

Stand der Filtertechnik für Festbrennstofffeuerungen

Hans Hartmann, Peter Turowski, Susanne Kiener, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), Straubing

Gliederung

- Technologieüberblick zu kleinen Staubabscheidern
- Feldversuch mit 3 Abscheidertypen
- Ergebnisse der Messungen am Prüfstand
- Zusammenfassung und Ausblick



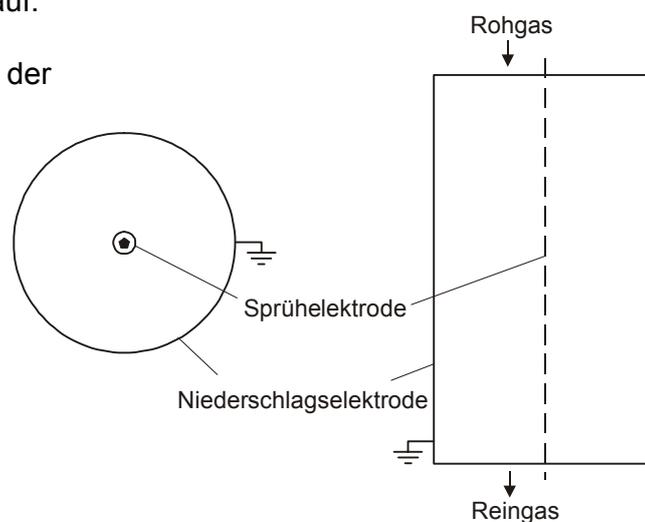
Überblick über Abscheidertypen

Typ	Vorteil	Nachteil
Elektroabscheider	geringer Druckverlust, kostengünstig	Probleme bei organischen Stäuben
Filternde Abscheider (z.B. Gewebefilter)	gute Abscheidung	hoher Druckverlust, hoher Aufwand
Fliehkraftabscheider	kostengünstig	geringe Wirkung bei feinen Stäuben
Wäscher	Abgaskondensation möglich	hoher Aufwand, mittlere Abscheidung
Abgaskondensation	zusätzlicher Wärmegewinn	geringe Abscheidung
Katalysator	Wirkung auf Gase, geringere org.-C-Belastung der Partikel	sehr geringe Staubminderung



Aufbau eines elektrischen Partikelabscheiders (Rohr-Elektrofilter)

- Mit Hochspannung beaufschlagte Sprühelektrode lädt Partikel auf.
- Geladene Partikel werden an der geerdeten Niederschlags-
elektrode abgeschieden.



Bauformen von elektrostatischen Abscheidern



Abscheider für den Rauchrohrenbau (Wohnräume)



Abscheider als Schornsteinaufsatz



Abscheider für Zentralheizungskessel



Schornsteinabscheider

Hartmann
P 10 B Ha 012

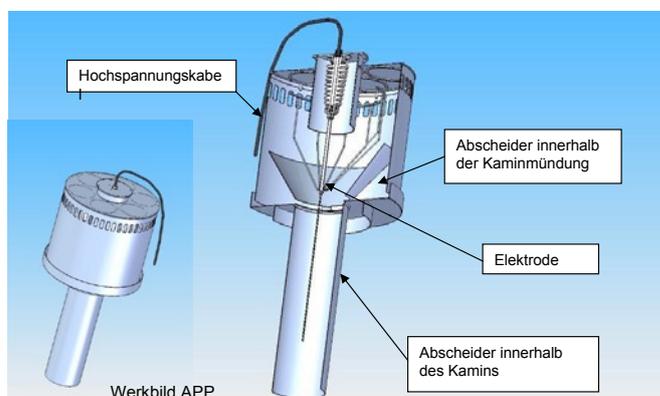
Folie 5

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Schornsteinaufbau (1): Applied Plasma Physics (APP, Norwegen)

- Typ: APP R_{esidential} ESP
- Schornsteinaufbau und -reinigung
- Abscheiderlänge: ca. 1 m
- Hochspannung bis 33 kV
- keine aktive Abreinigung
- Status: Entwicklung



