



*Wir geben
Energie
fürs Leben!*

Mejne vrednosti in tehnične rešitve s strani proizvajalca OT na biomaso

T. Rifelj / W. Torschitz

Dol pri Ljubljani, 05.03.2019



Inhalt

- ✓ Gesetzliche Grundlagen - 1.BImSchV, VDI-Richtlinien
- ✓ Evaluierung Grenzwerteinhaltung
- ✓ Einflussfaktoren Staubmessung
- ✓ Maßnahmen – neue Anlagen
 - ✓ Techn. Maßnahmen
- ✓ Förderungen
- ✓ Zusammenfassung

Grenzwerte 1.BImSchV

TAB. 1: GRENZWERTE DER 1. BIMSCHV FÜR AUTOMATISCHE HOLZFEUERUNGEN

(Messwerte bezogen auf 13 % O₂)

Brennstoff	Nennwärmeleistung (kW)	Staub (g/m ³)	CO (g/m ³)
Stufe 1: 2010 bis 2014 Holzhackschnitzel	≥ 4 kW bis zur Genehmigungspflicht	0,10	1,0 (0,5*)
Stufe 2: ab 1. Januar 2015 Holzpellets, Holzhackschnitzel	≥ 4 kW bis zur Genehmigungspflicht	0,02	0,4

* Für Anlagen mit einer Nennwärmeleistung > 500 kW.

Einzuhalten gemäß den Vorgaben nach der VDI 4207 Blatt 2

Messgeräte

Hersteller:	Wöhler	Vereta	testo	Afriso	MRU
Typ:	SM 500	Feinstaubmess- kofer	380/330 LL	STM 225	FSM
Abbildung:					
Erstbekanntgabe	20.07.2012	14.11.2012	05.03.2013	23.07.2013	
Letzte Änderung	01.04.2014	01.04.2014	01.04.2014	17.07.2014	01.04.2014
Grenzwerte:	Stufe I und II	Stufe I und II	Stufe I u. II	Stufe I u. II	Stufe I u. II
Brennstoffe:	1 - 8	1 - 8	1 - 8	1 - 8	1 - 8
Staubgehalt:	0 - 1000 mg	0 - 375 mg	0 - 300	0 - 300	0 - 300
CO und O ₂ :	Integriert	Zusatzgerät 2. Messöffnung	Integriert Testo 330	Eurolyzer Multilyser	SPECTRAplus
Staubmessung:	gravimetrisch	optisch - elektronisch	gravimetrisch	optisch - elektronisch	gravimetrisch
Gewicht in kg:	14	14	ca. 8,5	ca. 7,5	9

Alle Messgeräte sind derzeit nur für die Überwachungen der Grenzwerte nach § 5 Abs. 1 und 25 Abs. 2 bekannt gegeben.

VDI Regelwerke

Aus VDI 4206 Blatt 2

Messunsicherheit im Zuge der Eignungsprüfung:

Die aus den Vergleichsmessungen mit Realgas für jedes zu prüfende Messgerät ermittelte erweiterte Messunsicherheit darf maximal **40 % des zu überwachenden Grenzwerts** betragen.

Es dürfen keine signifikanten Unsicherheitsbeiträge zur Messunsicherheit aufgrund von systematischen Abweichungen zwischen den Messwerten der zu prüfenden Messgeräte und den jeweiligen Referenzwerten vorliegen

VDI Regelwerke

Aus VDI 4207 Blatt 2

Anwendung der Messunsicherheit vor Ort:

Gemäß Anlage 2, Punkt 2.3 der 1. BImSchV sind bei Staub- und CO-Messungen an Feuerungsanlagen für feste Brennstoffe die jeweiligen **Messunsicherheiten** zu ermitteln, bei der Beurteilung von den **Messwerten abzuziehen** und in den **Messbescheinigungen anzugeben**.

