnisse und die ihnen zu Grunde liegenden messtechnischen und analytischen Methoden zur Diskussion.



## Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen durch elektrostatische Abscheider und katalytische Einsätze

Daniel Wohter, Lisa Feikus, Peter Quicker  
Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe (TEER)  
RWTH Aachen University



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



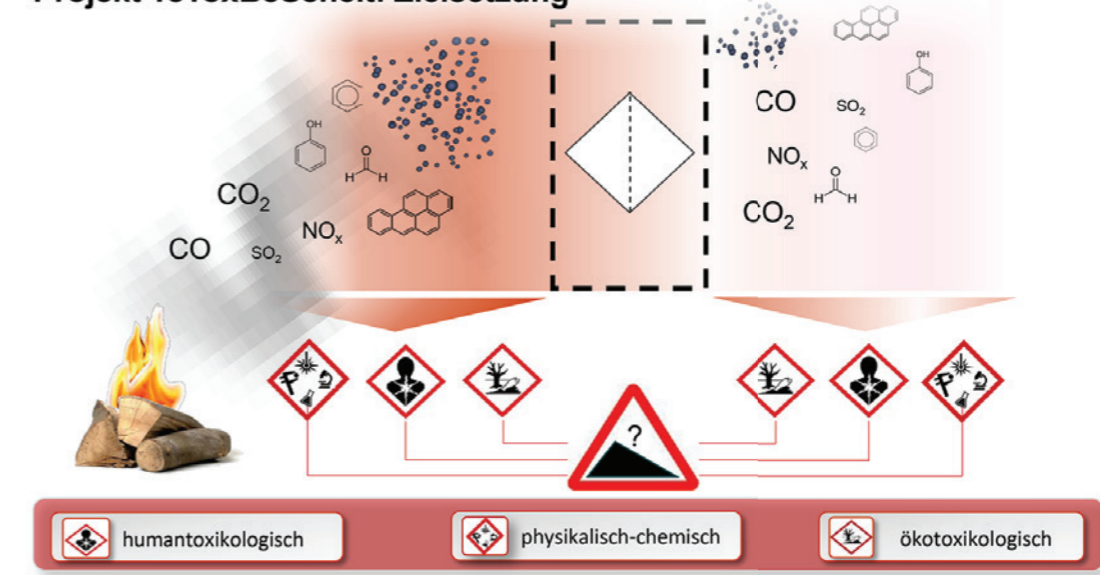
FKZ: 22041118

13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022



### Hintergrund

#### Projekt TeToxBeScheit: Zielsetzung



2 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022



## Hintergrund

### Projekt TeToxBeScheit: Toxikologische Untersuchungen

Quelle Bilder: UBA

3 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

TER | RWTH AACHEN UNIVERSITY

## Hintergrund

### Toxikologische Untersuchungen: Air-Liquid-Interface Exposition (ALI)

Quelle Bilder: Vitrocell

4 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

TER | RWTH AACHEN UNIVERSITY

## Hintergrund

### Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

- organische Substanzen = Zersetzungsprodukte und Syntheseprodukte
- Holzbrennstoffe haben aromatische, aber keine polyzyklischen Strukturen
- PAK sind Syntheseprodukte, eng verknüpft mit Rußbildung
  - Bedingungen für die PAK Bildung
    - Sauerstoffmangel (pyrolytische Bedingungen) und
    - hohe Temperaturen (Ringzahl steigt mit schärferen Bedingungen)
- 2 grundlegende Bildungswege bei der Holzverbrennung
  - Zersetzung von Lignin als Ausgangsbasis + Kondensationsreaktionen
  - Ethin und Butadiene als Bausteine
- Zustand im Abgas
  - gasförmig
  - ad- und absorbiert auf Partikeln
  - auskondensiert

5 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

TER | RWTH AACHEN UNIVERSITY

## Material und Methodik

### Versuchsaufbau, Probenahme und Analytik

TER | RWTH AACHEN UNIVERSITY



### Material und Methodik

#### Feuerung, Katalysator, E-Abscheider: Einsatzbedingungen

- **Feuerung**
  - „Standard“-Feuerung, 6 kW
  - Fa. Skantherm
  - erfüllt 1. BImSchV, 2. Stufe
- **Katalysator**
  - Fa. Blue Fire
  - Pt/Pi/MnO: 40 g/ft<sup>3</sup>
  - Einsatz ohne Bypass
- **elektrostatischer Abscheider**
  - Fa. Oekosolve: Oekotube Inside
  - Spannung = 25 kV
  - Elektrode = 40 cm

7 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

**TER** | RWTH AACHEN UNIVERSITY

### Material und Methodik

#### Probenahme: Übersicht

9 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

**TER** | RWTH AACHEN UNIVERSITY

### Material und Methodik

#### Versuchsaufbau

- Vollverdünnungstunnel
- Regelung Verdünnung über CO<sub>2</sub>
  - Messung unverdünnt:
    - NDIR (SICK GMS 800)
  - Messung verdünnt:
    - NDIR (LI-COR LI-840A)

8 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

**TER** | RWTH AACHEN UNIVERSITY

### Material und Methodik

#### Probenahme: Partikelmasse und PAK

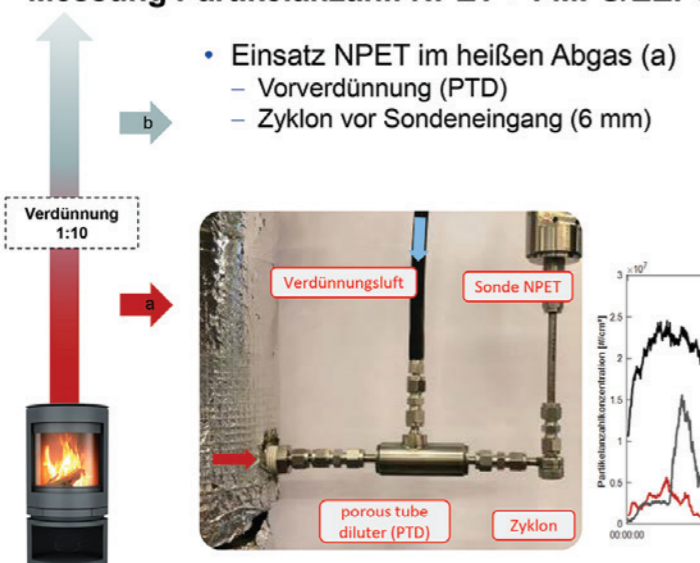
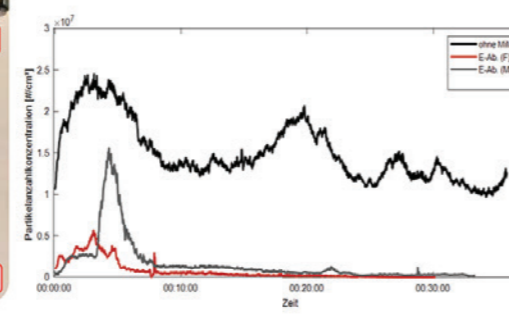
10 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

**TER** | RWTH AACHEN UNIVERSITY

### Material und Methodik

#### Messung Partikelanzahl: NPET + FMPS/EEPS

- Einsatz NPET im heißen Abgas (a)
  - Vorverdünnung (PTD)
  - Zyklon vor Sondeneingang (6 mm)

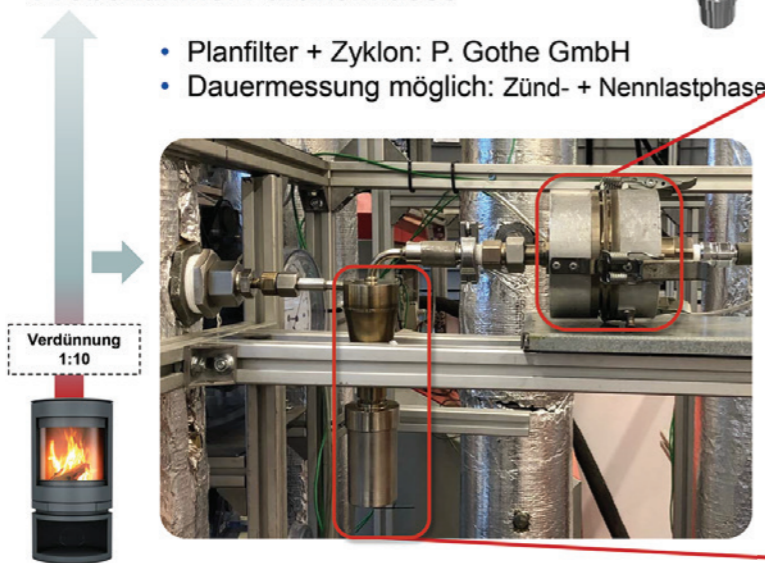
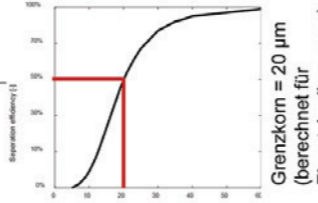
Quelle Bild: TSI

11 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

### Material und Methodik

#### Probenahme: Partikelmasse

- Planfilter + Zyklon: P. Gothe GmbH
- Dauermessung möglich: Zünd- + Nennlastphase

Grenzkorn = 20 µm (berechnet für Einsatzbedingungen)

Quelle Bild: P. Gothe

12 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

### Material und Methodik

#### Probenahme + Analytik: PAK

- Methodik A: nur partikuläre PAK
  - Probenahme
    - isokinetisch, 2 m<sup>3</sup>/h<sub>i,N.tr.</sub>
    - Filter (PTFE/Quarz) + Zyklonpartikel
  - Extraktion: hohe Extraktionseffizienz für PAK > 4 Ringe
    - Liquid Pressure Extraction (LPE): 100 bar, 100 °C, Dichlormethan und Methanol (1:1)
  - Analytik
    - GCxMS (Full-Scan) → 16 EPA PAK + o/n-PAK
- Methodik B: Schnelles Screening (gas + partikuläre PAK)
  - Probenahme
    - nicht isokinetisch, orthogonal, 1 l/min<sub>i,N.tr.</sub>
    - Kartusche mit Glasfaserfilter und XAD-4
  - Extraktion: schwächere Extraktion für PAK > 4 Ringe
    - Ultraschall, Dichlormethan und Methanol (1:1)
  - Analytik
    - GCxMS → 16 EPA PAK

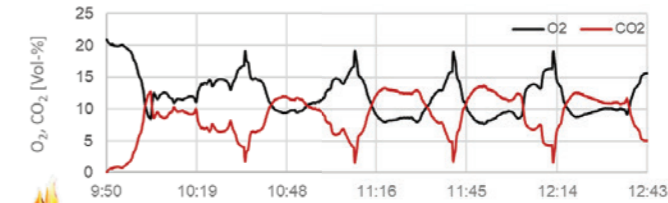
Zwischenergebnisse: dieser Vortrag

13 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

### Material und Methodik

#### Versuchsdurchführung PAK-Messung

- Probenahmezeitraum
  - Zündphase
    - Kaltstart + 1. Auflage
      - Primärluft/Sekundärluft
  - Nennlastphase
    - 3 x Nennlastauflage
      - Sekundärluft
  - Nachlegen
    - CO<sub>2</sub> < 4 Vol-%
- Brennstoff
  - Buchenholz, keine Rinde
  - Feuchte: 12 % (+/- 2 %)
  - Auflage: 2 Scheite, parallel zur Scheibe
- Kaminzug
  - 12 Pa (durchgehend, kein Naturzug)




Zündphase: Kaltstart (2x400 g + 4x100 g) + 1. Auflage (2x600 g)

Nennlastphase: 3 x Auflagen (2x 600 g)

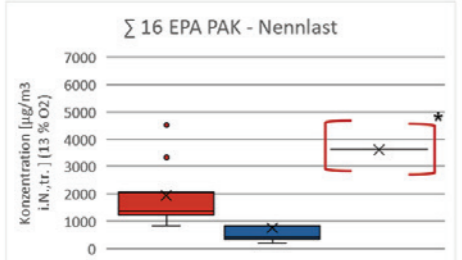
14 von 34 Minderung von PAK-Emissionen aus Einzelraumfeuerungsanlagen  
Daniel Wohter | Lisa Feikus  
13. Fachgespräch Partikelabscheider | online | 10.02.2022

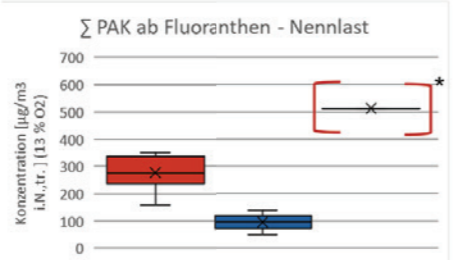
## Ergebnisse

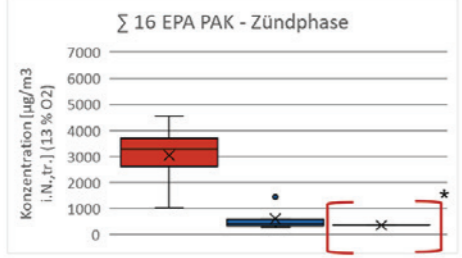


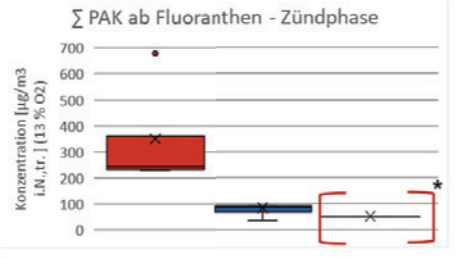
## Ergebnisse

### Minderung Katalysator (ohne Bypass): Ergebnisse











■ Rohgas (ohne MiMa) ■ Katalysator ■ Dummy-Kat\*

\* Dummy-Kat = Einsatz Schaumkeramik ohne katalytische Beschichtung, jeweils nur je eine Messung




## Ergebnisse

### Minderung E-Abscheider

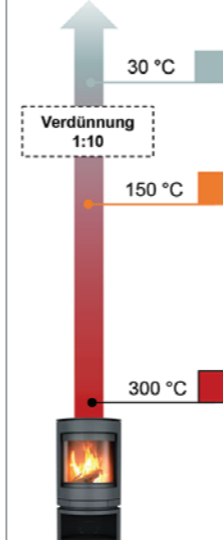


- **Fragestellung:** Positionierung des Abscheiders für optimale PAK- Abscheidung → **Mündung vs. Feuerungsaufsatz**
- **Arbeitshypothese zu Beginn der Untersuchungen**
  - PAK mit absinkender Temperatur vermehrt partikelgebunden
    - Kondensation + Ab-/adsorption
  - PAK werden vorwiegend zusammen mit Partikeln abgeschieden
- **Effizientere Abscheidung an der Mündung vermutet**

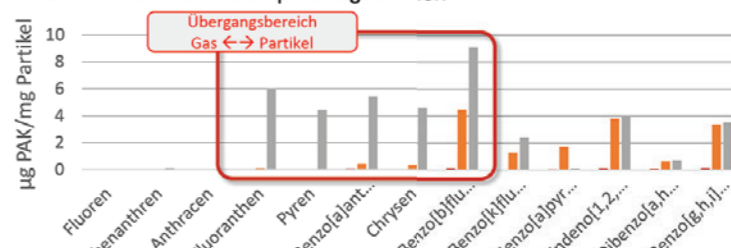



## Ergebnisse

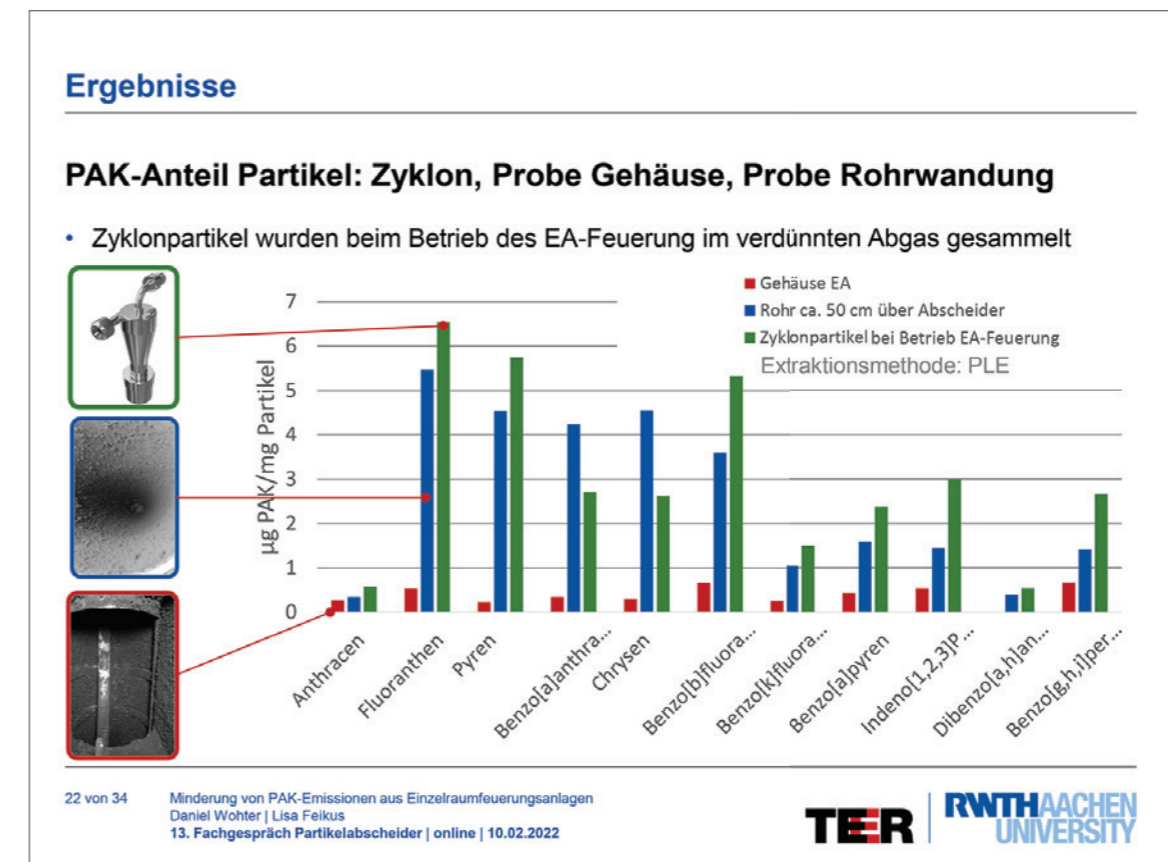
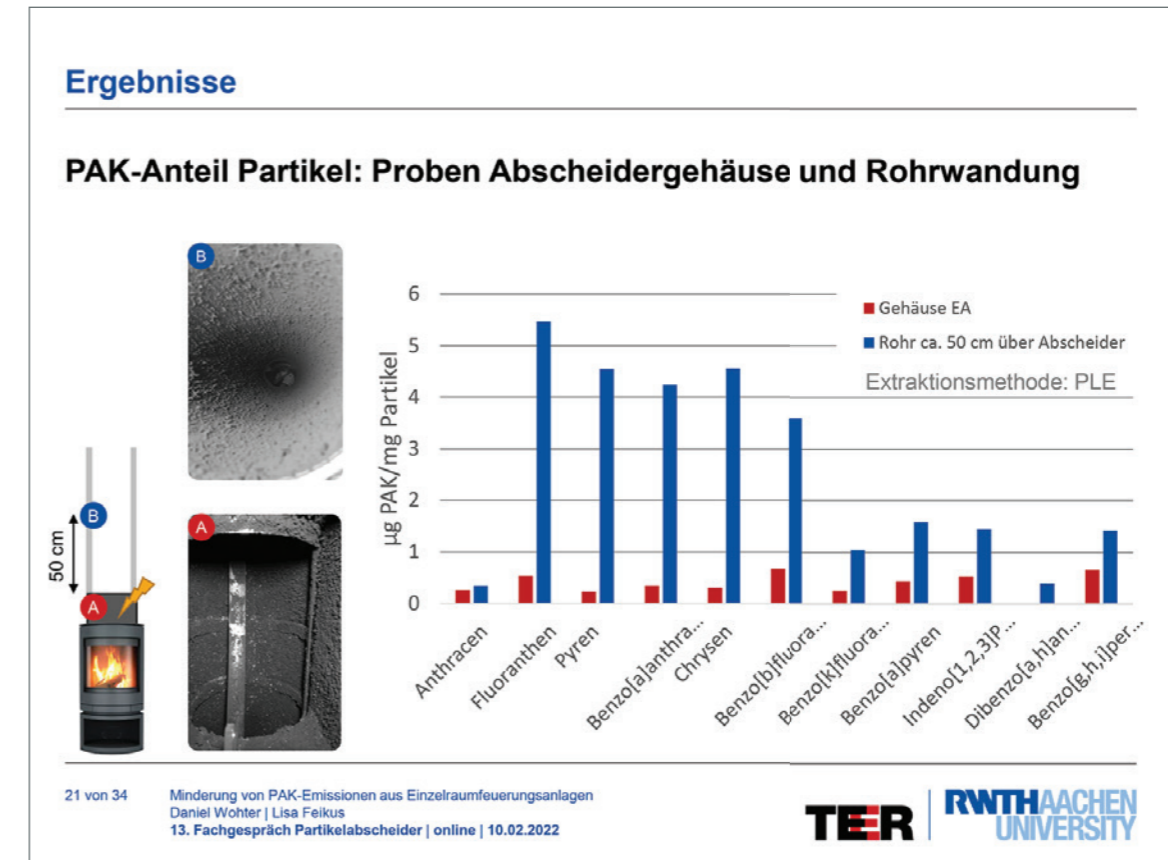
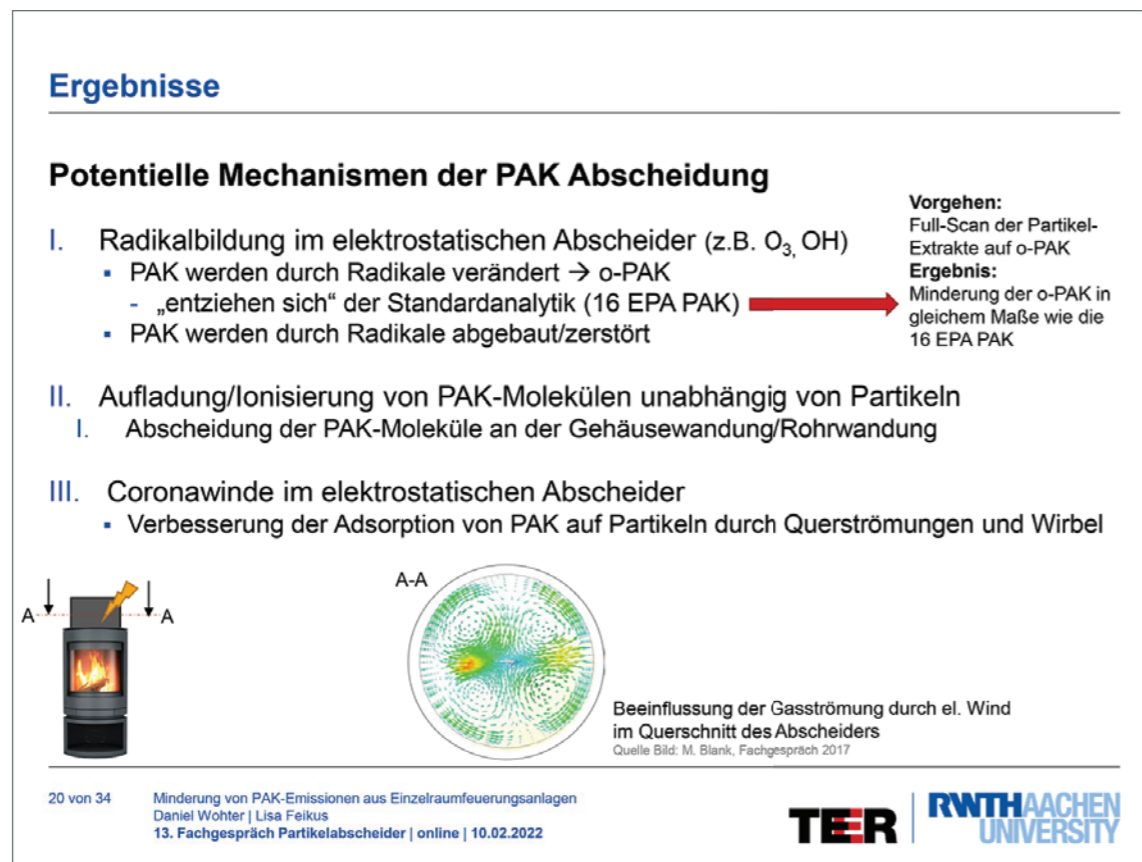
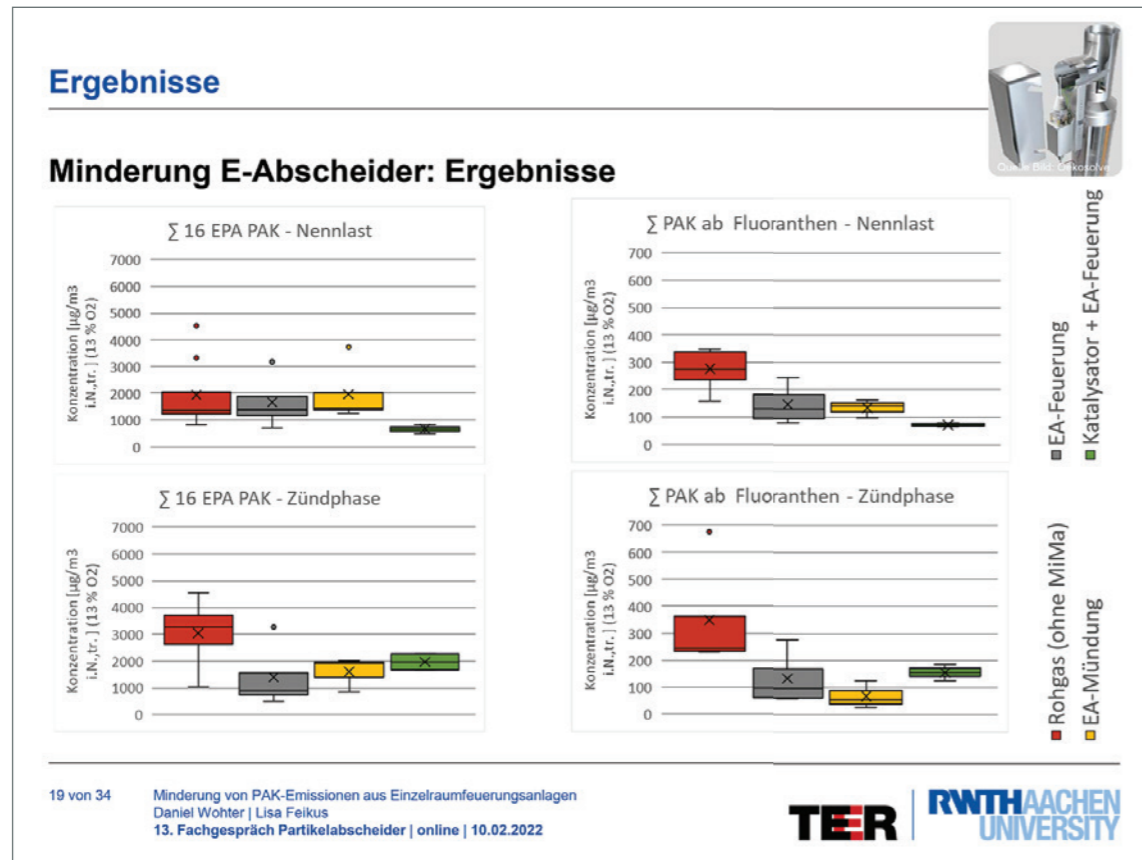
### Minderung E-Abscheider: Voruntersuchungen



- **Untersuchungen zum PAK-Anteil auf Partikeln in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen (Temperatur/Abgasweg, Verdünnung)**
  - **Vorgehen:**
    - **Parallele Partikelprobenahme** auf Filter (300 °C, 150 °C, verdünnt bei 30 °C)
    - **Extraktion und Analyse der 16 EPA-PAK**
  - **Ergebnis für Probenahme:**
    - 300 °C: PAK kaum partikelgebunden
    - 150 °C: PAK ab Benzo[b]fluoranthren merklich partikelgebunden
    - 30 °C: PAK ab Fluoranthren partikelgebunden







## Fazit/Ausblick

### Ergebnisse und Bewertung

- feuerungsnaher E-Abscheider: merkliche Minderung für PAK > 3 Ringe
    - Ausnahme Zündphase: Minderung auch für PAK < 3 Ringe erkennbar
  - Katalysator (ohne Bypass): signifikante Minderung für PAK < und > 3 Ringe
  - Kombination Kat + E-Abscheider (Feuerung): kaum Vorteil bei Vergleich zu Kat.
- Ergebnisse = Zwischenergebnisse der Voruntersuchungen im Projekt
- Datenpunkte noch begrenzt (4-8 Messungen pro Untersuchungspunkt)
  - Messunsicherheiten von 10 - 50 % (abhängig von Höhe des Wertes)
  - prozessimmanente, feuerungsseitige Schwankungen der PAK Werte

## Fazit/Ausblick

### Ausblick

- laufende Arbeiten
  - Auswertung der Wiederholungsversuche (2. Expositionskampagne: Mitte/Ende 2021)
    - doppelte Probenahme PAK (Methode A + B)
  - experimentell gestützte Ergründung der Abscheidemechanismen von PAK
- ausstehende Arbeiten
  - Untersuchungen zum Einfluss der Ofenregelung ...
    - auf PAK-Emissionen
    - auf nachgeschaltete Minderungsmaßnahmen
  - Bewertung weiterer Feuerungen und Abscheider → Einordnung der aktuellen Ergebnisse

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Daniel Wohter, Lisa Feikus  
RWTH Aachen University  
52056 Aachen

[www.teer.rwth-aachen.de](http://www.teer.rwth-aachen.de)

Prof. Dr. Ingo Hartmann, Deutsches Biomasseforschungszentrum

## Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV)

Ingo Hartmann, Christian Thiel, Philipp Schneider, Alfons Fellner, Heinz Kohler, Xin Zhang, Ralf Moos, Gunter Hagen, Monika Steiner, Julia Herrmann, Frank Hammer  
Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH  
Torgauer Straße 116  
04347 Leipzig  
Telefon: +49 (0)341 2434-541  
E-Mail: [ingo.hartmann@dbfz.de](mailto:ingo.hartmann@dbfz.de)

Die zukünftige umweltfreundliche energetische Nutzung von Biomasse, insbesondere die Restholzverbrennung, wird nur möglich sein, wenn es gelingt, die Verbrennungsemissionen von toxischen Gaskomponenten und von mit organischen Verbindungen belastetem Feinstaub deutlich niedriger zu realisieren als dies derzeit der Fall ist.

Mit dem Einsatz innovativer sensorgestützter Verbrennungsluftkontrollverfahren, katalytischer Emissionsminderung und entsprechender zusätzlicher Abscheidetechnik sind Minderungsgrade von mehr als 80 % erreichbar. Allerdings sind bisher weder langzeitstabile Gassensoren zur kontinuierlichen Messung oxidierbarer Abgaskomponenten noch geeignete Oxidationskatalysatoren und effiziente Partikelabscheidetechnik ausreichend gut kommerziell verfügbar, so dass diese neue Technologie bei Kleinfeuerungsanlagen bisher keine breite Marktanwendung findet. Die Neuentwicklungen auf diesem Gebiet wurden in einem von der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) geförderten Projekt untersucht und entwickelt, um die „Next Generation Biomass Combustion Units“ mit sehr niedrigen Emissionen zu ermöglichen, die erstmals auch im praktischen Betrieb wesentliche Emissionsminderungsmaßnahmen versprechen. Die Rauchgasemissionen werden deutlich unter den aktuellen Grenzwerten der 1. BImSchV, der TA Luft und der MCPD-Richtlinie liegen. Die Wirksamkeit dieser Emissionsminder-

ungstechniken wurde im Rahmen des Forschungsvorhabens an zwei marktnahen, nicht kommerziellen Prototyp-Holzfeuerungen getestet:

1. Vollautomatischer Hackschnitzelkessel
2. Manuell beschickte Einzelraum-Scheitholzfeuerungsanlage

Die Minderung von organischen Abgasbestandteilen und Partikeln wurde unter Praxisbedingungen an einer handbeschickten Scheitholzfeuerungsanlage unter Verwendung der neuartigen sensorbasierten Verbrennungsluftregelung mit einem in das Verbrennungssystem integrierten Katalysator und dem zusätzlichen Einbau eines Elektrofilters untersucht. Auf dieser Basis wurde eine Demonstrationsanlage entwickelt und betrieben, in der die Feinstaubbelastung deutlich abnahm.

Am Hackschnitzelkessel wurde die Minderung toxischer Rauchgaskomponenten durch eine neuartige sensorgestützte Prozessführung mit einem an die Feuerungsanlage angepassten Feinstaubabscheider untersucht. Unter praxisnahen Betriebsbedingungen konnte der Feinstaubanteil erheblich gesenkt werden.

Deutsches Biomasseforschungszentrum



UVV – Umweltverträgliche Verbrennung



Gefördert durch:

 Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft




aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

**Entwicklung und Praxisdemonstration der nächsten Generation an Biomasseverbrennungsanlagen: Emissionsminderungsstrategien zur umweltverträglichen Verbrennung (UVV) auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen „UVV – Umweltverträgliche Verbrennung“**

**Ingo Hartmann, Christian Thiel, Philipp Schneider, Alfons Fellner, Heinz Kohler, Xin Zhang, Gunter Hagen, Monika Steiner, Julia Herrmann, Frank Hammer, Ralf Moos**

13. Fachgespräch Abscheider, 10.02.2022

Das Projekt UVV

**An Biomassefeuerungen sollen die aktuellen Grenzwerte der 1. BImSchV, der TA Luft und der MCPD-Richtlinie weit unterschritten werden durch:**

- In-situ-Hochtemperatur-Gassensorik
- Regelungstechnik (Luft und für Kessel auch Brennstoffzufuhr)
- Katalysator- und Abscheidertechnik

**Ziel: Nächste Generation Biomassefeuerungsanlagen entwickeln, die eine Emissionsminderung im Praxisbetrieb ermöglichen**

**Nachweis an zwei marktnahen nichtkommerziellen Prototypfeuerungen vom Typ:**

1. vollautomatischer Holzhackschnitzelkessel
2. handbeschickte Scheitholzeinzelraumfeuerungen

Projektziele UVV, 10.02.2022, Karlsruhe

### Partner UWW





Verbundpartner	Projektbeiträge	Unterauftragnehmer	Aufgaben der Unteraufträge
DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig	Projektleitung, Gesamtanlagenentwicklung, Regelungsentwicklung Kessel, Durchführung und Auswertung von Prüfstands- und Feldmessungen	Brunner GmbH ETE EinTechEngineering GmbH	Bereitstellung und Feldmessungen ERF Katalysatorentwicklung und Feldmessung Kessel
Hochschule Karlsruhe Institut für Sensor- und Informationssysteme (ISIS)	Entwicklung eines calorimetrischen Sensor-Chips für Abgasanwendungen, Bewertung der Sensitivität von CO/HC Gassensoren, die nach dem Mischpotentialprinzip arbeiten, Evaluation eines feldfähigen Mess- und elektrochemischen Regenerierverfahrens zum Langzeitbetrieb von CO/HC-Mischpotential-Gassensoren, Sensignalauswertung (Datenanalyse), Regelungsentwicklung ERF, Begleitung und Auswertung von Prüf-stands- und Feldmessungen.	Steinbeis-Transferzentrum Sensorik und Informationssysteme an der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft	Projektleitung und wiss. Begleitung der Beiträge des ISIS ab März 2020 durch Prof. Dr. Heinz Kohler nach dessen Pensionierung.
A.P. Bioenergie-technik GmbH	Kesselentwicklung, Abscheiderentwicklung, Feldanlagenbetreuung, SPS-Regelung	Assoziierte Partner Robert Bosch GmbH Sick AG	Aufgabe der Beiträge Bereitstellung und Beratung Sensortechnik Beratung bei Programmierung und Elektronik
Universität Bayreuth	Sensorentwicklung, Sensorintegration, Datenanalyse		
Lamtec GmbH	Sensorentwicklung hinsichtlich einer markverfügbaren preisgünstigen CO/HC-Sensoren		














3



### Zeitplan UWW Projektende







4

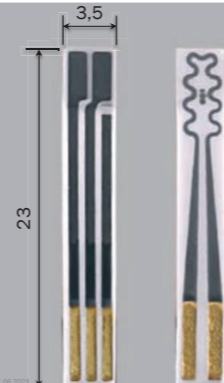
### Bewertung Langzeitstabilität CarboSen Lamtec

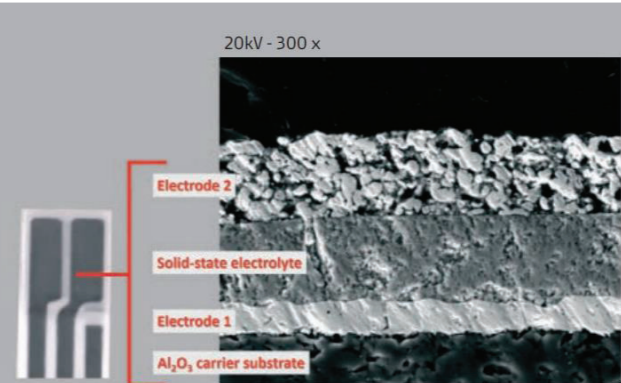





**LH68 Sensor von links nach rechts:**

- Elektrodenseite – Heizerseite – Elektroden gezoomt – SEM Bild mit Funktionsschichten





5

### Bewertung Langzeitstabilität CarboSen Lamtec




Im Rahmen des LHCon-Projekts wurden Mischpotential-Festkörperelektrolytsensoren entwickelt mit dem Ziel höchster H<sub>2</sub>-Empfindlichkeit. H<sub>2</sub> ist Bestandteil jedes Feuerungsabgases und korreliert mit anderen Produkten unvollständiger schlechter Verbrennung CO<sub>e</sub>.

Diese „LH“-Sensoren wurden im Rahmen eines umfassenden Screenings untersucht und im Vergleich mit Sensoren vom Stand d. Technik „CS1K“ und „CS10K“ bewertet bezüglich

- CO<sub>e</sub>-Sensitivität
- Drift

**Fazit:** Die Sensoren mit der Mischelektrodenvariation „LH40“ und „LH44“ zeigten die besten Ergebnisse. Sie wurden für UVV in ausreichender Stückzahl nachproduziert, in geeignete Gehäuse integriert und im Labor und Feld vermessen:

- LH40 -> LH64
- LH44 -> LH68





6

### Bewertung Langzeitstabilität CarboSen Lamtec

Nachfolgende Tabelle stellt Empfindlichkeit auf COe sowie Drift unterschiedlicher Sensor-Varianten im Vergleich dar:

	SensTEF (P=2,5W)		UVV (P=3W)		
	CS1K	CS10K	CS10K	LH64	LH68
Empfindlichkeit [mV/ppm]	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5
Drift* [%/h]	1,5	0,3	0,4	0,1	0,05

\*auf den Maximalwert bezogene Drift zwischen dem maximalen Sensorsignal und dem Endwert des Sensorsignals

- CS1K, LH64 und LH68 haben mit 0,5 mV/ppm die höchste Empfindlichkeit auf COe
- LH68 hat mit 0,05%/h die geringste Drift

**Fazit: LH68 wird für die Absolutwert-Regelung in UVV favorisiert.**

### Prozessintegrierte Regeneration der CO/HC-Sensoren (Patent des ISIS)

Konzept der Sensorstabilisierung vor Ort bei Betrieb im Abgasrohr

Hardware for on-site sensor regeneration

Heater control electronics with digital potentiometer

Elec.chem. working interface (Emstat Pico Development Kit, PalmSens)

### Regelungskonzept für Stückholzöfen des ISIS

Prozessparameter für Verbrennungsregelung

Primärluft: Sauerstoff-Abgaskonz. und Verbrennungstemperatur  
 Sekundärluft: Verbrennungstemperatur und CO/HC-Abgaskonz.

Sensoren

- ✓ Verbrennungstemperatur mit Thermoelement
- ✓ Messung des Sauerstoffs mit Breitbandlamdasonde (LSU 4.9, Bosch)
- Messung der CO/HC-Konzentration

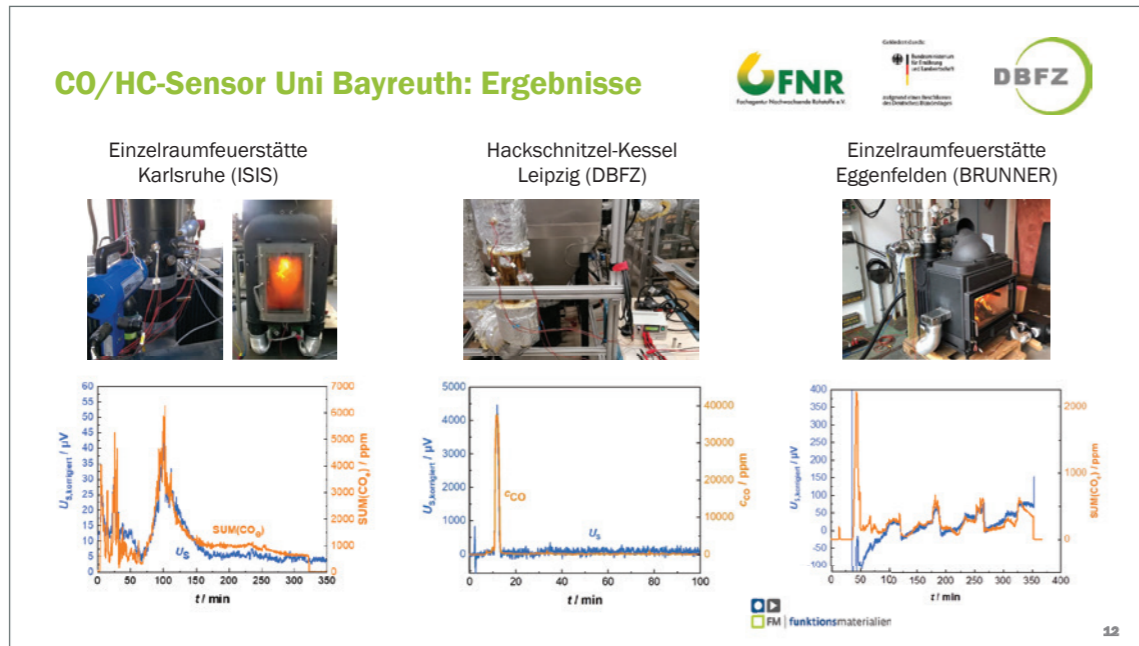
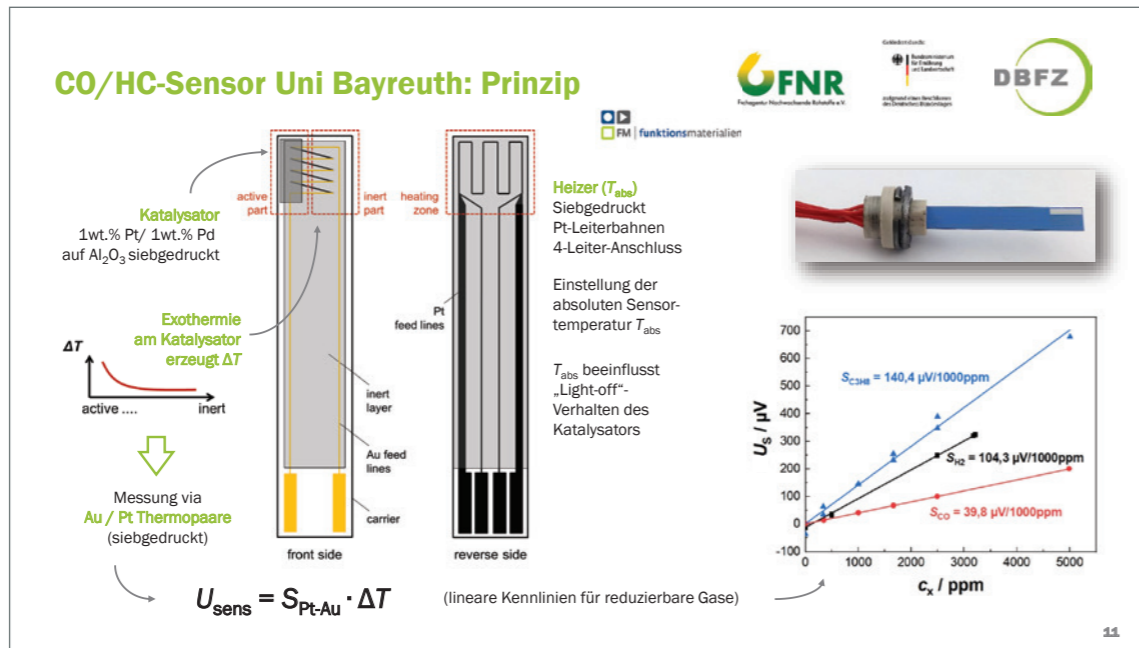
Vielversprechende Sensoren:

- Elektrochemischer Sensor (Au,Pt-YSZ - Mischpotentialsensor - CarboSen)
- Calorimetrischer Sensor (ISIS)
- Thermoelektrischer Sensor (Lehrstuhl f. Funktionsmaterialien, Uni Bayreuth)

### Experimenteller Aufbau zur Regelungsentwicklung am HKD7 (Brunner) mit Katalysator (Blue Fire) am ISIS

T-measurement after implementation of catalyst





### Emissionsarmer Kessel - Arbeiten

**Entwicklung eines Elektro-Abscheiders**  
für 88 kW Praxis-Anlage bei A.P. Bio in Hirschau  
für 49 kW Technikums-Anlage beim DBFZ in Leipzig

**Entwicklung einer SPS-Regelung** für Kessel und Abscheider  
Identische Regelung ist/wird an beiden Standorten installiert

**Feldtest und Überwachung** der 88 kW Biomasseheizanlage in Hirschau

13

### Emissionsarmer Kessel - ESP

14

### Emissionsarmer Kessel - Zwischenergebnisse




- Angabe der Ergebnisse bezieht sich auf den Zeitraum zwischen März 2021 und Juni 2021 (96 Tage)
- Als Brennstoff wurden handelsübliche Holzhackschnitzel eingesetzt
- Die automatische Heizanlage wird als Zentralheizung für Wohn- und Betriebsgebäude genutzt
- Vor dem Messzeitraum wurde der abgeschiedene Staub aus dem Abscheider entfernt, während des Zeitraums sonst kein manueller Eingriff.



Blick in den Abscheider:  
Gut erkennbar ist die schichtweise Staub-Ablagerung von jedem Betriebszyklus der Heizanlage



Betriebsarten - %-Anteile

Betrieb der Heizanlage erfolgt meist in Volllast



15

### Kessel mit SPS und E-Abscheider




- Ökotherm C0 49 kW (A.P. Bioenergietechnik GmbH)
- SPS (ETF Solutions GmbH)
- E-Abscheider (A.P. Bioenergietechnik GmbH)
- CO/HC Sensoren
  - 1 x LH64, 1 x LH68, Sensor Universität Bayreuth









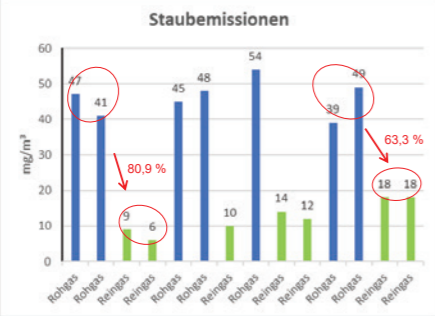




17


### Emissionsarmer Kessel - Zwischenergebnisse





Datum	mg/m³	Zustand
29.03.2021	47	Rohgas
	41	Rohgas
	9	Reingas
	6	Reingas
30.03.2021	45	Rohgas
07.04.2021	48	Rohgas
	10	Reingas
	54	Rohgas
	14	Reingas
	12	Reingas
09.04.2021	14	Reingas
	12	Reingas
	39	Rohgas
	49	Rohgas
13.04.2021	18	Reingas
	18	Reingas

- Erreicht wird ein durchschnittlicher Abscheidegrad von 73,1 %
- Rohgas  $\emptyset$  46,1 mg/m<sup>3</sup> → Reingas  $\emptyset$  12,4 mg/m<sup>3</sup>
- Die Einhaltung der gültigen Grenzwerte ist damit auch im Dauerbetrieb möglich!
- Weitere Messungen bestätigen auch die Einhaltung der Grenzwerte mit dem Brennstoff Miscanthus (Nr.8 - 1.BlmSchV) → Genaueres dann im Abschlussbericht des Projekts




18

### Kessel mit SPS und E-Abscheider

- SPS und Kessel laufen seit Inbetriebnahme ohne Probleme
- Brennstoffzuführung war mit ursprünglich verbautem Getriebe nicht kontinuierlich möglich
  - neues Getriebe wurde beschafft und eingebaut → kontinuierliche Brennstoffzuführung
- Sensoren LH64 und LH68 werden über die SPS ausgelesen
- Sensor Universität Bayreuth wird mittels separatem Datenlogger ausgelesen
- Softwareupdate ermöglicht Auslesen der Kesseldaten über SPS
  - Wärmemengenzähler, Luftmassensensoren (HFM7), Druck
  - alle für die Berechnung der Verbrennungsgüte benötigten Daten werden erfasst
- Integration des Elektroabscheiders



18

### Kessel mit SPS und E-Abscheider

- nach Sensitivitätsverlust zeigen Sensoren gute Übereinstimmung mit FT-IR
- Verhältnis von CO/HC hat großen Einfluss auf die scheinbare Sensitivität der Sensorik
- Kessel läuft nach Umstellung auf kontinuierliche Dosierung stabil
- Messungen mit CO/HC-Sensoren an Technikumsanlage werden fortgeführt
- **Parameterbestimmung für Regelungsvorbereitung**
  - Sensorik gegen Prüfgas messen (statische Parameterbestimmung)
  - Impulsantwort in der Anlage bestimmen (dynamische Parameterbestimmung)
- **Bestimmung der Verbrennungsgüte gemäß den Arbeiten im Vorgängerprojekt SenSTEF**
- **Integration Sensorparameter/Verbrennungsgüte SPS → Regelung/Wartungsmaßnahmen**



VC-Projektseiten UIV: 21.08.2021 19

### Zusammenfassung

**Multifuelkessel**

- Katalysatorintegration am DBFZ-Kessel
- Sensorintegration in Kesselregelung
- Kessel mit ESP
- Demonstrationsmessung in Hirschau

**Einzelraumfeuerung**


- Sensorik und ISIS-Regelung in Brunner-Feldanlage
- Katalysatoralterung an Feldanlage
- ESP-Integration von Oekosolve
- Demonstrationsmessung in Eggenfelden

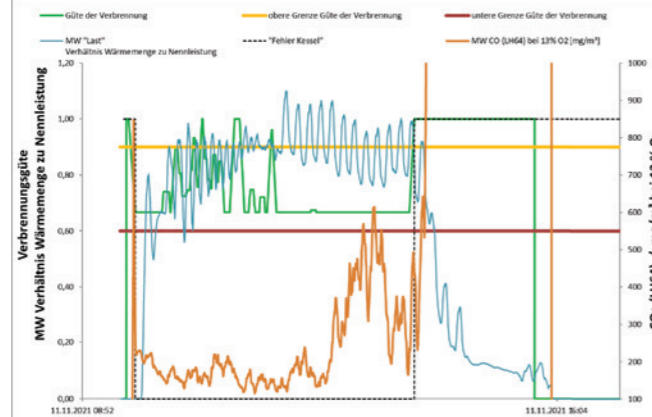


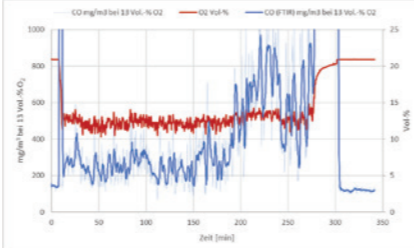
21

### Kessel mit SPS und E-Abscheider Beispieldaten Technikum vom 11.11.2021

- **Mit ESP und Katalysator (+Bypass)**








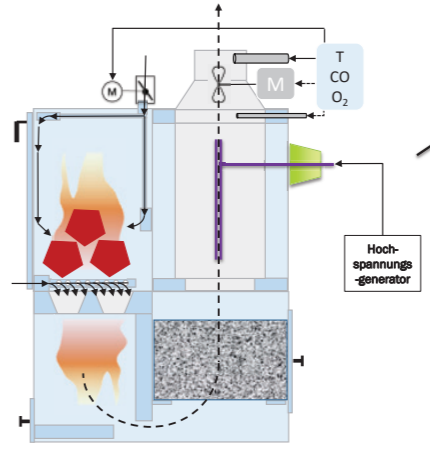
3 halbstündige Gesamtstaubmessungen in der Nennlastphase  
2 mg/m<sup>3</sup>, 3 mg/m<sup>3</sup>, 2 mg/m<sup>3</sup>  
→ Mittelwert = 2,3 mg/m<sup>3</sup> (13 Vol.-% O<sub>2</sub>)

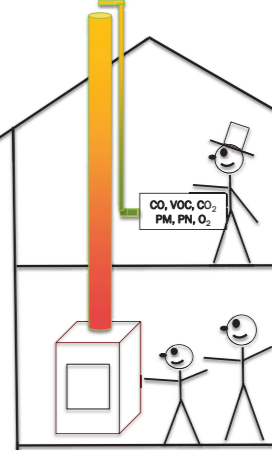
20

### Vorschlag „Feuerungskonzept der Zukunft“

- Brennraumneu- und -weiterentwicklung (z.B. Sturzbrand)
- Luftregelungen und Abgassensorik
- Feuerungsintegrierte Katalysatoren
- Anlagenintegrierte Abscheider
- Alternativ: Schornsteinintegrierte Abscheider
- Blauer Engel für Heizfeuerstätten
- Kontinuierliche Praxismessungen für alle Feuerungen







22

**Deutsches Biomasseforschungszentrum**  
gemeinnützige GmbH

**DBFZ**

**FNR**  
Forschungszentrum  
Leipzig

DFG  
DFG-Forschungsbereich  
für Erneuerbare  
Energien

**Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft**

**Dr. Ingo Hartmann**

**Ansprechpartner**  
Prof. 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](mailto:info@dbfz.de)  
[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

## *Herstellerforum: Aktuelle Produkte und Neuerungen*

Bernd Weishaar, Oekosolve AG

## Aktuelle Entwicklungen und Neuerungen von OekoSolve

Bernd Weishaar  
OekoSolve AG  
Schmelzweg 2,  
8889 Plons, Schweiz  
Telefon: +41 (0)81 5116300  
E-Mail: [bernd.weishaar@oekosolve.ch](mailto:bernd.weishaar@oekosolve.ch)

OekoSolve entwickelt und verkauft seit 2007 Lösungen zur Reduktion von Feinstaubpartikeln bei Holzfeuerungen. Es werden Produkte im Bereich der Einzelraumfeuerungen bis hin zu Industriefeuerungen angeboten. Aktuell werden Entwicklungen im Bereich der Integration von Partikelabscheidern in Holzfeuerungen und Einzelraumfeuerungen vorangetrieben. Für die Nachrüstung von Bestandsanlagen werden Abscheider entwickelt, die den Einbau an alternativen Einbauorten in bestehende Abgasanlagen ermöglichen.



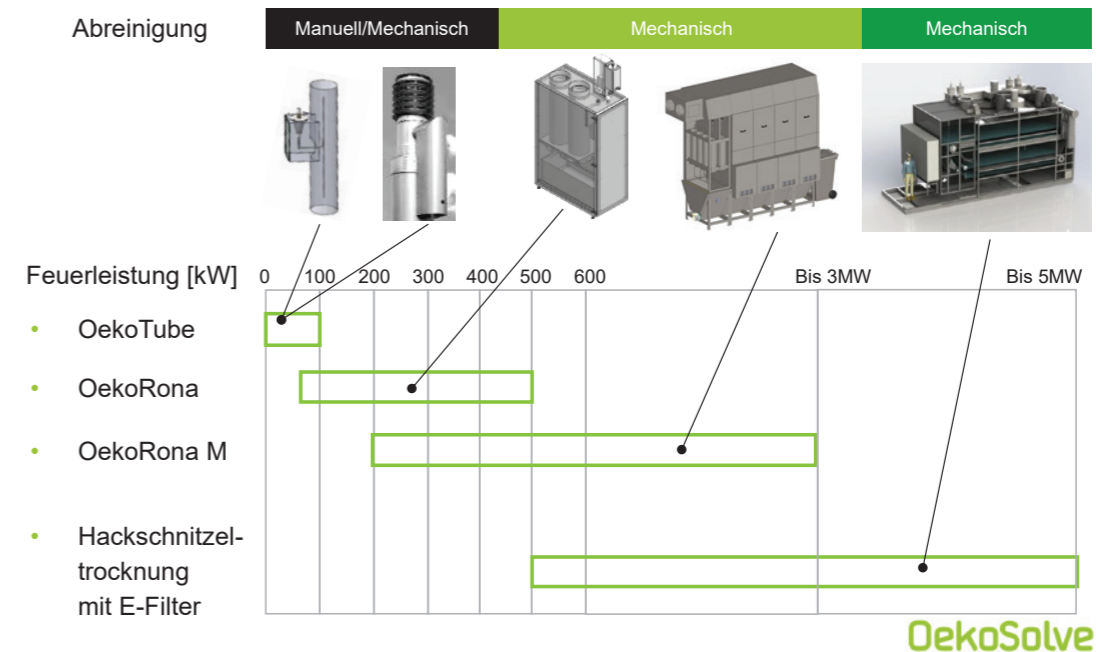
## Aktuelle Entwicklungen und Neuerungen OekoSolve

Bernd Weishaar

10. Februar 2022

**OekoSolve**

## Portfolio Elektrofilter OekoSolve



## OekoSolve AG

- Seit 2007 Hersteller von Einzelkomponenten und Elektrofilter für Holzfeuerungen bis 3MW
- Eigenentwicklung und Produktion von Hochspannung, Software, Elektronik und Mechanik
- 38 Mitarbeitende
- Hauseigene Teststände vom Kaminofen bis Industrieanlage
- Vertriebs- und Servicenetz europaweit
- 3 Servicestandorte in Deutschland
- 12 Gebietsvertretungen in Deutschland



OekoSolve

3

## Abscheiderintegration



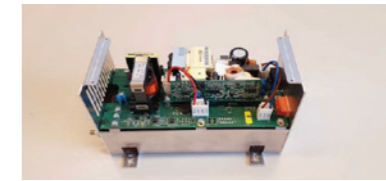
OekoSolve

4

## Erweiterung Komponenten Integration

### Hochspannungsmodule

- Spannungsbereich 10 - 60 kV
- Leistungsbereich: 10 - 750 W
- Schnittstellen: Mod-Bus RTU, CAN-Bus, Anlogschnittstellen 0-10 V, 4-20 mA
- Kundenspezifische Lösungen: Software, Regelverhalten, Bauform, etc.



### Aktuelle Weiterentwicklung:

- Entwicklung aktuell 60 kV max. 4 kW elektrischer Leistung
- Erweiterung Hochspannungsprüfstand



OekoSolve

5

## Erweiterung Komponenten Integration

### Isolatoren / HV-Verteilung

- Keramik-, Teflon-, Silikonisolatoren
- Hochspannungsverteiler
- Hochspannungskabel
- Erdungslanzen



### Aktuelle Weiterentwicklung:

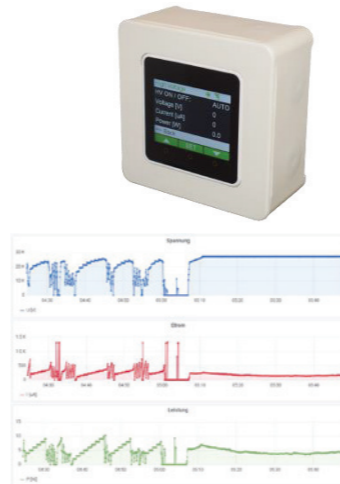
- Hausinternes Bearbeitungszentrum für Keramikisolatoren
- Hochtemperaturöfen zum Brennen von Keramik
- Neue Bauformen für kundenspezifische Lösungen (Integrationen)

OekoSolve

6

## Display und Steuerung für Abscheider

- Vorgabe für Blauer Engel – „Feuerungsmonitor“
- Schnittstellen für z.B. Abbrandsteuerung
- Integration über WLAN oder mobilen Hotspot
- Konfiguration über QR-Code mit Mobiltelefon
- Cloud Einbindung für Entwicklungsprojekte verfügbar
  - Optimale Betriebsparameter ermitteln
  - Verfügbarkeit nach FAQ 38 prüfen
- Einführung kommerzielle Cloudlösung noch offen

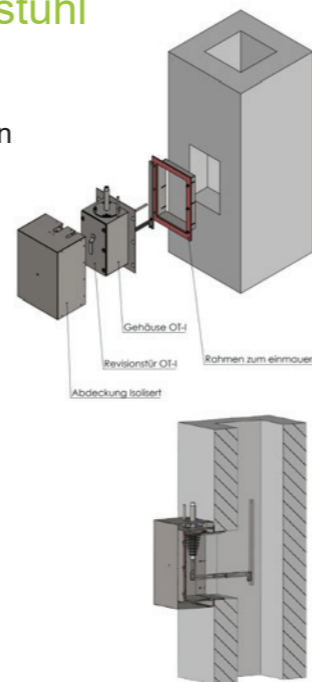


OekoSolve

7

## Einbauvarianten: Innenbereich / Dachstuhl

- Einbau im Innenbereich, vorwiegend im Dachstuhl
- Einbau über Putztüre mittels Adapter oder Einputzrahmen
- **Isolator seitlich ausserhalb Kernstrom angeordnet**  
=> weniger Verschmutzung
- Grosszügige Revisionsöffnung für Reinigung und Servicearbeiten
- Elektrode und Isolator können für Servicearbeiten einfach herausgenommen werden, ohne neu justiert zu werden
- DIBT-Zulassung für 2. Halbjahr 2022 geplant



OekoSolve

8

## Einbaubeispiel Dachstuhl



Bestehenden Rahmen herausstemmen



Einputzrahmen mit Mörtel befestigen



Einputzrahmen schafft Schnittstelle für Abscheider



Gehäuse mit Isolator und Elektrode an Rahmen befestigen



Revisionsdeckel auf Gehäuse



Verbindung zur Steuerung und Display

OekoSolve

9



Besten Dank für die Aufmerksamkeit

OekoSolve



Klaus Schmitt, Schröder Abgastechnologie

## Entwicklungsstand der Emissionsminderungseinheit „Future Emission Control“

Klaus Schmitt  
Schröder Abgastechnologie  
Hemsack 11-13  
59174 Kamen  
Telefon: +49 (0)162 434 2922  
E-Mail: [k.schmitt@schraeder.com](mailto:k.schmitt@schraeder.com)

Die neue Schröder Emissionsminderungseinheit Future Emission Control (FEC) ist ein Abscheider für Scheitholz-Einzelraumfeuerungen, der für den senkrechten Anschluss auf einen Kaminofen vorgesehen ist. Diese ofenaufstellungsraumbasierte Anordnung ermöglicht entweder eine typgeprüfte Funktionseinheit von Feuerungsanlagen und nachgeschalteten Abscheidern oder die Nachrüstung an geeigneten Feuerungsanlagen.

Der FEC besteht aus folgenden wesentlichen funktionalen Komponenten, die nacheinander vom Abgasstutzen der Feuerungsanlage in Richtung Schornsteinanschluss angeordnet sind:

1. Katalysator zur thermischen Nachverbrennung unvollständig verbrannter Abgasbestandteile
2. Zugbegrenzer mit bimetallgeregelten Drosselklappen
3. Elektrostatischer Staubpartikelabscheider

Die kompakte Einbauhöhe der Bestandteile ermöglicht einen bequemen Einbau durch den Austausch mit einem Standardrauchrohrbogen.

Die Kombination und Reihenfolge dieser drei Komponenten optimiert die Verbrennung, scheidet anschließend den Staub ab und reduziert dabei den Schadstoffausstoß besonders effizient.

Entwicklungsstand der Emissionsminderungseinheit  
Future Emission Control

Mit dem FEC von Schröder

- Primärverbrennung verbessern
- katalytisch nachverbrennen
- und Feinstaub abscheiden

SCHRÄDER ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“  
10. Februar 2022

Seite 1

Vergabekriterien Blauer Engel

BLAUER ENGEL  
DAS UMWELTZEICHEN

- Kaminöfen für Holz DE-ZU 212 und
- Staubabscheider für Scheitholz-Einzelraumfeuerungen DE-ZU 222

Abscheider, mündungsbasierte Außenmontage im Schornsteinkopfbereich

Im Schornstein integrierter Abscheider

Nachgeschalteter Abscheider

Schwenkbare Drosselklappen

Katalysatoren

Schröder Lösung mit FEC: Kombination der drei Einzelmaßnahmen

Nachrüstung: nach DE-ZU 222 Kaminöfen „alt“ und Schröder FEC

Typgeprüfte Einheit: nach DE-ZU 212 Kaminöfen „neu“ und Schröder FEC

SCHRÄDER ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“  
10. Februar 2022

Seite 2

### Aufbau

- Senkrechter Anschluss auf dem Abgasstutzen der Feuerungsanlage

**FEC Legende:**

- Rohgaseintritt
- Katalysatoren
- Drosselklappen
- Elektrode mit Halter
- Reingasaustritt
- Reinigungsstutzen oben und unten
- Fronttür
- Hochspannungseingang
- Feuerungsmonitor (Thermometer)
- Temperatursensor
- Schnell-Reinigungsöffnung

Optional: Sichtschutzhaube

Fronttür-Spannverschluss

Fronttür-Scharniere

Alle Schweißnähte des FEC sind mit einem Roboter lasergeschweißt.

**SCHRÄDER**  
ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 3

### Generelle Vorteile bei der Montage und Wartung

**Geringerer Montageaufwand**

- Kosteneinsparung durch Wegfall einer separaten witterungsbeständigen Stromversorgung und Reparaturschalter im Außenbereich
- Keine Anpassung der Schornsteinanlage erforderlich

**Einfachere Wartung**

- Regelmäßige Reinigung Verbindungsrohr Feuerungsanlage/Schornstein in Kombination mit **FEC**-Reinigung
- Keine zusätzlichen Wartungsvorgänge im Außenbereich oder komplizierte Reinigungen auf dem Hausdach

**SCHRÄDER**  
ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 5

### 3-stufiges Funktionsprinzip

- Kombination und Reihenfolge der Komponenten reduziert schädliche Emissionen bei der Entstehung (Verbrennungsoptimierung) und scheidet restliche Staubanteile effizienter ab

**Abgasstromrichtung**

**Sekundäre thermische Nachverbrennung mit KAT-Reihenschaltung**

Katalysatoreinheit  
Nutzt hohe Abgas-temperaturen auf dem Ofenstutzen (T400)

**Reguliert Zug abgastemperaturabhängig**

Drosselklappen-Zugoptimierer ohne kalte Nebenluft, mit indirekter Zulufregelung

**Elektrostatische Abscheidung mit hoher elektr. Spannung**

Abscheider für Reststaubanteile mit Stepperfunktion bis 30 kV

**SCHRÄDER**  
ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 4

### Vorläufige Prüfergebnisse: Auszug aus der Dokumentation der akkreditierten Prüfstelle RRF (Rhein Ruhr Feuerstättenprüfstelle)

Typprüfung Bullerjan Kaminofen B4 S mit Schröder FEC (August 2021 nach DE-ZU 212)

Emissionen von Verbrennungsprodukten bezogen auf 13% O<sub>2</sub> mit Prüfbrennstoff Scheitholz (Buche: Wassergehalt ca. 13%), U<sub>Abscheider</sub> = 20kV

Emissionen	Einheit (normierte Werte)	Prüfergebnisse			Maximalwerte
		Absolute Werte	Rechenwerte Prüfabchnitte <sup>2)</sup>	Abscheidegrad in % <sup>3)</sup>	Kaminofen mit integriertem Abscheider
Staub-Massegehalt	g/m <sup>3</sup>	0,015	0,011	70,3	0,015
Staub-Partikelanzahl	#/cm <sup>3</sup>	603.974	---	---	5.000.000 <sup>1)</sup>
CO-Massegehalt	g/m <sup>3</sup>	0,125	0,167	85,8	0,5
OGC-Massegehalt	gC/m <sup>3</sup>	0,043	---	---	0,07
NO <sub>x</sub> -Massegehalt	g/m <sup>3</sup>	0,110	---	---	0,18

<sup>1)</sup> Einhaltung des Maximalwertes ab 01.01.2024 vorgeschrieben  
<sup>2)</sup> Arithmetischer Mittelwert anhand dreier Abbrände gemäß Blauer Engel Vorgaben  
<sup>3)</sup> In Bezug auf die EN13240 Prüfung des Ofens ohne FEC

**SCHRÄDER**  
ABGASTECHNOLOGIE

FEINSTAUBMINDERUNG

DBFZ

TFZ

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

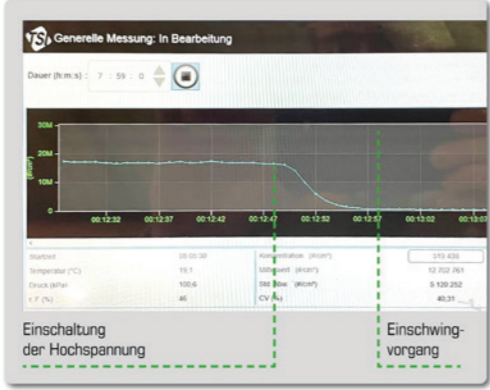
Seite 6

### Einfluss der „Elektrostatischen Staubabscheidung“ auf die Staubpartikelanzahl

Messbedingungen bei einer beispielhaften Aufzeichnung (Momentaufnahme mit ca.-Werten)

- Handeinschaltung der Hochspannung (U<sub>Abscheider</sub> = 20kV)
- Einschaltzeitpunkt ca. 12 Minuten, 47 Sekunden nach Messbeginn, Abgastemperatur 250°C
- Messbeginn erfolgte beim Anzündvorgang

Ergebnis: 17.000.000 ohne Abscheider;  
520.000 mit Abscheider  
=> ca. 97% Abscheidegrad



Messgerät: TSI NANOPARTICLE EMISSION TESTER, MODEL 3795-HC. Condensation Particle Counter (CPC) Technology. Solid particles from 23 nm to 1µm

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 7

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 9

### Reinigungsmaßnahmen des Betreibers

1. Schnellreinigung mit Quick-Cleaner
  - Indikation durch rote LED auf der Hochspannungssteuerung
  - Reinigungsdauer ohne Öffnung des FECs ca. 1 bis 2 Minuten
  - Empfehlung: Wöchentliche Ausführung
2. Staubsaugerreinigung bei Bedarf
  - Indikation durch rote LED, falls Schnellreinigung unzureichend war!
  - Reinigungsdauer ca. 5 Minuten
3. Komplettreinigung FEC anhand Wartungszyklus\* des Herstellers
  - Alle eingebauten Komponenten mit Staubsaugerbürste reinigen (Drosselklappeneinheit, Katalysatoreinheit, Isolator und Rauchrohrteile)
  - Reinigungsdauer ca. 20 Minuten



\* Wartungszyklus Basis: 6kW Heizleistung, 1,5kg/h, 3h/Tag, 150Tage/a, 4,5RM/a, Reinigungszyklus 1 / 500h. Ergebnis: 2,16 mal/a

13 Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“ 10. Februar 2022

Seite 8

# *Rahmenbedingungen*

Christian Tebert, Ökopol

## Der neue Blaue Engel für Staubabscheider für Scheitholz-Einzelraumfeuerungen

Christian Tebert, Ingo Hartman, Tobias Ulbricht  
Nernstweg 32-34  
22765 Hamburg  
Telefon: +49 (0)40 3910020  
E-Mail: [tebert@oekopol.de](mailto:tebert@oekopol.de)

Der Blaue Engel für Staubabscheider definiert seit Jahresbeginn 2022 erstmals anspruchsvolle Anforderungen an Geräte, die an bestehenden Scheitholzfeuerungen zur Staubminderung nachgerüstet werden können. Die Geräte werden unter Praxisbedingungen geprüft, die auch das Verhalten während der emissionsreichen Anzündphase mit bewerten. Während Abscheider für die Bauzulassung lediglich 30 % Abscheidung bei Nennlast erreichen müssen, verlangt der Blaue Engel eine Abscheidungsrate von 65 % bei Gesamtstaub und 80 % bei besonders gesundheitsschädlichem Feinstaub. Darüber hinaus müssen Zusatzfunktionen erfüllt werden, die den Betrieb während der Feuerung nachweisen und Wartungsbedarf anzeigen. Damit ist der Blaue Engel ein gutes Instrument für Kommunen, die in Wohngebieten besondere Auflagen zur Luftreinhaltung treffen wollen. Die Abscheider bewirken deutliche Verbesserungen, um den Betrieb von aufwändig eingebauten Grund- bzw. Speicheröfen weiter zu ermöglichen. Das Umweltzeichen ist somit eine Ergänzung zum Blauen Engel für Kaminöfen, der beim Austausch oder Neukauf dieser Scheitholzöfen eine besonders schadstoffarme Verbrennung ermöglicht.

Forschungskennzeichen 3720 37 303 1

## Der neue Blaue Engel für Staubabscheider für Scheitholzfeuerungen (UZ 222)



DBFZ/TFZ - 13. Fachgespräch, Leipzig, 10. Februar 2022



Christian Tebert, Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH  
Prof. Ingo Hartmann, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH  
Tobias Ulbricht, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

Projektbetreuung am Umweltbundesamt: C. Liesegang



## Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH

10.02.22

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



2 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blaue Engel Staubabscheider



10.02.22

## Hintergrund

### Luftbelastung durch Einzelraumfeuerungen

Sehr hoher Beitrag zur Luftbelastung, vor allem bei Inversionswetterlagen im Winter, bei besonderen Bausituationen, verstärkt durch Fehlbedienung

- ▶ Staub- (v.a. Feinstaub)-Ausstoß **deutlich höherer als bei Gas oder Öl**
- ▶ Feinstaub enthält besonders **hohen Anteil karzinogener Stoffe (PAK)**
- ▶ Rußpartikel haben starken Treibhauseffekt (**Transport bis in die Arktis**)
- ▶ Fehlbedienung durch z. B. zu wenig/zu viel Luftzufuhr, feuchtes Holz

### Regionale Verbote konventioneller Einzelraumfeuerungen

Städte und Gemeinde erlassen bzw. planen Verbote

- ▶ Nutzungsverbot in Luftreinhaltegebieten
- ▶ Errichtungsverbot in Neubaugebieten

} **Ausnahme:**  
Öfen mit Blauem Engel

---

3 DBFZ Fachgespräch 2/2022 - Blauer Engel für Staubabscheider

10.02.22

## Kaminöfen für Holz mit Blauem Engel (DE-UZ 212)

Seit 2020: beste Wahl bei Kaminofen-Austausch oder -Neanschaffung

- ▶ Besonders emissionsarmer Abbrand (nicht nur Feinstaub wird reduziert)
- ▶ Automat. Luftregelung (verhindert Bedienungsfehler bei der Luftzufuhr)






DROOF      SKANTHERM      HASE      WODTKE

<https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/kaminoefen-fuer-holz/kaminoefen>

---

4 DBFZ Fachgespräch 2/2022 - Blauer Engel für Staubabscheider

10.02.2022

## Warum ein Blauer Engel für Staubabscheider?

### Jury Umweltzeichen-Votum (Dez. 2019)

- ▶ Blauer Engel für **Kaminöfen** für Holz (DE-UZ 212) führt nur beim Austausch von **Kaminöfen** zur Verbesserung der Luftqualität. Keine Blauer Engel-Geräte bei Kachel-/Speicher-/Grundöfen oder Holzherden
- ▶ Bestehende Einzelraumfeuerungen, die 2013 Grenzwerte nicht erfüllten, dürfen mit **Staubabscheidern** gemäß dem Stand der Technik weiter betrieben werden, wenn Emissionen  $\leq 0,15 \text{ g/m}^3$  Staub und  $\leq 4 \text{ g/m}^3$  CO
- ▶ Blauer Engel wünschenswert für besonders effiziente **Staubabscheider**

### Projekt (Dez. 2020 - Dez. 2021)

- ▶ Auftrag des Umweltbundesamts (UBA) zur Kriterienerarbeitung
  - ▶ Leitung: Ökopol Institut für Ökologie und Politik GmbH Hamburg
  - ▶ Kooperationspartner: DBFZ Leipzig, Fraunhofer IBP Stuttgart
- ▶ Beschluss Jury Umweltzeichen über neue Kriterien (DE-UZ 222)

---


5 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider

10.02.2022

## Überblick Einzelraumfeuerungen-Austauschpflicht

### Übergangsregelung für Feststoff-Einzelraumfeuerungen (1. BImSchV § 26)

- ▶ Nachweis Staub/CO: Geräte-Prüfbescheinigung oder In-situ-Messung
- ▶ Fristen zur Stilllegung oder Staubabscheider-Nachrüstung, Errichtung



▶ z. B. 1985 - 1994 (17 %): bis 31.12.2020

▶ z.B. 1995 - 21.03.2010: (42 %): bis 31.12.2024

**= 6,5 Mio. Anlagen**

ab 22.03.2010 bis 31.12.2014 } Neugeräte

01.01.2015 bis 01.01.2019 } Neugeräte

**Alt- und Neugerätebestand 2019: ca. 11 Millionen**  
Quelle: Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks (ZIV 2019)

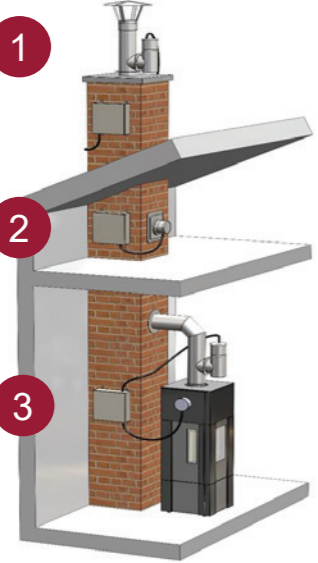
---

6 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider

10.02.2022

## Staubabscheider - Einbauvarianten, Anbieterbeispiele

1




2




OekoTube [Dach]  
(Oekosolve/CH)

Airjekt [Dach]



3



Uni Air Pure Air (Wolf/DE)

Airjekt [Innenraum]  
(Kutzner&Weber/DE)



Grafik: Fraunhofer IBP

7 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider




10.02.2022



## Herausforderungen beim Staubabscheidereinbau

- ▶ Elektrostatische Überschläge verursachen störende Geräusche

- 1 **Dach**
  - ▶ Schwieriger Zugang zur Reinigung, da häufig keine Schornsteinfeger-Trittstufen und -Standfläche
- 2 **Dachboden**
  - ▶ Nachträglicher Einbau schwierig, wenn Kamin gemauert wurde und wenn ein Dachboden-Ausbau für Wohnzwecke erfolgt ist
- 3 **Aufstellraum**
  - ▶ Nachträglicher Einbau kann optisch störend empfunden werden
  - ▶ Feinstaub-Reinigung im Wohnraum erfordert besondere Sorgfalt

Immer erforderlich: Neue Genehmigung der Abgasanlage mit Staubfilter

8 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider

10.02.2022

## Problem aller aktuell angebotenen Staubfilter

Flockenbildung am elektrostatischen Abscheider / Flockenaustrag

- ▶ Partikel akkumulieren an der Abgasrohr-Innenwand als Flocken
- ▶ Flocken werden mit dem Abgasstrom aus dem Kamin ausgetragen

Verbleib des Flockenaustrags

- ▶ Teilweise verbleiben die Flocken auf dem Dach und werden mit dem Regen in die Kanalisation getragen
- ▶ Teilweise gelangen die Flocken in die nahe Umgebung / Nachbarschaft

Flocken sind Grobstaub. Das heißt sie sind nicht lungengängig, können aber durch toxische Inhaltstoffe zu Verunreinigungen der Umgebung führen. Nachbarschaftsbeschwerden sind möglich und bereits aufgetreten.



Kaminofen-Rußflocken auf einer Terrasse  
(Symbolbild, nicht nach einem Staubfilter)

9 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider




10.02.2022

## Abscheideleistung - Stand der Technik

Feststellung bei der Eignungsprüfung durch zuständige Behörde oder Bauartzulassung (für Staubabscheider erforderlich gemäß 1. BImSchV)

- ▶ Bauartzulassung prüft vorrangig Sicherheitsaspekte (Brandgefahr, Gefahr durch Verstopfung und Rauchbildung im Wohnraum, etc.)
- ▶ Bauartzulassung erfordert einen Mindestabscheidegrad von **30 %**

VDI-Richtlinie 3670 nennt Stand der Technik (2016) bei Staubabscheidern

- ▶ Abscheidung bei 150-300 mg/m<sup>3</sup> Staub, 3000-8000 mg/m<sup>3</sup> CO: **≥ 50 %**
- ▶ Abscheidung bei 40-100 mg/m<sup>3</sup> Staub, 300-4000 mg/m<sup>3</sup> CO: **≥ 60 %**  
(1. BImSchV: Weiterbetrieb von Altanlagen bei ≤ 150 mg/m<sup>3</sup> Staub, ≤ 4 g/m<sup>3</sup> CO)

Ermittlung des Staub-Abscheidegrades mit DIN spec 33999

- ▶ DIN spec 33999 erfordert Messungen bei Nennlast
  - => Anzündphase wird nicht betrachtet
  - => Nichtbewertung zwischenliegender Abbrände ist gestattet

10 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider




## Ziele des Blauen Engels für Staubabscheider

10.02.2022

### Feinstaubminderung

- ▶ Rückhaltung von Staub ist das wesentliche Kriterium des Abscheiders
- ▶ Innerhalb der Staubkategorien (Gesamtstaub inkl. Grobstaub, Feinstaub, d.h. PM10, PM2,5) erfolgt besonders effiziente Minderung von lungengängigem Feinstaub mit aerodyn. Durchmesser < 10 µm

### Wartungs-/Bedienerfreundlichkeit

- ▶ Betriebsstunden, Störungen und Wartungsbedarf sind anzuzeigen
- ▶ Eigene Reinigung darf keine besonderen Fachkenntnisse erfordern. Staubfreisetzung bei der Reinigung muss minimiert werden

### Langlebigkeit

- ▶ Reparaturfähigkeit (Austausch einzelner Teile möglich)
- ▶ Ersatzteile bis zu 10 Jahre nach Produktionseinstellung verfügbar

11 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



## Überblick über die Vergabegrundlage

10.02.2022

1. Vorbemerkung, Hintergrund, Ziele, Begriffsbestimmungen
  2. Geltungsbereich
  3. Anforderungen
    - ▶ Anforderungen zur Staubabscheidung
    - ▶ Bauaufsichtliche Zulassung, Einbauvoraussetzungen
    - ▶ Verfügbarkeit des Staubabscheiders
    - ▶ Verhalten bei Störungen, Wartungsanzeige, Reinigung
    - ▶ Ressourcenschonung/Langlebigkeit (Reparaturfähigkeit, Ersatzteile)
    - ▶ Materialanforderungen, Verbraucherinformation
  4. Künftige Revision 5. Zeichennehmer 6. Zeichennutzung
- Anhang A: Regularien, Anhang B: Messverfahren zur Partikelanzahl

12 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



## Einbaubedingungen - Ziele und Kriterien

10.02.2022

- ▶ Staubabscheider mit Blauem Engel dürfen nicht eingebaut werden, wenn sie wegen hoher Emissionen voraussichtlich kaum wirksam sind.  
=> Einbau nur bei Nachweis 0,075 g/m<sup>3</sup> Staub auf Prüfstand oder  
=> Einbau nur bei Nachweis 0,15 g/m<sup>3</sup> Staub und 2,5 g CO  
bei In-situ-Messung gemäß 1. BImSchV (Staub = Gesamtstaub)  
Die Einhaltung dieser Voraussetzungen ist beim Einbau durch die Schornstiefegerin oder den Schornstiefeger nachzuweisen
- ▶ Staubabscheider mit Blauem Engel dürfen **nicht bei konventionellen neuen Kaminöfen nachgerüstet** werden, da alternativ auf dem Markt neue mit Blauem Engel ausgezeichnete Kaminöfen verfügbar sind.  
=> Die Zeichenerteilung für die Abscheider erfolgt für alle genannten Feuerarten im Geltungsbereich außer für Kaminöfen, die **nach dem 31. Dezember 2021** installiert wurden da für diese Kaminöfen das Umweltzeichen DE-UZ 212 existiert (höhere Emissionsminderung als nur durch Staubabscheider)

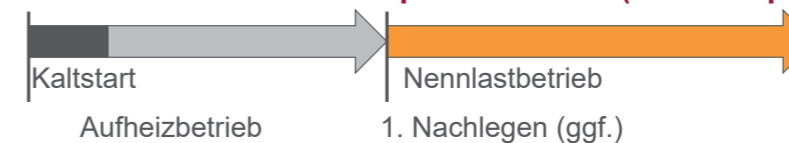
13 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



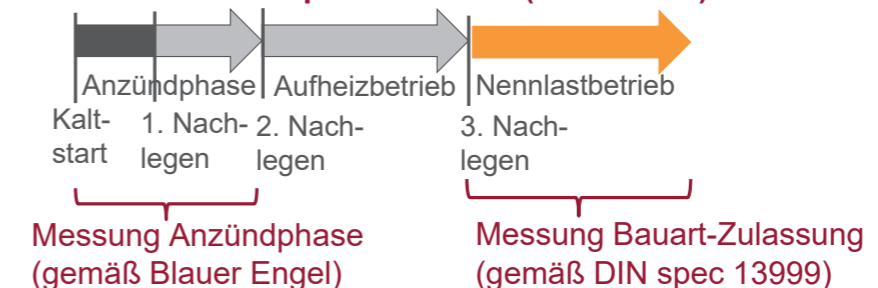
## Emissionen der Anzündphase mitmessen?

10.02.2022

### Praxisbetrieb Ofen mit Speichermasse (Grund-/Speicherofen):



### Praxisbetrieb Ofen ohne Speichermasse (Kaminöfen)



14 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider





## Wesentliche Argumente der Expertenanhörung 10.02.2022

- ▶ In der Anzündphase hohe Kondensatbildung, daher bei Feuerungsstart Notwendigkeit zur Reduzierung der Spannung am elektrostatischen Abscheider. Sonst: Überschläge und hohe Verschmutzung.
- ▶ Abscheider-Start wegen Abgaskondensaten z. Zt. meistens erst bei Messung von 80 - 100° C oder definierter Temperatur-Differenz.
- ▶ Berücksichtigung der Anzündphase erhöht die Messkosten, da die Bauartzulassung dies nicht verlangt. Messung während der Anzündphase birgt die Gefahr nicht gut reproduzierbarer Ergebnisse.
- ▶ Flockenauswurf ist zufallsabhängig. Bei der Messung am Prüfstand ist ein Gesamtstaub-Abscheidegrad von 65 % mit den derzeit bauartzugelassenen Geräten nur schwer erreichbar.
- ▶ Entwicklung und Zulassung neuer Geräte mit verbesserter Rückhaltung von Flocken und  $\geq 90$  % Staubabscheidung zeit- und kostenaufwändig. Benötigte Zeit mindestens 3 - 4 Jahre. Absatzmarkt derzeit unsicher.

15 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



## Beschluss Messanforderungen für Blauen Engel 10.02.2022

Anzündphase ist mitzumessen (Gewichtung 1/3, Nennlastphase 2/3)  
 Staubabscheidegrad ist zu bestimmen nach DIN spec 33999:2014, allerdings mit folgenden Vorgaben:

- ▶ Bewertete Abbrände müssen zeitlich direkt hintereinander liegen. Nichtbewertung zwischenliegender Abbränden ist nicht gestattet
- ▶ Gesamtstaub-Abscheidegrad: Staubmessung VDI 2066-1
- ▶ PM10-Abscheidegrad: Staubmessung VDI 2066-5 [Fraktionierung]
- ▶ Messung bei mittlerer Rohgasstaubkonzentration von 100 – 200 mg/m<sup>3</sup> i.N. (bei 13 % O<sub>2</sub>)
- ▶ Blindabscheidegrad ist nicht zu bestimmen / nicht abzuziehen

16 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



## Beschluss Staubminderung für Blauen Engel 10.02.2022

Ziel: Feinstaub und Flockenauswurf so weit wie möglich mindern.

Staubmessung	Grenzwert-Anforderung (2021)
Gesamtstaub	$\geq 65$ % Abscheidung
PM10	$\geq 80$ % Abscheidung
Partikelanzahl	Messung (*) (kein Grenzwert)

\* Messmethode wird aktuell validiert. Grenzwert ist daher erst ab 1.1.2024 einzuhalten

17 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



## Beschluss Staubminderung für Blauen Engel 10.02.2022

Ziel: Feinstaub und Flockenauswurf so weit wie möglich mindern.

Ziel der Revision: Auswurf mit neuer Technik deutlich stärker mindern.

Staubmessung	Grenzwert-Anforderung (2021)	Zielwerte bei Revision (2024)
Gesamtstaub	$\geq 65$ % Abscheidung	$\geq 90$ % Abscheidung
PM10	$\geq 80$ % Abscheidung	Entfällt wegen Partikelanzahl-Grenzwert
Partikelanzahl	Messung (*) (kein Grenzwert)	$\geq 90$ % Abscheidung Alternativ: $< 5 \times 10^6$ cm <sup>-3</sup>

\* Messmethode wird aktuell validiert. Grenzwert ist daher erst ab 1.1.2024 einzuhalten

Messung: Auf Basis DIN spec 33999, mit Ergänzungen/Änderungen  
 => Gleicher Messaufbau wie für Bauartzulassung (Kosteneinsparung)  
 => Zusätzlich: Bestimmung von PM10 (VDI 2066-5) und Partikelanzahl



18 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider



10.02.2022

## Antragsverfahren zum Blauen Engel

- ▶ Machen Sie sich mit den Kriterien und Antragsunterlagen vertraut:  
<https://www.blauer-engel.de/de/produktwelt/staubabscheider-fuer-scheitholz-einzelraumfeuerungen-neu>
- ▶ Sehen Sie sich die Antragsanleitung der RAL gGmbH im Internet an:  
<https://portal.ral-umwelt.de/RALUmwelt/Anleitung>
- ▶ Schauen Sie sich die Fragen und Antworten zum Blauen Engel an:  
[https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/2021-11/Wie\\_bekomme\\_ich\\_den\\_Blauen\\_Engel-20211123\\_0.pdf](https://www.blauer-engel.de/sites/default/files/2021-11/Wie_bekomme_ich_den_Blauen_Engel-20211123_0.pdf)
- ▶ Registrieren Sie sich als Antragsteller mit dem Anmeldeformular (S. 34 in der Anleitung) an [umweltzeichen@ral.de](mailto:umweltzeichen@ral.de) und reichen Sie Unterlagen elektronisch ein. Service-Hotline für Fragen: 0228-68895190
- ▶ Kosten: 400 € (Grundvertrag) zzgl. umsatzabhängige Kosten, z. B. bei Umsatz bis 250.000 €/Jahr: 320 €/Jahr. Jahresentgeltverordnung:  
<https://www.blauer-engel.de/de/zertifizierung/kosten-der-beantragung>

19 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider  

10.02.2022

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

### Kontakt

- ▶ Ökopol GmbH, Dipl.-Ing. Christian Tebert
- ▶ Nernstweg 32, 22765 Hamburg
- ▶ Email: [tebert@oekopol.de](mailto:tebert@oekopol.de)
- ▶ Tel.: 040 391002 0
  
- ▶ DBFZ gGmbH, Prof. Dr. Ingo Hartmann
- ▶ Torgauer Str. 116, 04347 Leipzig
- ▶ Email: [ingo.hartmann@dbfz.de](mailto:ingo.hartmann@dbfz.de)
- ▶ Tel.: 0341 2434112

20 DBFZ/TFZ Fachgespräch 2022 - Blauer Engel Staubabscheider  

Patrick Huth, Deutsche Umwelthilfe

## Herausforderungen für Biomasseheizungen: Künftige europäische Vorgaben in der Luftreinhaltepolitik

Patrick Huth  
Deutsche Umwelthilfe  
Hackescher Markt 4  
10178 Berlin  
Telefon: + 49 (0)30 2400 867-77  
E-Mail: [huth@duh.de](mailto:huth@duh.de)

Die künftigen Anforderungen für Biomasseheizungen werden maßgeblich von der EU-Luftreinhaltepolitik und deren nationaler Umsetzung beeinflusst. Die EU-Politik in diesem Bereich umfasst drei wesentliche Säulen: Die Ambient Air Quality Directives (AAQD) regeln die maximal zulässigen Konzentrationen von Luftschadstoffen in der Außenluft (Immissionen). Hinzu kommt die National Emission Ceilings (NEC) Directive, welche Minderungsziele für die absoluten Emissionsmengen bestimmter Schadstoffe beinhaltet. Darüber hinaus existieren quellenbezogene Emissionsstandards, wie etwa jene für Raumheizer und Festbrennstoffkessel in den entsprechenden Ökodesign-Verordnungen.

Mit Blick auf Biomasseheizungen, welche erheblich zur Feinstaubbelastung beitragen, ist insbesondere die laufende Revision der AAQD relevant. Ziel der Revision ist es, u.a. die Grenzwerte für PM<sub>10</sub> und PM<sub>2,5</sub> verstärkt an den Stand der Wissenschaft und die Grenzwertempfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) anzugleichen. Um den von der WHO empfohlenen PM<sub>2,5</sub>-Luftqualitätsgrenzwert von 5 µg/m<sup>3</sup> im Jahresmittel einzuhalten, sind verschärfte Vorgaben für alle zentralen Feinstaubquellen sehr wahrscheinlich. Auch eine absehbare Verfehlung der PM<sub>2,5</sub>-Minderungsziele im Rahmen der NEC-Directive könnte weitere Maßnahmen im Bereich der Biomasseheizungen nach sich ziehen. Nicht zuletzt startet ab 2022 die Revision der Ökodesign-Verord-

nungen für Raumheizer und Festbrennstoffkessel und der darin enthaltenen Emissionsgrenzwerte. Aus Sicht der Deutschen Umwelthilfe sind Biomasseheizungen mit dem aktuellen Anforderungsniveau nicht zukunftsfähig. Erheblich strengere Emissionsgrenzwerte für diese Anlagen sind notwendig, um die PM<sub>2,5</sub>-Minderungsziele sowie flächendeckend die künftigen EU-Luftqualitätsstandards und die WHO-Grenzwertempfehlungen erreichen zu können.

## Herausforderungen für Biomasseheizungen: Künftige europäische Vorgaben in der Luftreinhaltepolitik

Patrick Huth

10.02.2022 | 13. Fachgespräch "Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen"

### Übersicht

- **Die drei Säulen der EU-Luftreinhaltepolitik**
  - Wie sehen die aktuellen Bestimmungen aus?
  - Wann ist eine Revision geplant?
  - Welche Änderungen sind künftig zu erwarten?
  - Wie sind diese mit Blick auf die aktuelle Situation in Deutschland und Biomasseheizungen zu werten?

## Die drei Säulen der EU-Luftreinhaltepolitik

**1. Ambient Air Quality Directives**

Maximale Konzentration von Luftschadstoffen (u.a. PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

**2. National Emission Ceilings (NEC) Directive**

Nationale Obergrenzen für SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMVOC, PM<sub>2,5</sub>, NH<sub>3</sub>

**3. Quellenbezogene Emissionsstandards**

- Ökodesign-VO für Raumheizer
- Ökodesign-VO für Festbrennstoffkessel

Quelle (Darstellung): European Commission, DG ENV

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022 3

## 1.1 Ambient Air Quality Directives (AAQD)

**COM zu Revision der AAQD: closer alignment of AAQD with scientific knowledge and WHO AQG**

Schadstoff	Zeitraum	AAQD	WHO AQG	Messstationen mit Überschreitung der WHO AQG
PM <sub>10</sub>	1 year	40 µg/m <sup>3</sup>	15 µg/m <sup>3</sup>	36 %
	24h	50 µg/m <sup>3</sup> (max. 35 Tage)	45 µg/m <sup>3</sup> (max. 3-4 Tage)	15 %
PM <sub>2,5</sub>	1 year	25 µg/m <sup>3</sup>	5 µg/m <sup>3</sup>	99 % (AEI: 11 µg/m <sup>3</sup> )
	24h	-	15 µg/m <sup>3</sup> (max. 3-4 Tage)	100 %

\*Anmerkungen zu Messstationen mit Überschreitung der WHO AQG (Air Quality Guidelines): Datenquelle: UBA, Bezugsjahr: 2020 (Deutschland), AEI: Average Exposure Indicator.

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022 4

## 1.2 Ambient Air Quality Directives (AAQD)

**In der Diskussion:**

- Grenzwert für Tagesmittelwert PM<sub>2,5</sub> sowie für Benzo(a)pyren (PAK)
- Anpassungsmechanismus/strengere länderspezifische Grenzwerte
- Einbezug/Monitoring von ultrafeinen Partikeln und Black Carbon (BC)

**Zeitplan (Revision):**

- 2022: Finales Impact Assessment (IA), Entwurf AAQD (2. Halbjahr)
- 2023: Debatte und Beschluss

**Bewertung:**

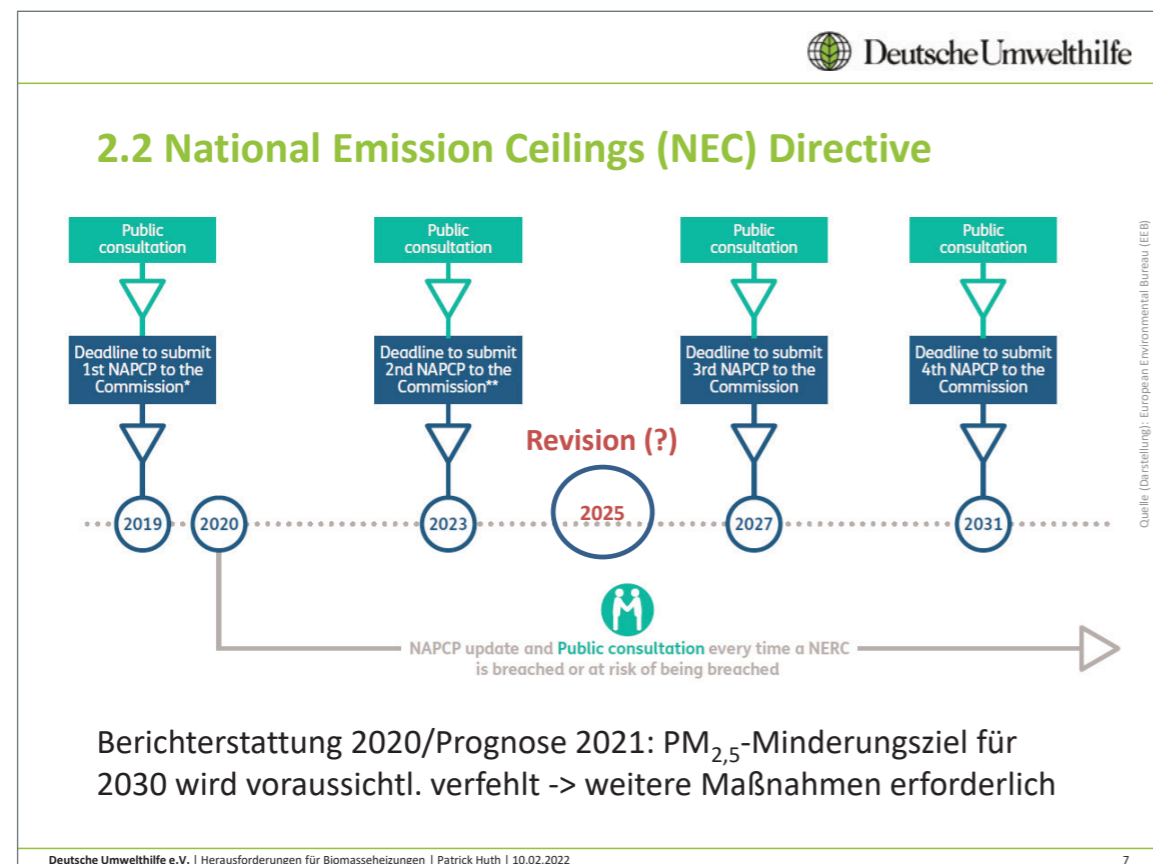
- EEA (2021): bei Einhaltung der WHO AQG mindestens 26.800 weniger vorzeitige Todesfälle durch PM<sub>2,5</sub> in Deutschland
- IA/High-Ambition-Szenario (PM<sub>2,5</sub>: 5 µg/m<sup>3</sup> in 2030): verschärfte Vorgaben für PM<sub>2,5</sub>-Quellen (Biomasseheizungen) sehr wahrscheinlich

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022 5

## 2.1 National Emission Ceilings (NEC) Directive

- **Kernelemente:**
  - Nationales Minderungsziel für PM<sub>2,5</sub>: Reduktion von 43 % im Jahr 2030 (gegenüber 2005)
  - Regelmäßige Berichterstattungspflichten und Nationale Luftreinhalteprogramme (NAPCP/NLRP) mit konkreten Maßnahmen
  - Maßnahmen zu PM<sub>2,5</sub> mit Priorität auf BC-Minderung (Klimawirkung!)
- **NLRP 2019 (Maßnahmen zu Biomasseheizungen):**
  - Beibehaltung der strengeren nationalen Anforderungen für Festbrennstoffkessel (vs. Ökodesign)

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022 6

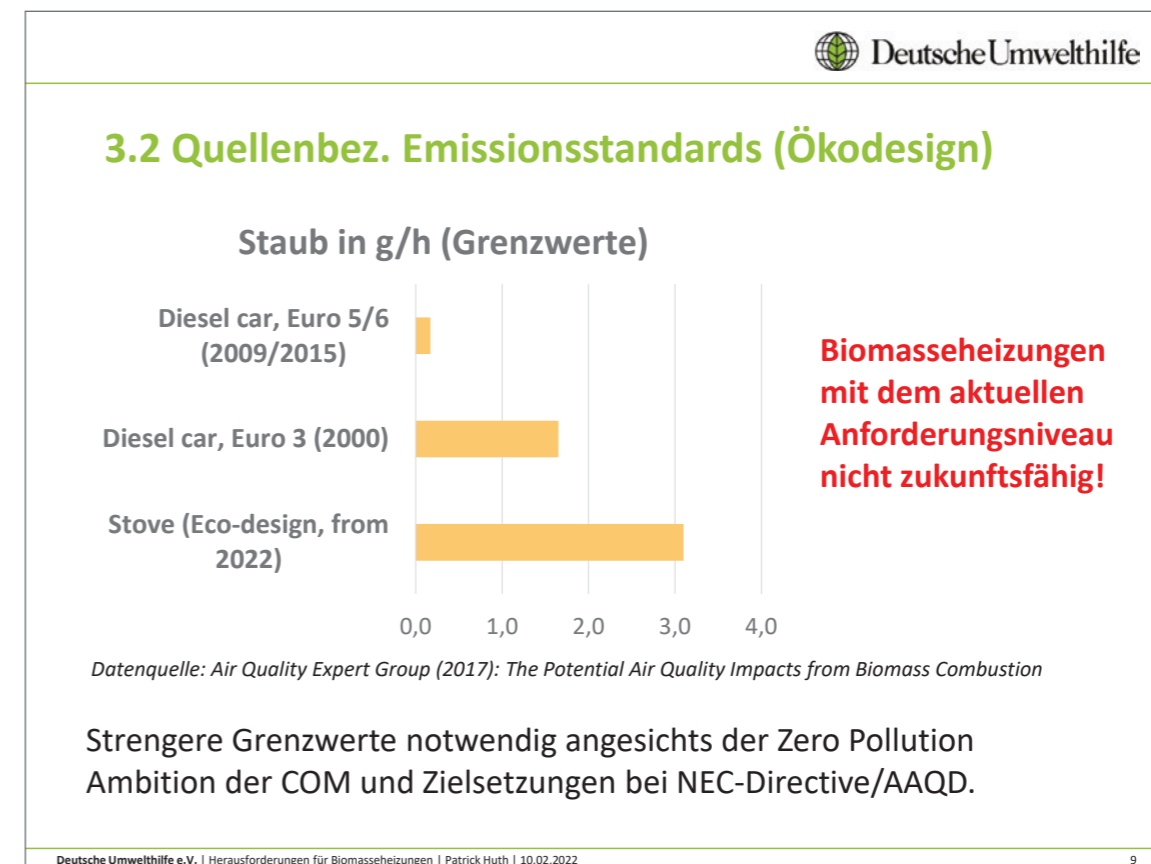


**3.1 Quellenbez. Emissionsstandards (Ökodesign)**

	Staub-Anforderungen (in mg/m <sup>3</sup> )	Rechtsgrundlage	Revision (COM)
Raumheizer (Scheitholzöfen)	40 (seit 2022)	EU-Verordnung 2015/1185	<ul style="list-style-type: none"> <li>Start: Q2 2022</li> <li>Beschluss: Q2/Q3 2024</li> <li>Inkrafttreten: ?</li> </ul>
Raumheizer (Pelletöfen)	20 (seit 2022)		
Festbrennstoff-kessel	40* (bei 10 % O <sub>2</sub> seit 2020)	EU-Verordnung 2015/1189	<ul style="list-style-type: none"> <li>Start: Q1 2022</li> <li>Beschluss: Q2/Q3 2024</li> <li>Inkrafttreten: ?</li> </ul>

\*in Deutschland weiterhin 20 mg/m<sup>3</sup> (bei 13% O<sub>2</sub>)

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.**

**Kontakt:**  
 Patrick Huth  
 Tel.: 030 24 00 867-77  
 E-Mail: huth@duh.de

**Folgen Sie uns**

[www.twitter.com/umwelthilfe](https://www.twitter.com/umwelthilfe)  
[www.facebook.de/umwelthilfe](https://www.facebook.de/umwelthilfe)

**Blieben Sie auf dem Laufenden**

[www.duh.de](http://www.duh.de)  
[www.duh.de/newsletter-abo](http://www.duh.de/newsletter-abo)

Deutsche Umwelthilfe e.V. | Herausforderungen für Biomasseheizungen | Patrick Huth | 10.02.2022

Dr.-Ing Volker Lenz, Deutsches Biomasseforschungszentrum

## Überblick über aktuelle gesetzliche und normative Rahmenbedingungen

Volker Lenz

Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH

Torgauer Straße 116

04347 Leipzig

Telefon: +49 (0)341 2434-450

E-Mail: [volker.lenz@dbfz.de](mailto:volker.lenz@dbfz.de)

Ausgehend von der Notwendigkeit den menschengemachten Klimawandel zu stoppen, wird auf aktuelle Aktivitäten der Bundesregierung im Hinblick auf den Einsatz von Biomasse in Kleinfeuerungsanlagen eingegangen. Die sich ergebenden Folgen und Erwartungen machen eine weitergehende Reduktion der Partikelemissionen in allen Feuerungen unumgänglich und werden sehr wahrscheinlich zu einer wachsenden Bedeutung von Abscheidern auch für Kleinfeuerungsanlagen führen. Dies spiegelt sich auch in zwei Blauen Engel Produktkennzeichnungen und weitergehenden Normierungsaktivitäten des VDI wieder.

**Deutsches Biomasseforschungszentrum**  
gemeinnützige GmbH



### Überblick über aktuelle gesetzliche und normative Rahmenbedingungen

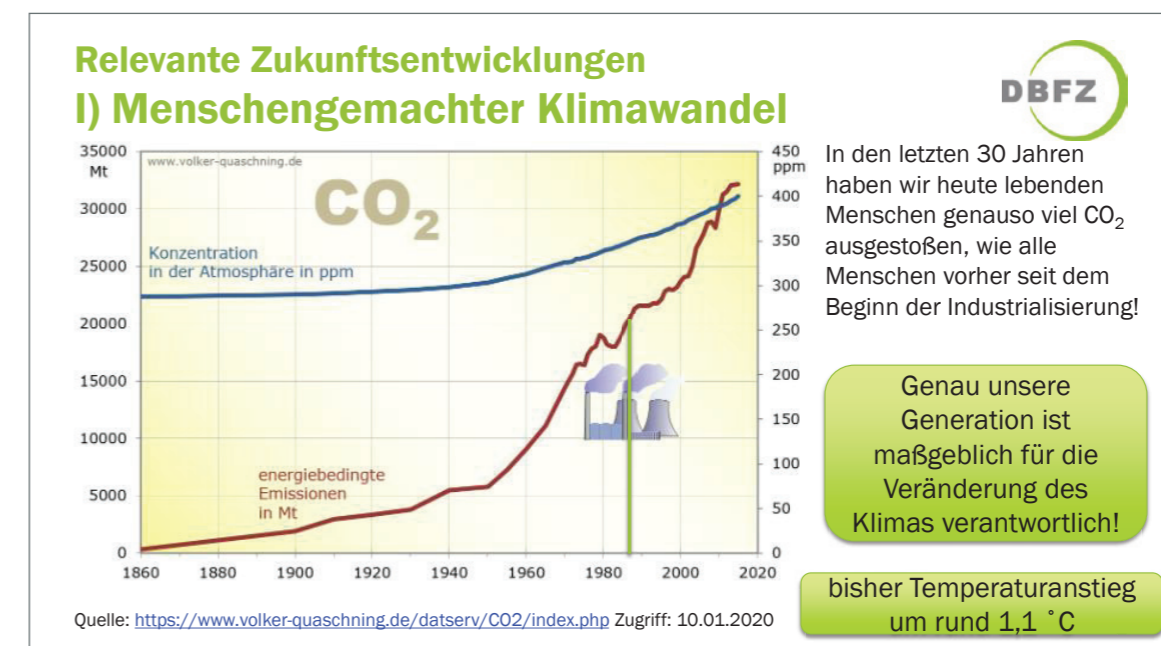
Dr.-Ing. Volker Lenz







13. Fachgespräch „Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen“, 10. Februar 2022, online



## Bioenergie & nachhaltiges Wirtschaftswachstum: Deutschland

**DBFZ**

Bundesverfassungsgerichtsurteil vom 24. März 2021  
in Verbindung mit Klimaschutzgesetz 2019

- 1,5 – 2 °C-Ziel ist verbindlich von der Politik zu erreichen -> Restbudget an THG-Emissionen von 6,7 Gt ab 2020
- Klimaschutznotwendigkeiten sind mit anderen Grundrechten (insbesondere Freiheitsrechte) abzuwägen

massive Förderung des Einsatzes EE und sukzessive Verbote von mit fossilen Energieträgern befeuerten Anlagen (z.B. BEG, BEW ...)

abwarten bedeutet spätere Betriebsverbote für fossil befeuerte Energiewandler

**Energiewende und insbesondere Wärmewende wird sich beschleunigen!**  
Bioenergie in Kesseln und systemintegrierten Einzelraumfeuerungen könnte neben Luft-Wasser-Wärmepumpen schnell zusätzliche Beiträge leisten.

3

## Aktuelle rechtliche und normative Aspekte (1/2)

**DBFZ**

- Neue Bundesregierung will Klimaschutz voranbringen und dazu die Energiewende beschleunigen -> alle relevanten Vorschriften sollen in 2021 angefasst werden.
- Im Förderprogramm für den Austausch von Heizanlagen ist das Verhältnis von Biomasse zu Wärmepumpen bei ca. 1:1, müsste aber für Gelingen der Wärmewende bei 1:5 liegen. Innovationsbonus (2,5 mg/m<sup>3</sup> i.N. bei 13% O<sub>2</sub>) in Bundesförderung für effiziente Gebäude setzt Emissionsziel.  
-> Gebäude-Energie-Gesetz und damit auch die Bundesförderung werden angepasst.
- Ableitbedingungen der 1.BImSchV wurden für Bestand an normierte Erkenntnisse zur Abgasableitung angepasst -> 1.BImSchV steht insgesamt vor einer grundlegenden Novellierung – auch in Abstimmung mit EU-Vorgaben.

5

## Entwicklung des Absatzes von Heizanlagen

**DBFZ**

Verbesserte Förderung bewirkte v.a. Verdopplung der Biomasseanlagen (+138%, darunter Verdreifung des Absatzes von Pelletkesseln) und deutlichen Zuwachs Heizungs-Wärmepumpen (+40%) – aber: 80% Luft-Wasser-WP (95.500)

Absatz erlaubt Vollaustausch aller Anlage bis 2045, ABER: **sofortiger Stopp neuer fossiler Heizanlagen nötig!**

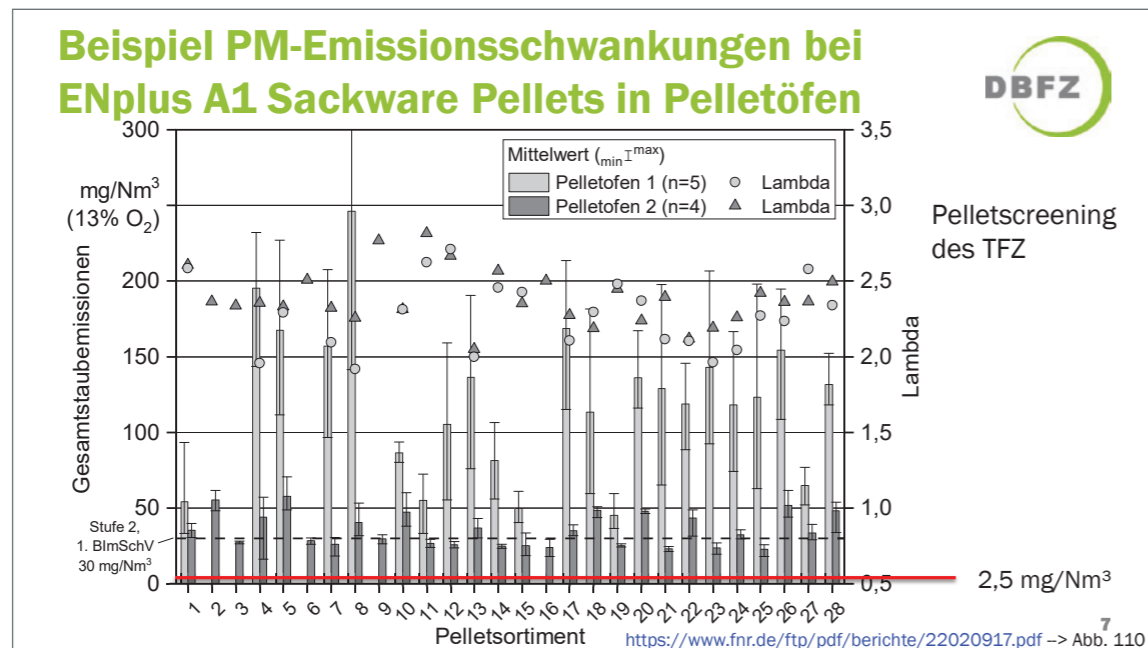
4

## Aktuelle rechtliche und normative Aspekte (2/2)

**DBFZ**

- Intensive Diskussion um die Einschränkung der Förderung von Biomassefeuerungen für Primärholz - Alternative Brennstoffe haben erhöhten Feinstaubminderungsbedarf.

6



### Take-Home-Messages



- Klimaschutz treibt auch die Wärmewende an! Biomasse ist wichtiger Schlüssel gerade in wärmenetzfernen Anwendungen.
- Diskussion um die Verfügbarkeit von Holz führt zu **effektiveren Biomassenutzungskonzepten** (Hybrid und flexiblerer Einsatz) und **alternativen Brennstoffen** – beides erhöht potenziell die Feinstaubemissionen.
- **Luftreinhaltevorgaben werden absehbar verschärft.**
- Abscheider gehören zunehmend in allen Leistungsbereichen zu Biomassefeuerungen.

Konsequente **technische Weiterentwicklung** von Abscheidern, **Normierung** der Geräte und Messverfahren und akzeptierte **Produktkennzeichnung** sichern auch für Kleinanlagen den **Beitrag zum Klimaschutz.**

9

### Aktuelle rechtliche und normative Aspekte (2/2)



- Intensive Diskussion um die Einschränkung der Förderung von Biomassefeuerungen für Primärholz - Alternative Brennstoffe haben erhöhten Feinstaubminderungsbedarf.
- Blauer Engel „Kaminöfen für Holz“ DE-UZ212: 5 Produkte  
Blauer Engel „Staubabscheider für Scheitholz-Einzelraumfeuerungen“ DE-UZ222 neu zum 01/2022
- Adaption DIN Spec 33999 für Einzelraumfeuerstätten in Arbeit
- VDI 3670 zum Stand der Technik von Abscheidern für Kleinfeuerungen steht Überarbeitung 2022/2023 an

8

Deutsches Biomasseforschungszentrum **DBFZ**  
gemeinnützige GmbH



### Smart Bioenergy – Innovationen für eine nachhaltige Zukunft

#### Ansprechpartner

Prof. Dr. mont. Michael Nelles

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 Gutzeit, DREWAG/Peter Schubert (Tealfole, rechts), Pixabay / CC0 Public Domain



## Veranstaltende

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.



13. 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.



13. Fachgespräch Partikelabscheider in häuslichen Feuerungen

herausgegeben von:

**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](mailto:info@dbfz.de)

[www.dbfz.de](http://www.dbfz.de)

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

In Kooperation mit:



Umweltschutz geht uns alle an - nicht jedes  
Dokument muss ausgedruckt werden!