Photos:TFZ

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 6

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

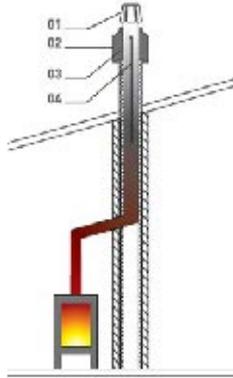


Schornsteinaufbau (2): OekoTube (Fa. OekoSolve, Liechtenstein)

- Typ: Oekotube
- Schornsteinaufbau
- kein aktive Abreinigung
- bis 70 kW Feuerungsleistung
- *Status: marktverfügbar (nur Schweiz)*



Photos / Werkbild : Oekosolve



Hartmann
P 10 B Ha 012

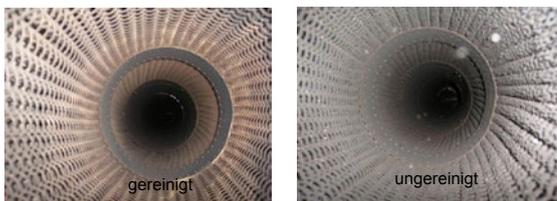
Folie 7

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



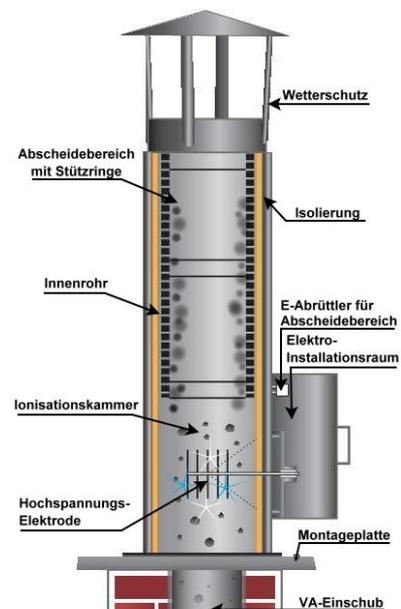
Schornsteinaufbau (3): Ruff-Kat GmbH, Holzkirchen

- Typ: Ruff-Kat
- Schornsteinaufbau
- Hochspannung 20 kV
- aktive Abreinigung (Vibration)
- Länge: ca. 1 m über Schornsteinmündung
- *Status: Feldtests*



Abscheiderbereich (Innenwand)

Photos / Werkbild : Ruff-Kat



Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 8

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Heizkesselanbau (1): Spanner SFF (Fa. Spanner Re², Neufahrn)

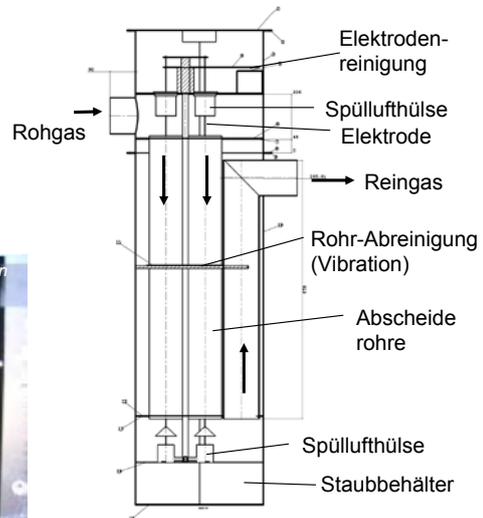
- Typen: Spanner SFF 20 / SFF50 / SFF100
- Anbau an Kessel (im Heizkeller)
- Hochspannung 15 kV
- aktive Abreinigung (Vibration, ca. 1x/Tag)
- Spülluftgebläse zur Elektrodenreinigung
- Druckverlust 40 pa
- *Status: Feldtests*