Bislang war nicht eindeutig geregelt, wie diese Messunsicherheiten zu bestimmen sind. Eine entsprechende Vorgehensweise findet sich nunmehr in der VDI 4207 Blatt 2 „Messen von Emissionen an Kleinf Feuerungsanlagen – Messen an Anlagen für feste Brennstoffe“, die im Dezember 2014 in den Weißdruck verabschiedet wurde.

VDI Regelwerke

VDI 4207-2

Falls von der zuständigen Behörde nichts anderes festgelegt wird, wird für mechanisch beschickte Anlagen, die zwischen dem 01.01.2015 und dem 31.12.2018 errichtet werden (Bestandsschutz für die, in diesem Zeitraum errichteten Anlagen hinaus) für Staub ein Wert von 0,007 Gramm pro Kubikmeter angegeben werden, der zu Gunsten des Betreibers in die Beurteilung einfließen kann.

Die Voraussetzung für die Berücksichtigung des Unsicherheitswertes wird in der VDI 4207 Blatt 2 dargestellt.

VDI Regelwerke

VDI 4207-2

- Umsetzung obliegt den einzelnen Bundesländern
- Nicht alle Bundesländer akzeptieren diesen „Brennstoffzuschlag“
- Rechtliche Bedenken – da nicht in der 1.BImSchV vorgesehen

Zuschlag akzeptiert/in Aussicht gestellt:

Bayern, Mecklenburg-Vorpommern, Rheinland-Pfalz, Saarland, Sachsen-Anhalt

VDI Regelwerke

Bestimmung der Emissionen

- Feststellung des Staubgehaltes im Abgas
- Umrechnung auf 13% Restsauerstoff
- Abzug der erweiterten Messunsicherheit
- Abzug des Brennstoffzuschlages
- Vergleich mit dem Grenzwert
- Gilt nur bis 31.12.2018 für automatisch beschickte Anlagen.
- Bestandsschutz für Anlagen, die zwischen 01.01.2015 und 31.12.2018 errichtet werden.