Hartmann
P 10 B Ha 012



Photos: TFZ



Werkbild : Spanner

Folie 9

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe

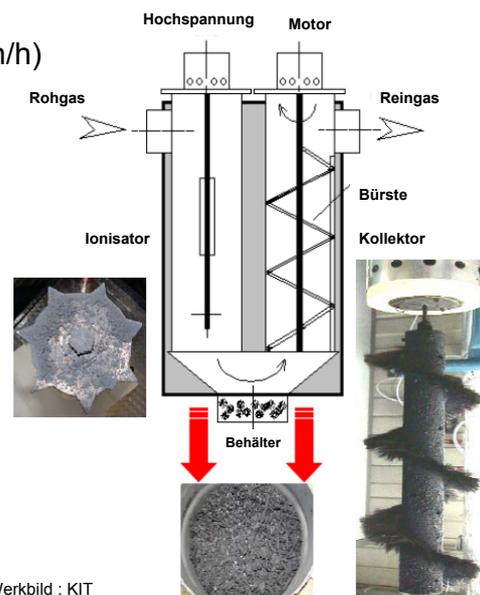


Heizkesselanbau (2): Carola - Abscheider, KIT Karlsruhe

- Typ: CAROLA (Entwicklung: Karlsruher Institut für Technologie)
- Anbau an Kessel (im Heizkeller)
- aktive Abreinigung (Rotationsbürste, 1 min/h)
- Druckverlust 10 pa
- Hochspannung 16-18 kV
- getestet bis 30 kW
- *Status: Entwicklung*



Hartmann
P 10 B Ha 012



Photo/Werkbild : KIT

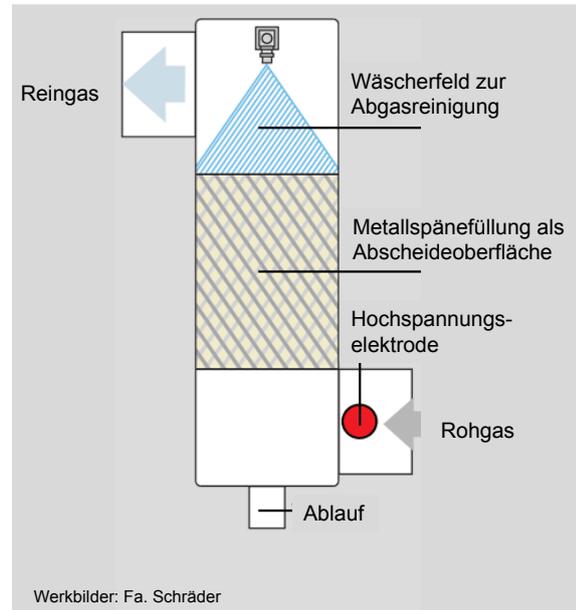
Folie 10

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Heizkesselanbau (3): AL-Top (Fa. Schröder, Kamen)

- Typ: AL-Top, Elektrostatisher Abscheider mit Metallspäneschüttung
- Anbau an Kessel (im Heizkeller)
- *Status: Entwicklung*



Werkbilder: Fa. Schröder

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 11

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Rauchrohreinbau (1): Airbox, Spartherm Feuerungstechnik, Melle

- Typ: Airbox (für Kamineinsätze),
- Zubehör-Aufsatz für Feuerungen des Herstellers bis 15 kW
- Platten-Elektrofilter, manuell zuschaltbar
- Manuelle Reinigung durch Benutzer nach 100 h Betrieb
- *Status: marktverfügbar*



Photo / Werkbild: Fa. Spartherm

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 12

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Rauchrohreinbau (2): Zumikron (Fa. Rüegg, Schweiz)

- Typ: Zumikron
- Entwicklung: Fa. Rüegg, Schweiz, Herstellung: Kutzner+Weber
- hauptsächlich für Einzelraumfeuerungen
- Spülluftgebläse zur Elektrodenreinigung
- manuelle Staubentnahme
- *Status: marktverfügbar (nur Schweiz)*

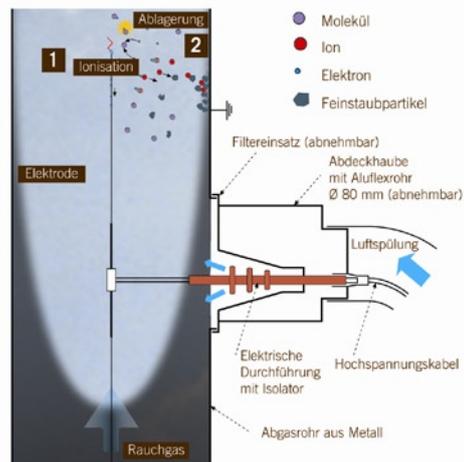
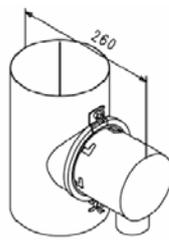


Photo / Werkbilder: Fa. Rüegg

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 13

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachhaltige Rohstoffe

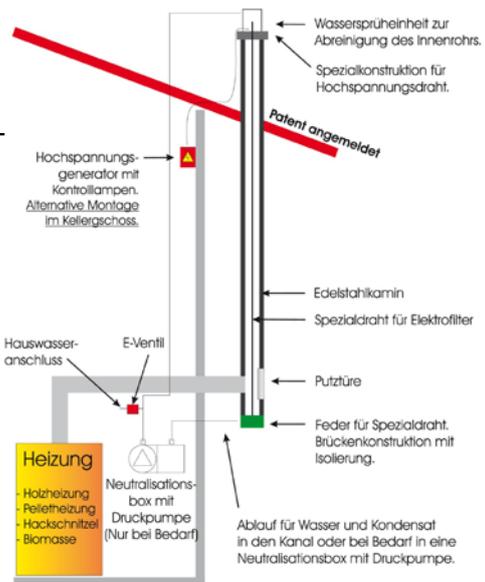


Spülschornstein: Feinstaubkiller (Fa. TH-Alternativ-Energie, Seeg)

- Typ: Feinstaubkiller („Spülschornstein“)
- Elektrode über gesamte Schornsteinlänge,
- automatische, periodische Reinigung durch Spülwasserkreislauf aus Ausgleichsbehälter
- Partikelentnahme als Schlammablagerung
- *Status: Einzelherstellung bzw. Einzelabnahme*



Photos: TFZ



Werkbild: TH-Alternativ-Energie

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 14

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachhaltige Rohstoffe



Tiefenfilter: Schaumkeramikfilter (Fa. Hark GmbH, Duisburg)

- Typ: Schaumkeramik -Tiefenfilter
(Entwicklung: Fraunhofer Institut Keramische Technologien)
- Vollstromfilter im Feuerraum
- Anwendung nur in Kamin- und Kachelöfen des Herstellers
- Reinigung durch Betreiber (Waschen/ Ausblasen/Aussaugen)
- Thermische Regeneration im Feuerraum (Ausbrennen)
- *Status: marktverfügbar*



Werkbild: Hark



Durchführung der Feldtests am TFZ

- Auswahl 10 geeigneter Betreiber mit Unterstützung der Kaminkehrer
- Einbau der Filter und der automatischen Datenerfassung
(Stromverbrauch, Betriebszeiten)
- Einweisung der Betreiber in die Aufgaben zur Dokumentation
- Probetrieb der Filter während der Heizperiode 2008/2009
- Reinigung und Beurteilung durch Kaminkehrer
- Erfassung der Staub / Aschemengen sowie des Brennstoffeinsatzes



Die im Feldtest eingesetzten Abscheider (1)



APP R_{esidential} ESP, betrieben nach einem Kaminofen (6 kW)

Photos: TFZ

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 17

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Die im Feldtest eingesetzten Abscheider (2)



Photo: TFZ

K&W Zumik®on, betrieben an einem Küchenherd (ca. 6 kW)

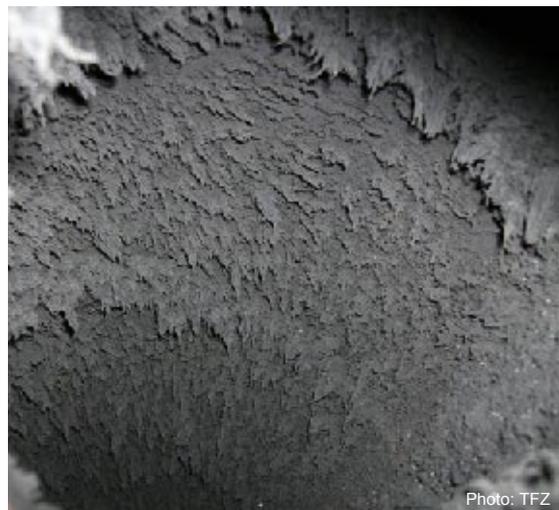


Photo: TFZ

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 18

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Die im Feldtest eingesetzten Abscheider (3)