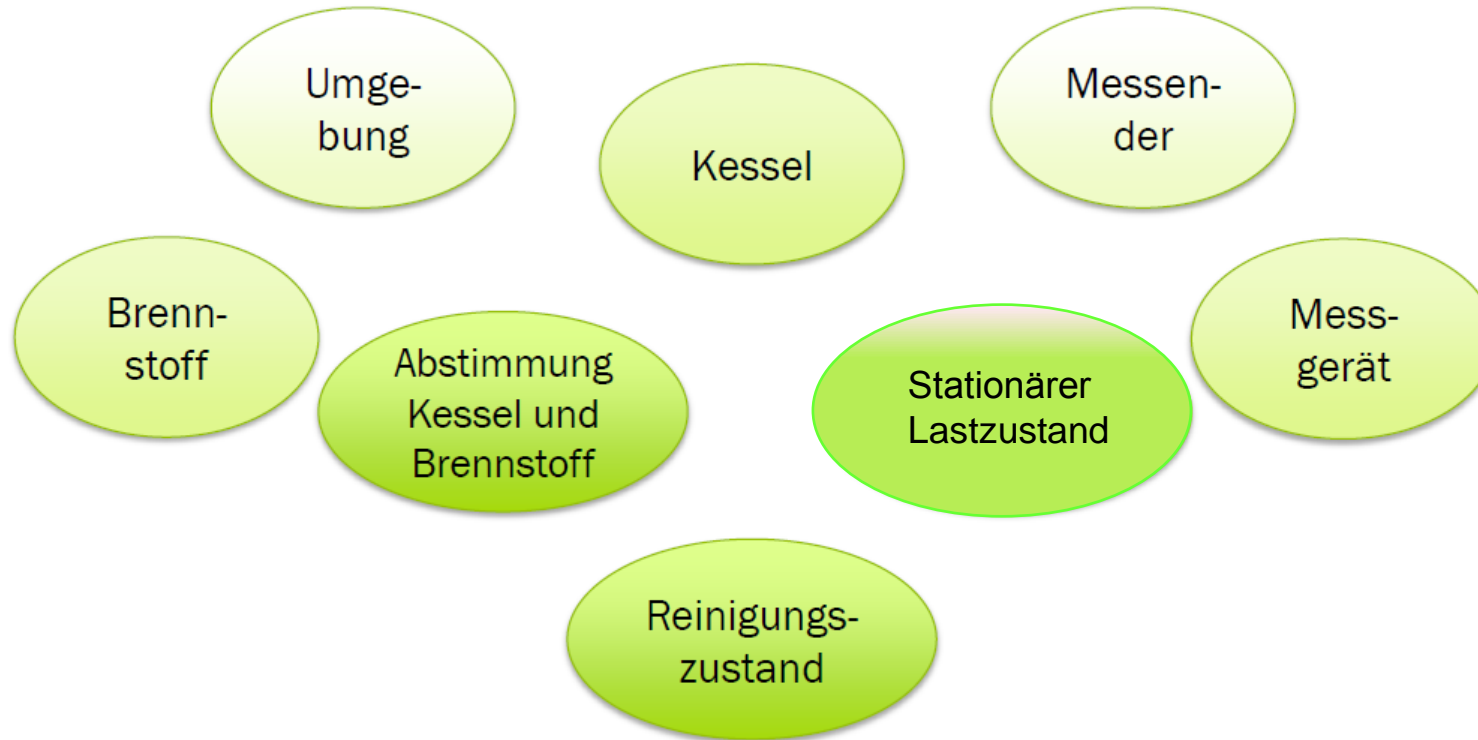
Messbescheinigung

Bescheinigung	über das Ergebnis der Überprüfung und Beratung für eine Feuerungsanlage für feste Brennstoffe gemäß der Ersten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über kleine und mittlere Feuerungsanlagen – 1. BImSchV vom 26. Januar 2010, BGBl. I S. 38)		
Feuerstätte: Hersteller, Typ KWB, Multifire Typ MF2	Baujahr 2016	Datum/Jahr der Errichtung 13.04.2016	Nennwärmeleistung 40 kW
Feuerstättenbauart Heizkessel (HK)	Beschickungsart mechanisch	Art der Anlage Zentralheizung	Teillastmessung <input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Eingesetzte Brennstoffe nach § 3 Absatz 1 (Nr.) (5) naturbel. n. stückig. Holz		Wärmespeicher vorhanden <input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Wärmespeichervolumen 1700 l
(1) Ordnungsgemäßer technischer Zustand der Feuerungsanlage (§ 4 Abs. 1):		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
(2) Vorhandenes Wärmespeichervolumen ausreichend (§ 5 Abs. 4):		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
(3) Abstand der Austrittsöffnung des Schornsteins zum Dach ausreichend (§ 19 Abs. 1 Nr. 1):		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
(4) Abstand zu Lüftungsöffnungen, Fenster und Türen ausreichend (§ 19 Abs. 1 Nr. 2):		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	
(5) Feuerungsanlage nach Herstellerangaben für verwendete Brennstoffe (§ 4 Abs. 1) bzw. § 5 Abs. 2 und 3 geeignet:		<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	

Erweiterte Messunsicherheit für den eingesetzten Brennstoff von 0,007 g/Nm³ (sog. Brennstoffzuschlag)