Spanner SFF 20

- Betrieb an einem Scheitholzessel, 15 kW
- Reinigungsmechanismus auf Knopfdruck

Photos: Ritt



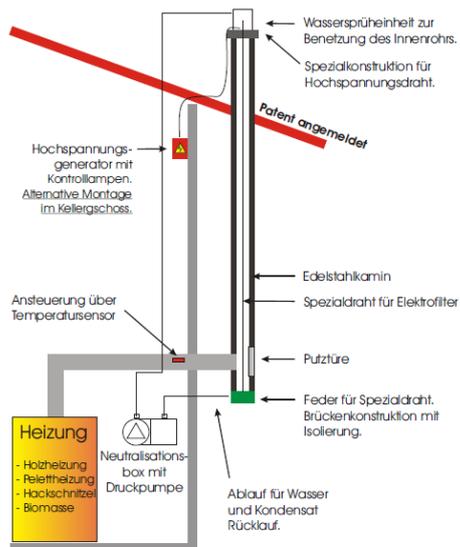
Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 19

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Zusatzversuch: Schornsteinabscheider der TH-Alternativ Energie



Werkbild: TH-Alternativ-Energie



Photo: TFZ

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 20

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Versuchsdurchführung am Prüfstand

- Auswahl von 2 geeigneten Kaminöfen (Baumarkt, Qualitätsprodukt)
- Betrieb von 2 Abscheidern (K&W Zumik®on, APP R_{esidential} ESP) an beiden Kaminöfen ⇒ 4 Versuche
- Betrieb des Spanner SFF20 Staubabscheiders an einem Scheitholzkessel einfacher Bauart
- Versuchsdauer von 5 – 6 Wochen für jeden Versuch
- Wöchentliche Messung der Abscheideleistung durch Messungen im Roh- und Reingas (gravimetrische Bestimmung)
- Dokumentation der Anlagenfunktion
- Zusatzversuch mit dem Abscheider der TH Alternative Energie



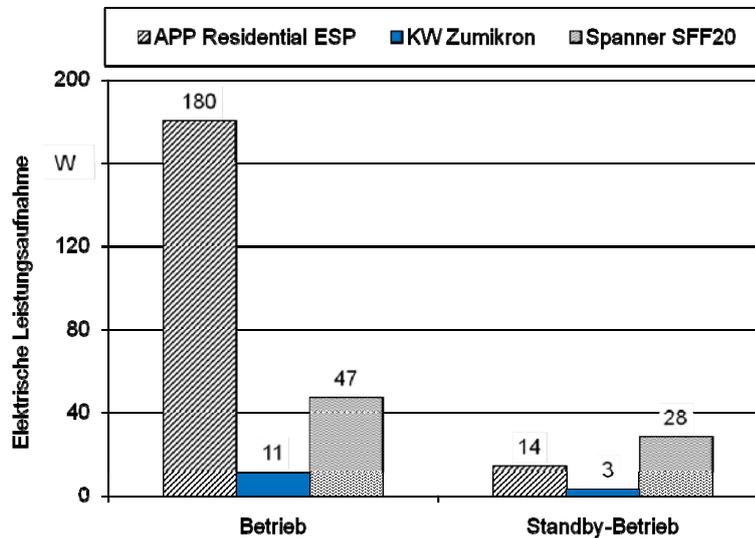
Beobachtungen im Feldtest

Beobachtete Störungen:

- Spannungsüberschläge
- Ausfall der Elektrodenspülluft
- Durchbrennen der Elektrosicherung
- Displayausfälle
- Elektrodenbruch
- Befestigungsprobleme
- Sensordefekte
- Hochspannungsausfall
- Kaminzugprobleme
- Regenwassereintritt
- Abstimmungsprobleme mit der Feuerung
- Lärmbelästigung



Ergebnisse Feldtest: Elektrische Leistungsaufnahme



Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 23

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Ergebnisse Feldtest: Berechnete Minderung der Staubemission