Messergebnis:		Messergebnis:			Kohlenmonoxidgehalt		Staubgehalt
Wärmeträgertemperatur 64 °C	Sauerstoffgehalt 14.9 %	Messwert bezogen auf 13 % Sauerstoff (Anlage 2 Nr. 2.3) Messwert abzgl. Messunsicherheit (Anlage 2 Nr. 2.3)	Wärmeträgertemperatur 64 °C	Sauerstoffgehalt 14.9 %	Grenzwert	0.4 g/m ³	0.02 g/m ³
Abgastemperatur 88 °C	Druckdifferenz 20.0 Pa		Abgastemperatur 88 °C	Druckdifferenz 20.0 Pa	Messwert bezogen auf 13 % Sauerstoff (Anlage 2 Nr. 2.2) Messwert abzgl. Messunsicherheit (Anlage 2 Nr. 2.3)	0.01 g/m ³	0.029 g/m ³
<p>° Im Messwert wurde gemäß VDI 4207 Blatt 2 nach dem aktuellen Stand der Technik ein zusätzlicher Unsicherheitswert von 0,007 g/m³ aufgrund der Unsicherheitspanne des Brennstoffes berücksichtigt.</p> <input type="checkbox"/> Das Ergebnis entspricht der Verordnung. <input checked="" type="checkbox"/> Das Ergebnis entspricht nicht der Verordnung, weil der Staubgehalt überschritten wurde.		<p>° Im Messwert wurde gemäß VDI 4207 Blatt 2 nach dem aktuellen Stand der Technik ein zusätzlicher Unsicherheitswert von 0,007 g/m³ aufgrund der Unsicherheitspanne des Brennstoffes berücksichtigt.</p> <input type="checkbox"/> Das Ergebnis entspricht der Verordnung. <input checked="" type="checkbox"/> Das Ergebnis entspricht nicht der Verordnung, weil der Staubgehalt überschritten wurde.		<p>° Die Mängel sind zu beseitigen. Danach ist bis zum 24.06.2016 eine Wiederholungsüberprüfung erforderlich. Geben Sie mir bitte Nachricht, sobald diese erfolgen kann (§14 Absatz 5).</p> <input checked="" type="checkbox"/> Die Mängel sind zu beseitigen. Danach ist bis zum 24.06.2016 eine Wiederholungsüberprüfung erforderlich. Geben Sie mir bitte Nachricht, sobald diese erfolgen kann (§14 Absatz 5).			
Beratung wurde in folgenden Punkten durchgeführt (§ 4 Abs. 8, für handbeschickte Feuerungsanlagen):		<input checked="" type="checkbox"/> Feuchtegehalt im Brennstoff (§ 3 Abs. 3):					
<input checked="" type="checkbox"/> Sachgerechte Bedienung der Feuerungsanlage		Mittelwert: 12.8 %					
<input checked="" type="checkbox"/> Ordnungsgemäße Lagerung des Brennstoffes							
<input checked="" type="checkbox"/> Besonderheiten beim Umgang mit festen Brennstoffen							
Messgeräte-Identifikationsnummer(n) AE4100001637BY50116, AE004450246BY50116, 139038/334815130110							