Teilnehmer	Feuerung	Abscheider	Brennstoff	Erfasste Staubmasse ^{b)}	Theoretische Minderung der Staubemissionen ^{c)}
1	Kaminofen	K&W Zumikron	Scheitholz (Fichte, Kiefer)	0,18 kg	9 mg/m ³
2	Kaminofen	K&W Zumikron	Scheitholz (Fichte, Kiefer)	2,38 kg	54 mg/m ³
4 ^{a)}	Küchenherd	K&W Zumikron	Scheitholz (Fichte, Kiefer, Buche)	0,06 kg	5 mg/m ³
5	Kaminofen	APP Residential ESP	Scheitholz (Buche)	0,30 kg	17 mg/m ³
6	2 Kaminöfen	APP Residential ESP	Scheitholz (Fichte, Kiefer)	0,36 kg	52 mg/m ³
7	Kachelgrundofen	APP Residential ESP	Scheitholz (Fichte, Kiefer)	0,83 kg	25 mg/m ³
8	Scheitholzessel	Spanner SFF 20	Scheitholz (Fichte, Kiefer)	3,60 kg	122 mg/m ³
9	Pelletkessel	Spanner SFF 20	Holzpellets	0,15 kg	5 mg/m ³
10	Hackschnitzelkessel	Spanner SFF 50	Holz hackschnitzel	18,59 kg	158 mg/m ³

^{a)} Umfasst nur die Asche aus Rauchrohr und Filter, da noch weitere Feuerungen am Schornstein angeschlossen sind

^{b)} Masse des Staubes in Abscheider, Rauchgasrohr und Schornstein

^{c)} Berechnet aus der Brennstoffmasse und dem spezifischen Abgasvolumen bei 13 % O₂

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 24

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Untersuchungen zum PAK-Gehalt in Staubproben (Feldtest)

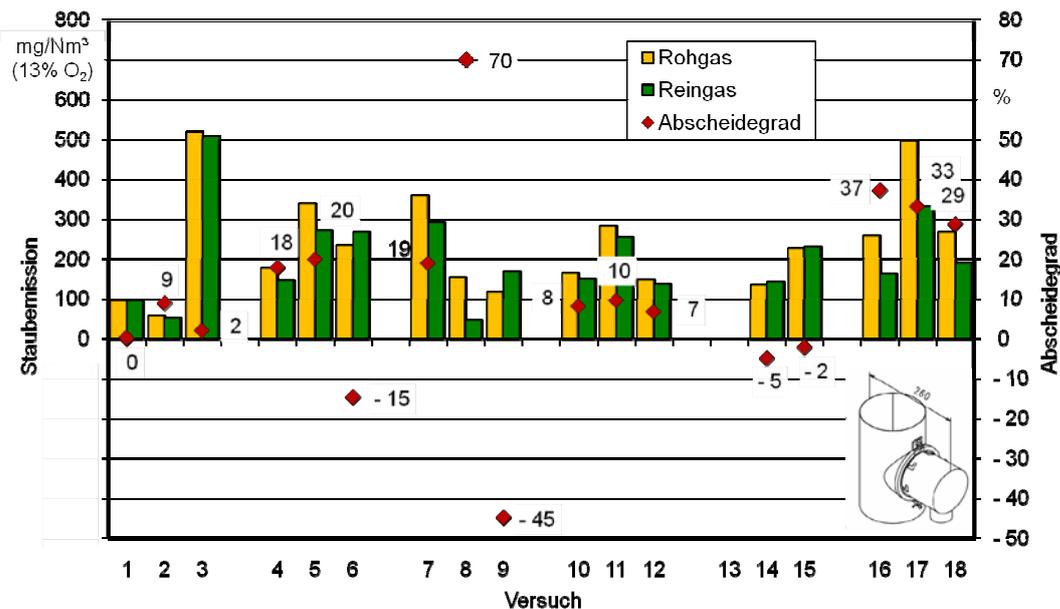
PAK (Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe):