Einflussfaktoren Staubmessung



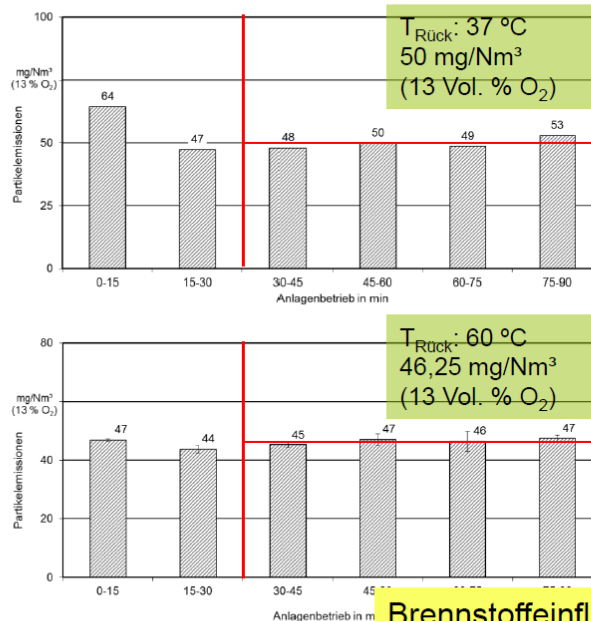


Einflussfaktoren Staubmessung

- ✓ Techn. Zustand Kessel in Ordnung (gewartet, keine Defekte/Undichtheiten, etc.)
- ✓ Voraussetzungen Messbetrieb gegeben
 - ✓ Einstellungen auf Brennstoff abgestimmt (Einschub, Rostbewegung, Primärluft, etc.)
 - ✓ Reinigungszustand Kessel (optimal 1 Woche zuvor → keine losen Partikel!)
 - ✓ Messgerät in Ordnung
- ✓ Ungestörter Messbetrieb im stationärer Lastbetrieb gegeben
 - ✓ Anfahrbetrieb durchlaufen (aufgeheizter Kessel →60°C, O2 ausgeregelt)
 - ✓ kein Abregeln (d. mangelnde Wärmeabfuhr)
 - ✓ keine Störeingriffe (WT-Reinigung, Überlast Stoker, Glutbettüberschreitung, Start/Stopp-Kesselpumpe, etc.)
 - ✓ keine Erschütterungen
- ✓ **Ist sonst alles i.O. – entscheidet nur der Brennstoffeinfluss (=Anteil Aerosolbildner)**

Einflussgröße Brennstoff

1.2. Versuchsergebnisse Waldrestholz-Hackschnitzelkessel 50 kW (TFZ)



- Kessel: 50 kW
- Brennstoff: **Waldrestholz** (10 % WG)
- Partikelemissionen deutlich höher (ca. +100 %) als mit Sägerestholz
- erhöhte Emissionen in der Anbrennphase, aber geringer als mit Sägerestholz
- geringe Schwankungsbreite

Brennstoffeinfluss ist bei ungestörtem Vollastbetrieb an einem Kessel wesentlich gravierender als andere Einflüsse.

Quelle: DBFZ

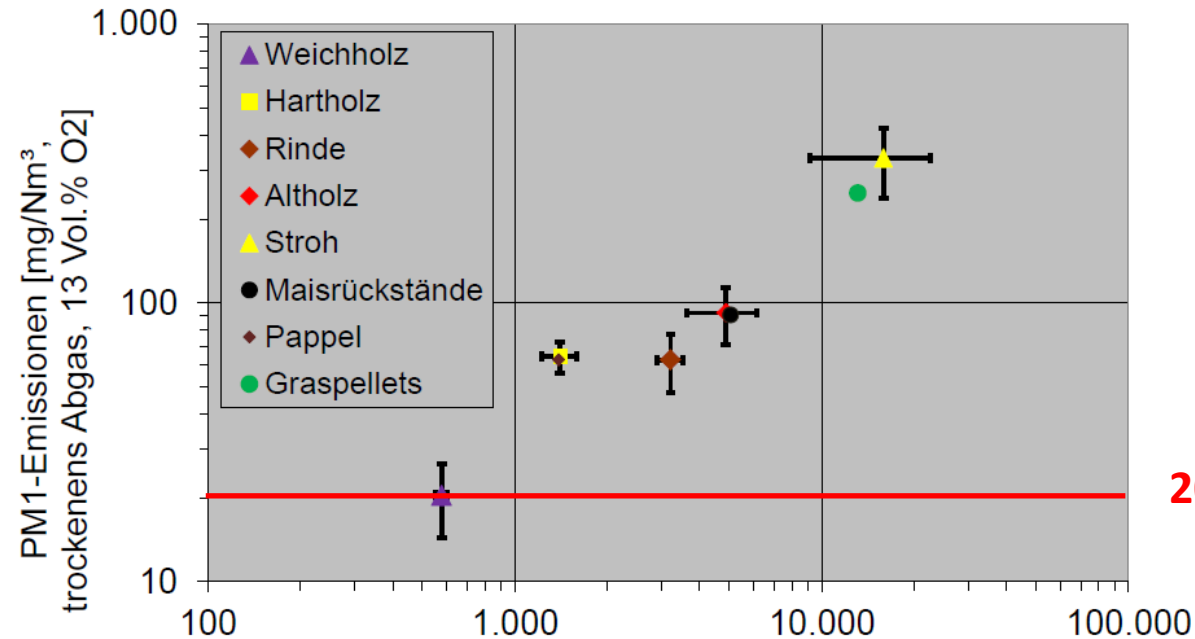
Aerosolbildende Elemente

Tabelle 11: Aerosolbildende Elemente der verwendeten Brennstoffe bezogen auf die Trockenmasse

Brennstoff	S	Cl	K	Na	Zn	Pb	Summe Aerosol- bildner
	mg/kg						
Fichte ohne Rinde	60	90	841	17	7,2	7,2	1.023
Fichte mit Rinde	70	510	876	16	54,8	5,1	1.532
Buche ohne Rinde	60	40	1.530	18	3,9	1,8	1.654
Buche mit Rinde	70	610	1.860	32	4,4	1,6	2.578
Holzbrikett rund mit Loch	100	63	400	39	14,0	< 1,0	616
Holzbrikett rund ohne Loch	1.800	124	710	230	2,0	< 1,0	2.866
Holzbrikett Quader	< 30	55	270	7	9,0	< 1,0	341
Holzbrikett Achtkant mit Loch	< 30	153	510	13	4,0	3,0	683
Rindenbrikett Quader	400	113	2.750	330	67,0	1,0	3.661
Rindenbrikett Sechskant	400	122	2.300	280	97,0	3,0	3.202
Braunkohle	3.000	271	240	2.000	3,1	< 1,0	5.514

Quelle: TFZ 36

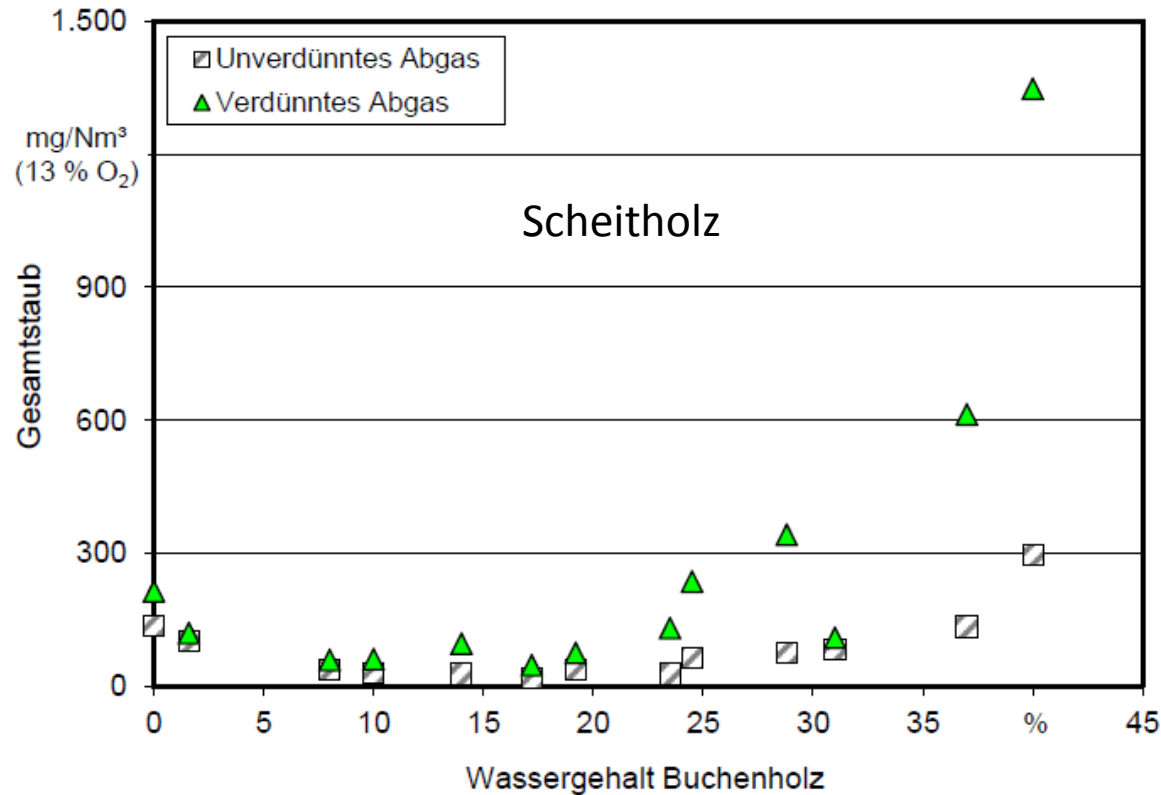
Feinstaub aus Aerosolbildnern



Quelle: BE2020+

Es ist ersichtlich, dass mit **zunehmenden** Gehalten an K, Na, Zn und Pb im Brennstoff die **Aerosolemissionen** deutlich **zunehmen**

Wassergehalt & Aerosolfreisetzung



Quelle: TFZ 36

Veranschaulichung Brennstoffe



Abb. 1: Hackschnitzel ohne Rinde, Nadeln, Blätter oder feine Äste.
Aschegehalt < 1 Masse-%, sehr geringer Feinanteil, Qualität Klasse A1

Veranschaulichung Brennstoffe



Abb. 7: Hackschnitzel mit hohem Feinanteil, durch Lagerung ungleichmäßig verteilt, für den emissionsarmen Betrieb von Kleinfeuerungen nicht geeignet.

Veranschaulichung Brennstoffe



Abb. 5: Hackschnitzel aus Waldrestholz mit Nadeln, Rinde und feinen Ästen. Aschegehalt < 3 Masse-%, Qualität Klasse B, für den emissionsarmen Betrieb von Kleinfeuerungen nicht geeignet.

Veranschaulichung Brennstoffe



Abb. 8: Hackschnitzel mit hohen Rindenanteilen und Anzeichen von Verrottung und Schimmelbildung, für den emissionsarmen Betrieb von Kleinfeuerungen nicht geeignet.

Förderungen DE

✓ MAP 2015: Anlagen von 5 bis max. 100 kW

Maßnahme	Basisförderung	Innovationsförderung ⁴				Nachrüstung ⁶	
		Brennwertnutzung ⁵		Partikelabscheidung ^{5,1}			
Anlagen von 5 bis max. 100,0 kW Nennwärmeleistung	Gebäudebestand	Gebäudebestand	Neubau	Gebäudebestand	Neubau		
Pelletofen mit Wassertasche	5 kW bis 25,0 kW	2.000 €	-	-	3.000 € ^{4,1}	2.000 €	750 €
	25,1 kW bis max. 100 kW	80 €/kW					
Pelletkessel ¹	5 kW bis 37,5 kW	3.000 €	4.500 € ^{4,1}	3.000 €	4.500 € ^{4,1}	3.000 €	
	37,6 kW bis max. 100 kW	80 €/kW					
Pelletkessel ¹ mit einem Pufferspeicher (neu errichtet) von mind. 30 l/kW	5 kW bis 43,7 kW	3.500 €	5.250 € ^{4,1}	3.500 €	5.250 € ^{4,1}	3.500 €	
	43,8 kW bis max. 100 kW	80 €/kW					
Hackschnitzelkessel ² mit einem Pufferspeicher von mind. 30 l/kW	pauschal 3.500 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	5.250 €	3.500 €		
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸				
Scheitholzvergaserkessel ³ mit einem Pufferspeicher von mind. 55 l/kW	pauschal 2.000 € je Anlage	5.250 € ⁷	3.500 € ⁷	3.000 €	2.000 €		
		4.500 € ⁸	3.000 € ⁸				



Förderungen DE

- ✓ KfW: Anlagen > 100 kW
 - ✓ € 20.-/KW Nennwärmeleistung bei Neuerrichtung
 - ✓ Grenzwert 15 mg/Nm³ (13% Sauerstoff)
 - ✓ Nachweis d. Prüfstands- od. Referenzmessungen
 - ✓ Nachweis d. Schornsteinfeger (bis 1.000 kW): Die Unterschreitung ist durch mind. 2 Messungen nachzuweisen
- ✓ BioKlima (Bayern)
 - ✓ € 33.-/Jahrestonne kalkulatorischer CO₂-Einsparung
 - ✓ Staubfilter ist zwingend vorzusehen
 - ✓ Nachweis Mindestabscheidegrad 50% muss vorgelegt werden



Zusammenfassung

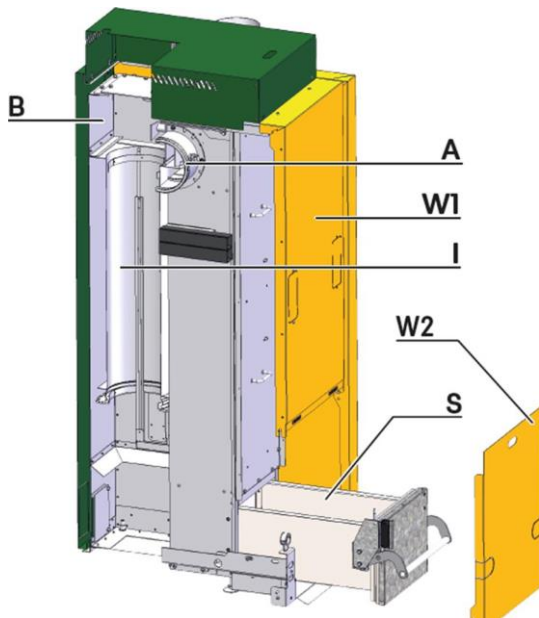
- ✓ Bei optimierter/fehlerfreier Anlage **entscheidet der aerosolbildende Ascheanteil** (Summe $K+Na+Zn+P < 1.400$ mg/kg Trockenmasse) im Hackgut über die Einhaltung 1.BImSchV St. 2
 - ✓ Bei heutigem Brennstoffmix sind **> 10 (-20) % der Hackgutanlagen nur mit Filter rechtssicher lösbar**
 - ✓ Verschiebt sich der Brennstoffmix könnte das Risiko bei pauschaler Zusage A1, A2, B1 „eskalieren“
- ✓ Erhöhte aerosolfähige Ascheanteile sind in keiner Brennstoffnorm (ISO 17225-4) erfasst/begrenzt und als optisches Qualitätsmerkmal oft nicht erkennbar
- ✓ Bestimmung Aerosolbildner nur über aufwendige Laboranalyse (> € 300.-/Analyse, Dauer!)
- ✓ Risiko pauschaler Einhaltungszusage wächst mit steigendem Aschegehalt
- ✓ Praxisverständliche Abgrenzung über Brennstoffklassen A1->A2->B1 (steigender Aschegeh.)
 - ✓ NT: keine messerscharfe Grenzziehung - aber gestufte Risikominimierung
 - ✓ Kunde entscheidet ob er für einen allf. nötigen Filter vorsorgt oder ihn gleich einbaut und damit das Brennstoffband rechtssicher ausschöpfen kann - KWB darf sich das Haftungsrisiko nicht weiter umhängen
- ✓ => Daher Abgrenzung A1 - A2 und B1 nur rechtssicher mit Filter

KWB filter praha

brez obrabe & nizka lastna poraba s pomočjo elektrostatičnega principa ločevanja

KWB filter praha E Plus

- ✓ Integrirani E-Filter – kompaktno
- ✓ Samostoječa verzija mogoča
- ✓ Avtomatsko čiščenje
- ✓ Bypass dimnih plinov (opsijsko)
 - ✓ čiščenje med delovanjem
 - ✓ Delovanje (24/7)



26

KWB filter praha E

- ✓ (Eno-)cevni filter → vgradnja v dimno cev
- ✓ Za enostavno rešitev pri majhnih močeh