- Gruppe von einigen hundert Verbindungen die über 2 oder mehr miteinander verbundene aromatische Ringstrukturen verfügen.
- Zubereitungen (Gemische) werden gemäß Gefahrstoffrichtlinie ab einem Gehalt von 0,0005 % bzw. 50 ppm PAK als krebserregend eingestuft.
- Einstufung ab einem Gehalt von 0,1 % bzw. 1 g/kg als gefährlicher Abfall

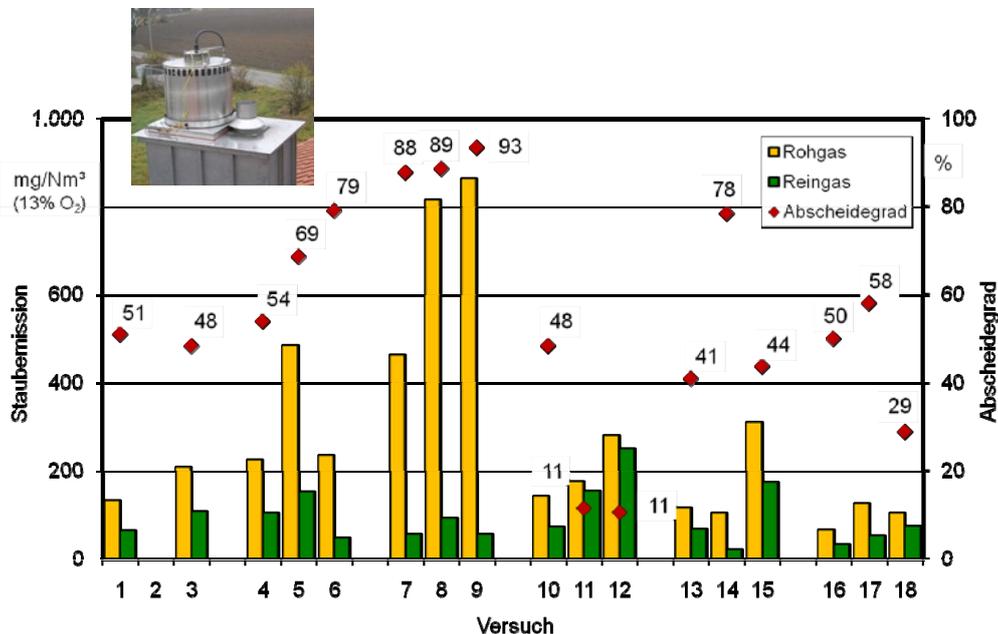
Teilnehmer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Feuerung	Kaminofen	Kaminofen	Kachelofen	Herd	Kaminofen	Kaminofen	Kachelofen	Scheitholzkessel	Pelletkessel	Hackschnitzkessel
Abscheider	K & W	K & W	K & W	K & W	APP	APP	APP	Spanner	Spanner	Spanner
Summe PAK	183ppm	744ppm	1344ppm	922ppm	66ppm	470ppm	1713ppm	380ppm	21ppm	197ppm



Ergebnisse Prüfstand: Zumikron-Abscheider an einem Kaminofen einfacher Bauart



Ergebnisse Prüfstand: APP Residential ESP an einem Kaminofen einfacher Bauart



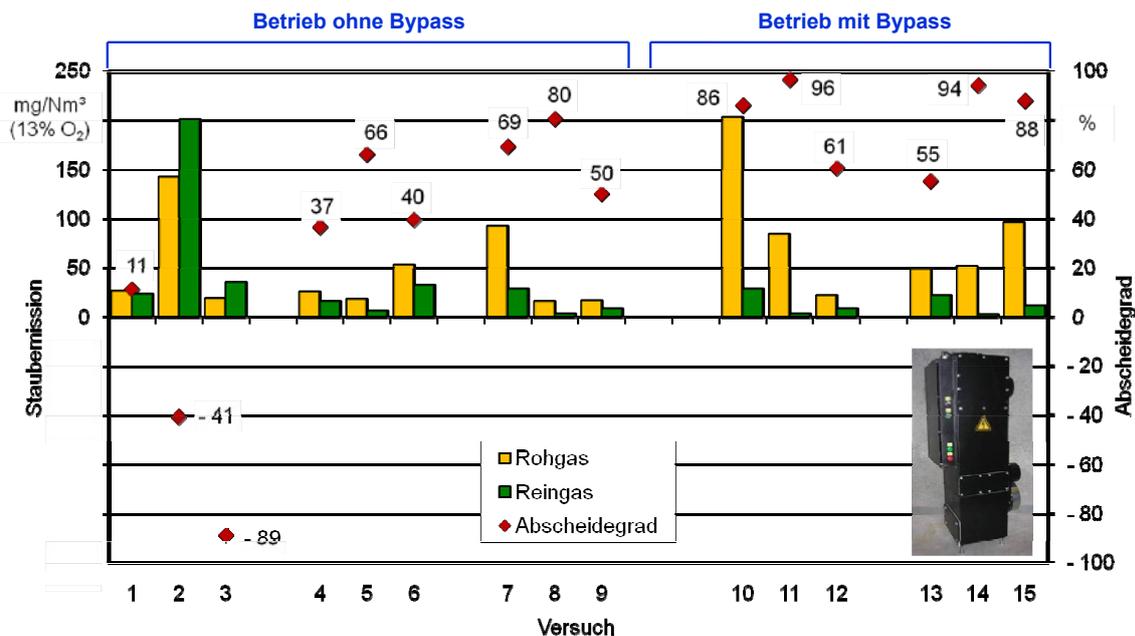
Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 27

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Ergebnisse Prüfstand: Spanner SFF 20 an einem Scheitholzessel



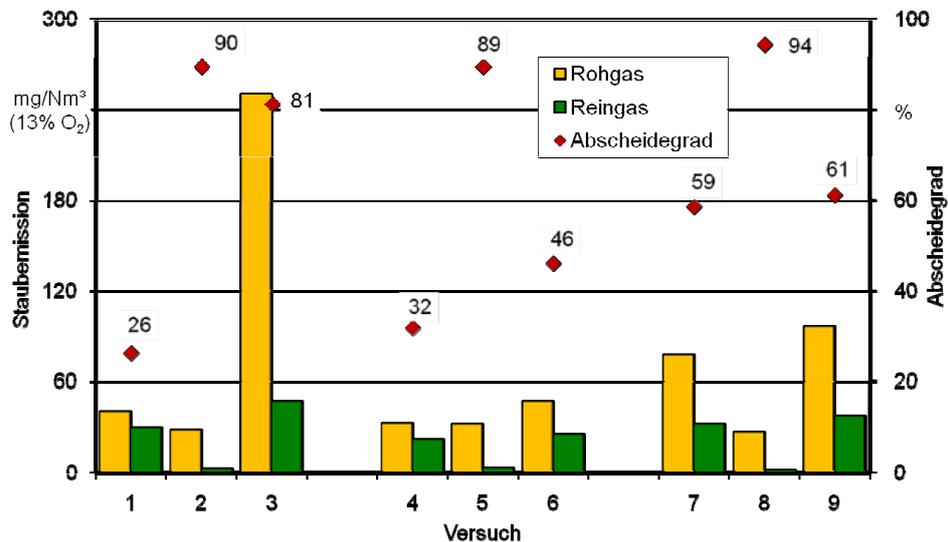
Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 28

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Ergebnisse Prüfstand: Spülschornstein (TH-Alternativ-Energie) an einem Scheitholzessel



Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 29

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe



Zusammenfassung und Ausblick

- Drei von vier Filtern zeigen sowohl im Prüfstand als auch im Feldversuch teilweise gute Staubminderungsleistungen.
- Eine aktive Reinigung ist für den zuverlässigen Betrieb erforderlich.
- Bis zur Markteinführung müssen die beobachteten Betriebsstörungen sicher vermieden werden.
- Der Einbau im unmittelbaren Wohnbereich wird nicht akzeptiert.
- Umgang und Entsorgung der Stäube ist aufgrund der PAK-Gehalte zu regeln.
- Für die Bestimmung der Abscheideleistung ist eine verlässliche Methode noch zu entwickeln.

Hartmann
P 10 B Ha 012

Folie 30

Technologie- und Förderzentrum
im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe





Download des vollständigen
Forschungsberichtes:
(TFZ-Bericht Nr. 23)

www.tfz.bayern.de

*Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !*