

INSTITUT FÜR ENERGIEFORSCHUNG

ELISABETHSTRASSE 5, A-8010 GRAZ
TEL. (0316) 876/1338
FAX (0316) 876/1320

*Im Auftrag von
Netzwerk Öko-Energie Steiermark (NOEST)*

Projekt Nr.: IEF.2008.AF.029-01

Bericht Nr.: IEF-B-26/08

26 Seiten

MESSUNGEN UND EINSTELLUNGSARBEITEN AN DER HEUPELLETS-FEUERUNG IM RAHMEN DES DEMONSTRATIONSPROJEKTS „HEUPELLETIERUNG“ IN RADOCHEN

ENDBERICHT

R. STIGLBRUNNER, P. ENZINGER, S. GUNCZY, R. PADINGER

Juni 2009

Projekt Nr.: IEF.2008.AF.029-01
Bericht Nr.: IEF-B-26/08
Freigegeben: Graz, am 17. Juni 2009



A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Spitzer', written in a cursive style.

J. Spitzer
Institutsleiter

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Stiglbrunner', written in a cursive style.

R. Stiglbrunner
Projektleiter

INHALT

1	Einleitung und Ziele	5
2	Beschreibung der Feuerung, des Elektrofilters und des Brennstoffes	7
	2.1 Feuerung	7
	2.2 Elektrofilter	9
	2.3 Brennstoff	9
3	Durchführung der Messungen und Ergebnisse	10
	3.1 Eingesetzte Messgeräte und Messanordnung	10
	3.2 Durchführung der Messungen	11
	3.3 Ergebnisse der Messungen	12
	3.3.1 Emissionen von CO und NO _x	13
	3.3.2 Emissionen von Staub	16
	3.3.3 Feuerungstechnischer Wirkungsgrad	18
4	Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen	18

BEILAGEN

<u>Beilage 1:</u>	Beschreibung des Elektrofilters (System Schiedel)	21
<u>Beilage 2:</u>	Bestimmung des Brennstoff – Wassergehalts	24
<u>Beilage 3:</u>	Beschreibung der eingesetzten Messgeräte	25

1 Einleitung und Ziele

Bei der Anlage zur Herstellung von Heupellets in Radochen (Gemeinde Hof bei Straden) wird eine Feuerungsanlage zur Verbrennung dieser Heupellets betrieben, welche derzeit im Versuchsbetrieb läuft. Betreiber der Anlage ist der Verein „Lebende Erde im Vulkanland“ (LEiV). Die Feuerungsanlage dient der Demonstration der Machbarkeit einer mit Heupellets betriebenen Kleinfeuerungsanlage in technischer Hinsicht sowie in Hinblick auf die Erfordernisse der Luftreinhaltung. Die im Demonstrationsbetrieb anfallende Wärme wird zur teilweisen Beheizung der Halle, in welcher die Pelletierung des Heus erfolgt und das zur Pelletierung verwendete Heu sowie die erzeugten Pellets gelagert werden, genutzt. Abbildung 1-1 zeigt die Lagerhalle, Abbildung 1-2 die Pelletieranlage.



Abbildung 1-1: Lagerhalle



Abbildung 1-2: Pelletieranlage

Ziele der von JOANNEUM RESEARCH, Institut für Energieforschung (IEF) im Auftrag vom Netzwerk Öko-Energie Steiermark (NOEST) durchgeführten Arbeiten waren:

- Durchführung von Betriebsmessungen an der Feuerungsanlage vor Ort bei Betrieb mit Heupellets. Dabei wurden folgende Verbrennungsgas-Komponenten gemessen:
 - * Sauerstoff (O_2)
 - * Kohlenmonoxid (CO)
 - * Stickstoffoxide (NO_x)
 - * Staub
- Einstellung der Regelungstechnik der Feuerungsanlage anhand der Ergebnisse der Betriebsmessungen zur Erreichung eines optimalen Betriebsverhaltens.
- Beurteilung des Elektrofilters der Fa. Schiedel anhand der durchgeführten Staubmessungen. Dazu wurden folgende Messungen durchgeführt:
 - * Gravimetrische Gesamtstaubmessung vor und nach dem Elektrofilter. Alle Messungen vor dem E-Filter erfolgen mittels Filterhülsen (System

„Ströhlein“), die Messungen nach dem E-Filter mittels Planfiltern (System „Gothe“ - Planfilter).

- * Messung der Feinstaubemissionen nach dem E-Filter mittels Kaskadenimpaktor (System „Gothe“ - Impaktor).
- Erstellung eines Berichts über die Ergebnisse der durchgeführten Messungen und einer Evaluierung der Feuerung und des Elektrofilters.

Bei den Messungen waren vom LEiV Herr Dr. Andreas Breuss, seitens Joanneum Research Herr Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Padinger, Herr Peter Enzinger, Herr Dipl.-Ing. (FH) Stefan Gunczy und Herr Dipl.-Ing. Dr. Rudolf Stiglbrunner anwesend.

2 Beschreibung der Feuerung, des Elektrofilters und des Brennstoffes

2.1 Feuerung

Der eingesetzte Pellets- und Mehrstoffkessel „Multifuel 50 Carbon Monoxide Controlled“ mit der Nennleistung von 50 kW wurde von der Fa. Ecoprotect (www.ecoprotect.com, office@ecoprotect.com) geliefert. Der Kessel wurde speziell für die Verbrennung von Alternativpellets (Heupellets, Strohpellets etc.) sowie von Energiekorn usw. entwickelt. Die Pellets werden von einem Vorratsbehälter mittels Schnecken über eine Zellradschleuse in die Brennkammer eingebracht. Die Brennstoffeinbringung erfolgt in Abhängigkeit von der erforderlichen Wärmeleistung durch Ein-Aus-Intervalle nach programmierten Algorithmen, die an die gewählte Brennstoffart angepasst sind. Die Verbrennung der Pellets erfolgt auf einem beweglichen Rost, dessen Bewegungsintervall unter Berücksichtigung des Verhaltens des Brennstoffs in Bezug auf die Verschlackungsgefahr einstellbar ist. Die Aufteilung der Primär- und Sekundärluft erfolgt mittels Schieber, die Regelung der Luftmenge durch drehzahlgesteuerte Saug- und Druckventilatoren. Nach dem Wärmetauscher gelangt das Verbrennungsgas über das Rauchrohr, in welches eine Zugregelungsklappe eingebaut ist, in den Schornstein (siehe Abbildung 2-1).



Abbildung 2-1: Feuerungsanlage zur Verbrennung von Heupellets
in Radochen

Wegen des höheren Ascheanfalls bei Alternativpellets ist der Kessel auch mit einer Ascheaustragung ausgerüstet.

Die Verbrennungsregelung erfolgt nicht wie üblich über die Messung des Restsauerstoffgehalts (Lambda-Regelung), sondern es wird eine neue, sehr effiziente und kostengünstige Regelungsmethode über die Messung der Kohlenmonoxydkonzentration (CO-Konzentration) im Rauchgas eingesetzt. Die elektronische Steuerung GREENLINE (Fa. Onesoft) steuert alle Funktionen des Kessels nach Vorwahl der Grundeinstellung. Die drei Basisbetriebsarten sind: Holzpellets, Energiekorn, Alternativpellets. In der gewählten Betriebsart regelt die Steuerung alle Vorgänge automatisch.

Für einen hohen Wirkungsgrad und eine effiziente Verbrennung mit niedrigen Emissionswerten wird in der Brennkammer eine Auskleidung mit Keramik sowie ein Mehrzug- Röhrenwärmetauscher mit halbautomatischer Reinigung eingesetzt.

Wenn ein Mehrfaches der Nennleistung benötigt wird, kann dieser Kessel mit weiteren Kesseln im Master- Slave- System betrieben werden. Auf diese Weise kann eine maximale Nennleistung von insgesamt 200 kW erreicht werden.

2.2 Elektrofilter

Zur Minderung der Staubemissionen der Feuerungsanlage ist im Kamin ein Prototyp eines Drahtelektrofilters (System „Schiedel“) installiert (siehe Beilage 1).

2.3 Brennstoff

Bei den Messungen wurden Heupellets als Brennstoff eingesetzt. Diese werden aus „Naturschutzheu“, welches in Form von Großballen (siehe Abbildung 1-1) angeliefert wird, hergestellt. „Naturschutzheu“ ist Heu von Wiesen, welche vorrangig dem Erhalt des Lebensraumes von Tieren und Pflanzen (z.B. Blauracken) dienen. Abbildung 2-2 zeigt die als Brennstoff eingesetzten Heupellets.



Abbildung 2-2: Brennstoff Heupellets

Der Wassergehalt der verwendeten Heupellets betrug 6,8% (siehe Beilage 2). Die Wassergehaltsbestimmung erfolgte mit der Trockenschrankmethode (DIN 52183).

3 Durchführung der Messungen und Ergebnisse

Die Messungen wurden am 22. April 2009 durchgeführt.

3.1 Eingesetzte Messgeräte und Messanordnung

Bei der Durchführung der Messungen wurden folgende Messgeräte eingesetzt (siehe Beilage 3):

- Messgasentnahme-, -aufbereitungs- und -fördereinheit
- NDIR-Gasanalysator und Rauchgas-Analysegerät
- Staubmessgeräte (System „Ströhlein“ – Filterhülsen und System „Gothe“ - Planfilter bzw. Impaktor)
- Mesdatenerfassungs- und -speicherung
- Waagen (Präzisions- und Analysenwaage)
- Trockenschrank

Abbildung 3-1 zeigt die Messanordnung bei der Feuerungsanlage (vor dem Elektrofilter), Abbildung 3-2 die Messanordnung bei Kaminaustritt (nach dem Elektrofilter).



Abbildung 3-1: Messanordnung bei der Feuerungsanlage



Abbildung 3-2: Messanordnung bei Kaminaustritt

3.2 Durchführung der Messungen

Die Messung der gasförmigen Emissionen (O_2 , CO und NO_x) erfolgte unmittelbar nach Kesselaustritt mittels NDIR-Gasanalysator (URAS 10 E) mit einer Abtastrate von 10 s. Die Messdaten wurden am Messlaptop graphisch dargestellt und gespeichert.

Die Messungen der Staubemissionen erfolgten einerseits am Rauchrohr vor dem Kamin (siehe Abbildung 3-1) und somit auch vor dem im Kamin integrierten E-Filter, andererseits beim Kaminaustritt nach dem E-Filter (dafür wurde eine zur Anbringung der Entnahmesonde geeignete Vorrichtung verwendet – siehe Abbildung 3-2).

Die Einstellung der Feuerung und der Regelungstechnik der Feuerungsanlage erfolgte vor Beginn der Emissionsmessungen unter Verwendung der für die Messungen verwendeten Messgeräte und Visualisierung der Messwerte. In dieser Zeit wurde die Feuerungsanlage auch auf Betriebstemperatur gebracht und während der Messungen soweit wie möglich im stationären Betriebszustand betrieben.

Die Messungen begannen um 13:35 und dauerten bis 16:35. In diesem Zeitraum wurden, neben den Emissionen von O_2 , CO und NO_x , je sechs Staubmessungen nach der Feuerung und vor dem E-Filter (Bezeichnung „V“) bzw. beim Kaminaustritt nach dem E-Filter (Bezeichnung „H“) durchgeführt. Für die Staubmessungen nach

der Feuerungsanlage wurden bei allen Messungen Filterhülsen verwendet (System „Ströhlein“). Beim Kaminaustritt erfolgten die ersten drei Staubmessungen mittels Planfilter (System „Gothe“ - Planfilter), während bei den darauf folgenden drei Messungen ein dreistufiger Kaskadenimpaktor (System „Gothe“ - Impaktor) verwendet wurde. Mit dem Kaskadenimpaktor können die drei Staubfraktionen (größer 10 µm, 2,5 bis 10 µm und kleiner 2,5 µm) getrennt erfasst werden. Die Absaugzeiten zur Beladung der Filterhülsen bzw. Planfilter oder Impaktor waren durch die infolge der Staubbeladung auftretenden Druckverluste limitiert und betragen nach der Feuerung (Filterhülsen) zwischen 9 und 18 Minuten (Mittelwert 13 Minuten), bei Kaminaustritt (Planfilter oder Kaskadenimpaktor) zwischen 6 und 12 Minuten (Mittelwert 9 Minuten). Durch die gleichzeitige Messung der Staubemissionen an beiden Messstellen konnte die Abscheidewirkung des E-Filters beurteilt werden.

3.3 Ergebnisse der Messungen

Eine Übersicht des Emissionsverlaufes von O₂, CO und NO_x über den gesamten Messzeitraum ist in Abbildung 3-3 dargestellt.

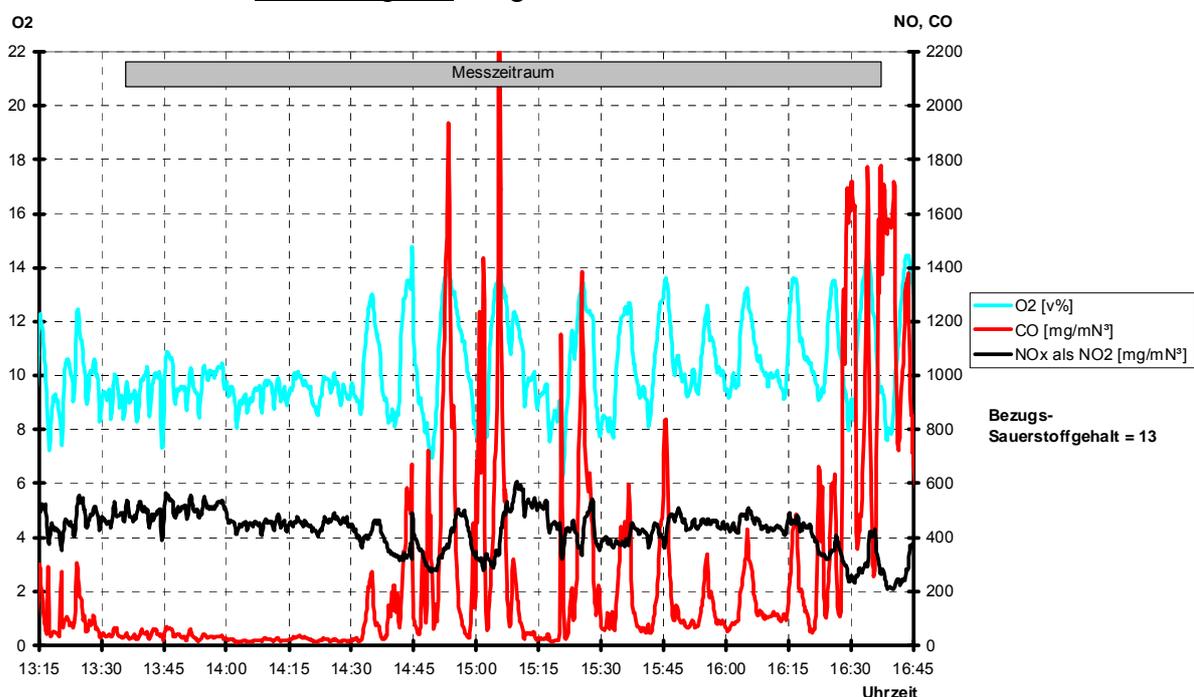


Abbildung 3-3: Emissionsverlauf über den gesamten Messzeitraum

3.3.1 Emissionen von CO und NO_x

Das Emissionsverhalten der Feuerungsanlage hinsichtlich CO und NO_x ist in der Folge in sechs unmittelbar aufeinanderfolgenden Halbstunden-Mittelwerte dargestellt. Der zeitliche Verlauf dieser Emissionen ist in Abbildung 3-4 bis Abbildung 3-9 dargestellt.

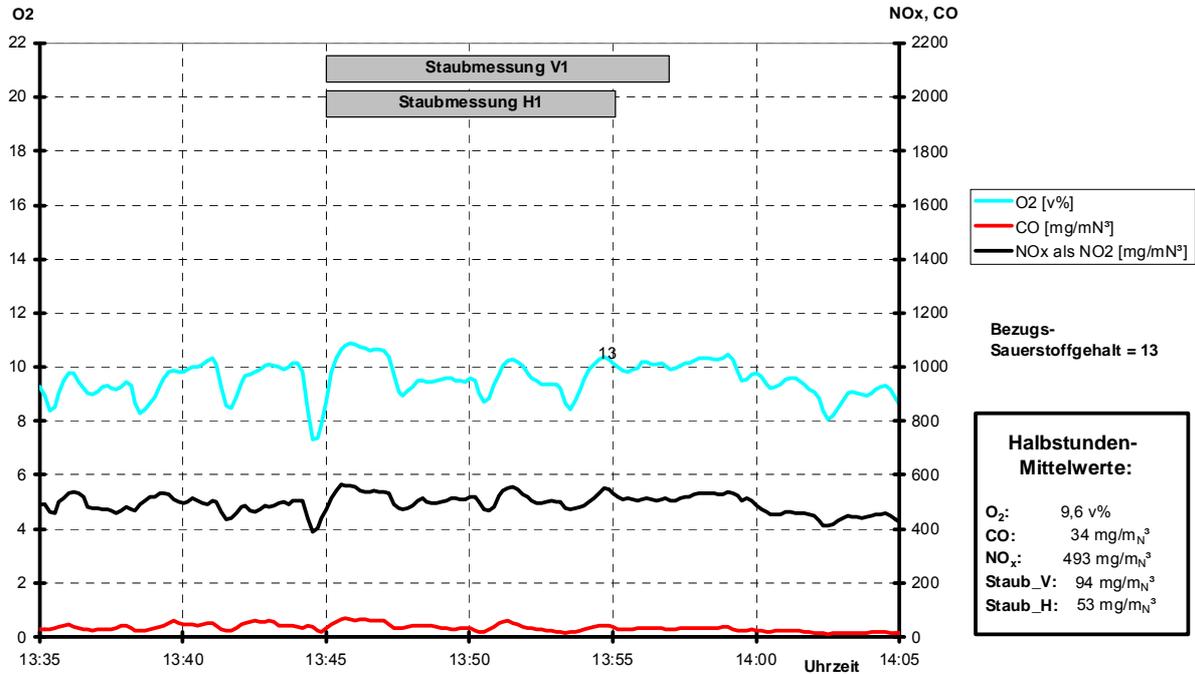


Abbildung 3-4: Emissionsverlauf in der ersten halben Stunde

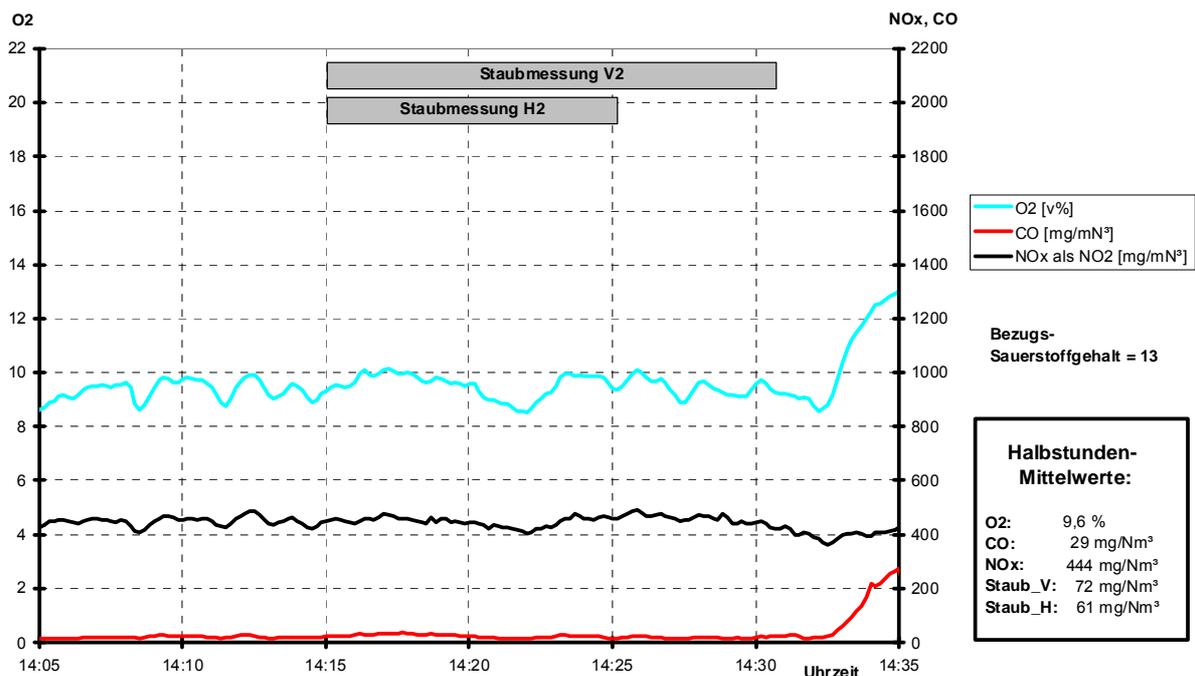


Abbildung 3-5: Emissionsverlauf in der zweiten halben Stunde

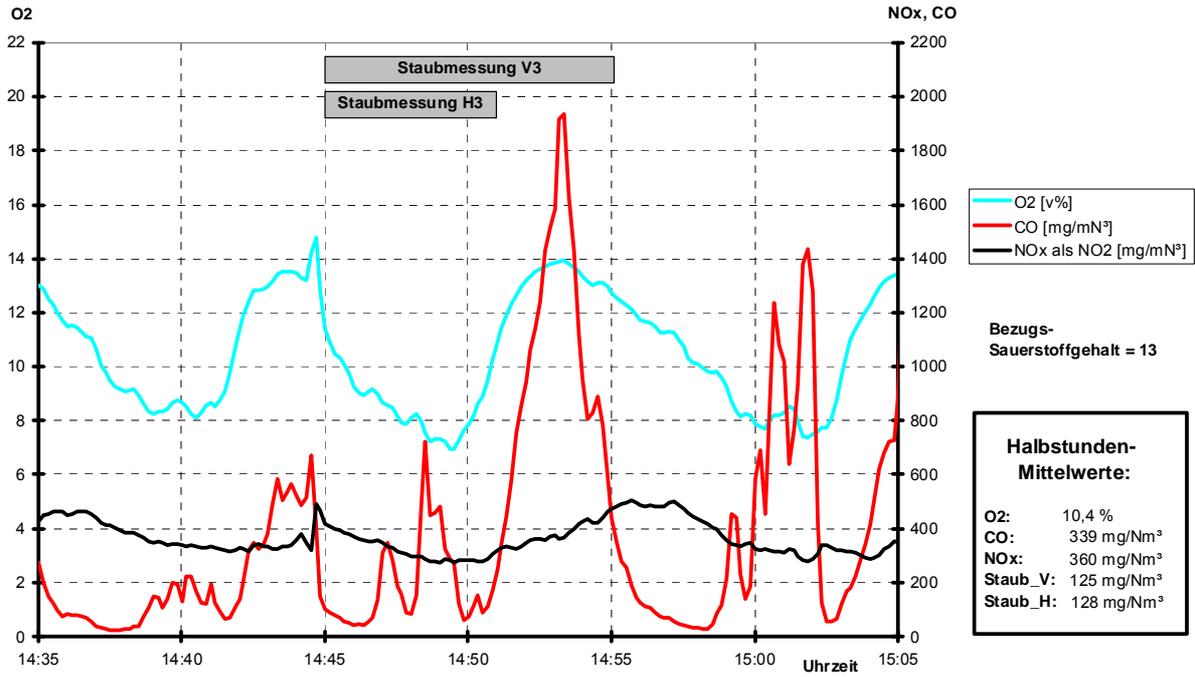


Abbildung 3-6: Emissionsverlauf in der dritten halben Stunde

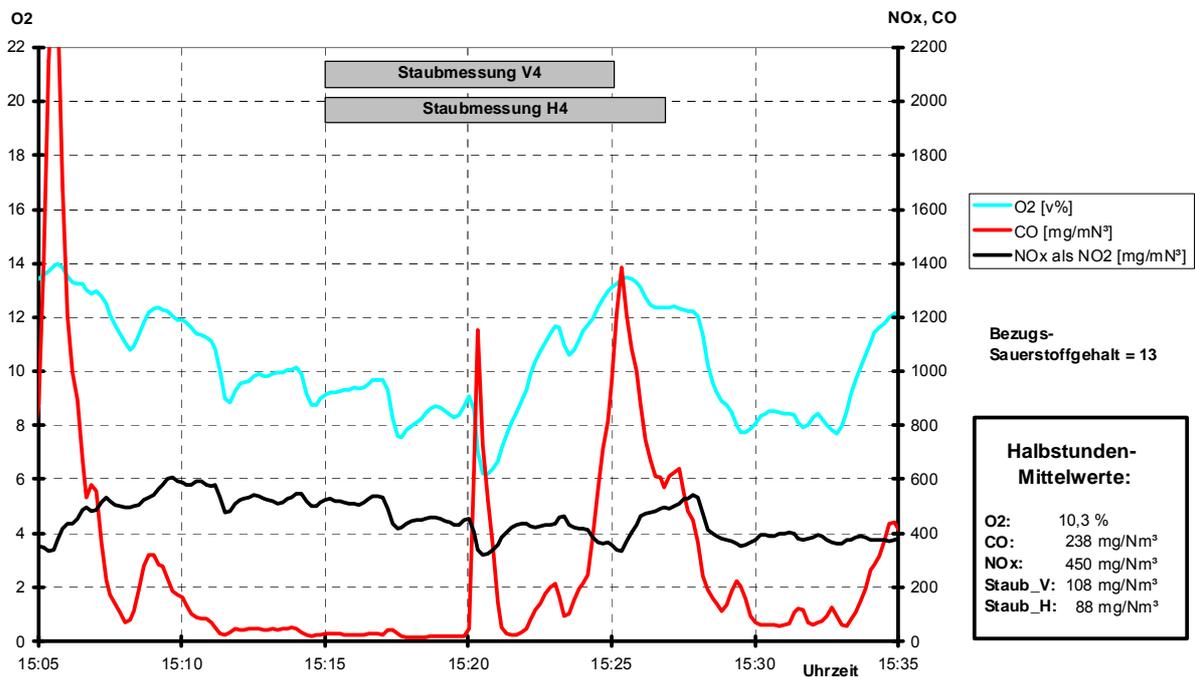


Abbildung 3-7: Emissionsverlauf in der vierten halben Stunde

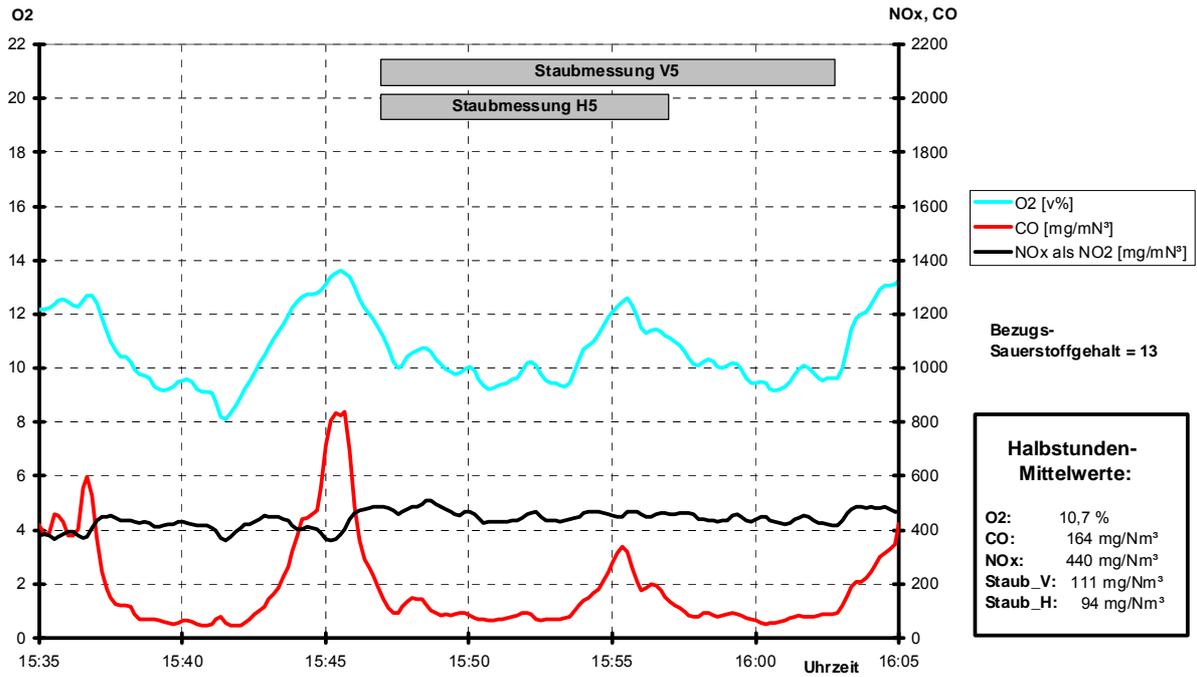


Abbildung 3-8: Emissionsverlauf in der fünften halben Stunde

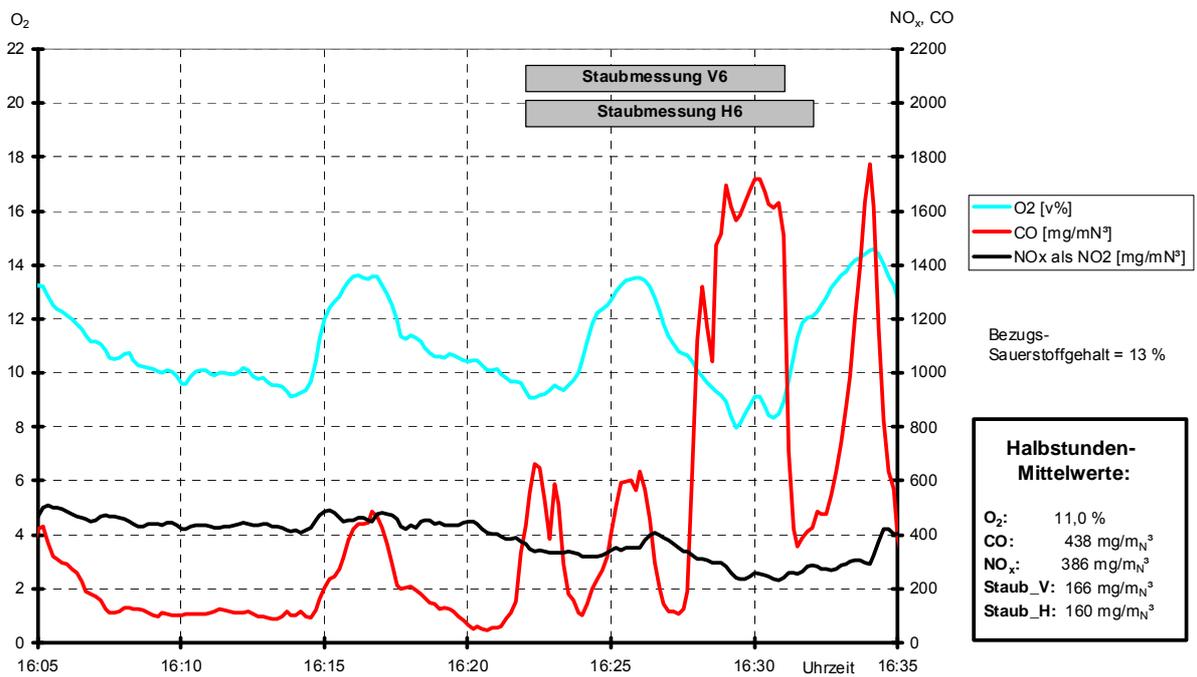


Abbildung 3-9: Emissionsverlauf in der sechsten halben Stunde

In Tabelle 3-1 sind die Halbstunden-Mittelwerte der O₂-, CO- und NO_x-Emissionen zusammengestellt.

Tabelle 3-1: Halbstunden-Mittelwerte der O₂-, CO- und NO_x-Emissionen

	Zeit		O ₂	CO	NO _x
	von	bis	(v%)	(mg/m _N ³)	(mgNO ₂ /m _N ³)
HMW 1	13:35	14:05	9,6	34	493
HMW 2	14:05	14:35	9,6	29	444
HMW 3	14:35	15:05	10,4	339	360
HMW 4	15:05	15:35	10,3	238	450
HMW 5	15:35	16:05	10,7	164	440
HMW 6	16:05	16:35	11,0	438	386
Mittelwert	13:35	16:35	10,3	207	429

HMW Halbstunden-Mittelwert

CO und NO_x-Werte bezogen auf 13 v% O₂, trockenes Verbrennungsgas

3.3.2 Emissionen von Staub

Bei den durchgeführten Staubmessungen wurden an der Messstelle nach der Feuerung immer Filterhülsen verwendet, an der Messstelle bei Kaminaustritt wurden sowohl Planfilter als auch der Kaskadenimpaktor eingesetzt. Die Ergebnisse der ersten drei Staubmessungen sind in Tabelle 3-2 zusammengefasst, wobei die Messung nach den E-Filter mit Planfiltern erfolgte. Die Ergebnisse der restlichen drei Messungen sind in Tabelle 3-3 zusammengefasst, wobei die Messungen nach dem E-Filter mit dem Kaskadenimpaktor erfolgten. Aufgrund der Luftbeimischung mit einer Zugregelungsklappe zwischen den beiden Messstellen war eine separate Messung der O₂-Konzentration an der Messstelle beim Kaminaustritt erforderlich. Diese erfolgte sporadisch mit dem Rauchgas-Analysegerät (Testo 300M) und lag im Durchschnitt 2 v% höher als an der Messstelle nach der Feuerung.

Tabelle 3-2: Ergebnisse der Staubmessungen mit Filterhülsen und Planfilter

Messstelle		nach Feuerung vor E-Filter		bei Kaminaustritt nach E-Filter	
Verfahren		Filterhülse		Planfilter	
Messung Nr.	Startzeit	Dauer	Staubgehalt	Dauer	Staubgehalt
		(min)	(mg/m _N ³)	(min)	(mg/m _N ³)
1	13:45	18	94	10	53
2	14:15	16	72	10	61
3	14:45	10	125	6	128
Mittelwerte		15	97	9	81
Abscheidegrad E-Filter					17%

Staubgehalte sind bezogen auf 13 v% O₂, trockenes Verbrennungsas bei Normbedingungen (1013 mbar, 0 °C)

Tabelle 3-3: Ergebnisse der Staubmessungen mit Filterhülsen und Kaskadenimpaktor

Messstelle		nach Feuerung vor E-Filter		bei Kaminaustritt nach E-Filter			
Verfahren		Filterhülse		Kaskadenimpaktor			
Messung Nr.	Startzeit	Dauer	Staubgehalt	Dauer	Korngröße	Staubgehalt	Anteil
		(min)	(mg/m _N ³)	(min)	(μm)	(mg/m _N ³)	(w%)
4	15:15	10	108	12	>10	3	3
					2,5 - 10	7	8
					<2,5	78	89
					Gesamt	88	100
5	15:47	16	111	10	>10	5	5
					2,5 - 10	9	9
					<2,5	81	86
					Gesamt	94	100
6	16:22	9	166	8	>10	4	3
					2,5 - 10	8	5
					<2,5	147	92
					Gesamt	160	100
Mittelwerte		16	128	10		114	
Abscheidegrad E-Filter					11%		

Staubgehalte sind bezogen auf 13 v% O₂, trockenes Verbrennungsas bei Normbedingungen (1013 mbar, 0 °C)

Der Vergleich der Staubgehalte vor und nach dem E-Filter zeigt, dass der E-Filter während der Messungen sehr stark in seiner Wirksamkeit eingeschränkt war (mittlerer Abscheidegrad 14%). Der Grund lag in einer verringerten Spannungsfestigkeit der Isolatoren im oberen Bereich des Kamins infolge von Ablagerungen. Die Spannung des Elektrofilters während der Messung erreichte daher nur Werte zwischen 10 und 13 kV. Die für einen hohen Abscheidegrad

erforderliche Betriebsspannung des E-Filters liegt zwischen 25 und 35 kV, wobei bei diesem Elektrofilter-System bei vergleichbaren Messungen Abscheidegrade zwischen 80 und 95% erreicht wurden.

Die Staubmessungen mit dem Kaskadenimpaktor zeigten, dass im Mittel 90 gewichtsprozent der Staubemissionen eine Korngröße von unter 2,5 µm aufwiesen.

3.3.3 Feuerungstechnischer Wirkungsgrad

Die Ermittlung der Abgasverluste bzw. des feuerungstechnischen Wirkungsgrades erfolgte gemäß FAV (Feuerungsanlagen-Verordnung vom 18. November 1997, Anlage 1 Abs. 1.4.) mit folgenden Eingangsdaten:

Abgastemperatur:	136 °C
Verbrennungs-Lufttemperatur:	25 °C
Trockener Restsauerstoffgehalt im Abgas:	10,3 v%
Biomasse Wassergehalt:	10 % ^{*)}

Damit errechnet sich ein Abgasverlust der Feuerungsanlage von 8,1%, d.h. der feuerungstechnische Wirkungsgrad liegt bei 91,9%.

^{*)} Der tatsächliche Wassergehalt des Brennstoffes lag bei 6,8%. Allerdings sind in der FAV zur Ermittlung des Abgasverlustes nur Faktoren für 0%, 10%, 20% usw. Biomasse-Wassergehalt angegeben. Daher wurden die Faktoren für 10% Wassergehalt verwendet.

4. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die am 22. April 2009 in der Zeit von 13:35 bis 16:35 an der Feuerungsanlage für Heupellets bei der Pelletieranlage in Radochen (Gemeinde Hof bei Straden) durchgeführten Messungen erbrachten folgende Ergebnisse:

- Gasförmige Emissionen (Dreistundenmittelwerte bezogen auf 13 v% O₂ und trockenes Verbrennungsgas)
 - o Kohlenmonoxid (CO): 207 mg CO / m_N³ (Grenzwert: 800 mg / m_N³)

- Stickstoffoxide (NO_x): 429 mg NO₂ / m_N³ (Grenzwert: 500 mg / m_N³)
 - Staubemissionen (Mittelwert aus sechs Einzelmessungen bezogen auf 13 v% O₂ und trockenes Verbrennungsgas)
 - Nach der Feuerung und vor dem Elektrofilter: 113 mg / m_N³
(Grenzwert: 150 mg / m_N³)
 - Bei Kaminaustritt und nach dem Elektrofilter: 97 mg / m_N³
(Grenzwert: 150 mg / m_N³)
- Korngrößenverteilung (Mittelwert aus drei Einzelmessungen):
- | | |
|----------------|--|
| > 10 μm: | 4 mg / m _N ³ (3 w%) |
| 2,5 bis 10 μm: | 8 mg / m _N ³ (7 w%) |
| < 2,5 μm: | 102 mg / m _N ³ (90 w%) |
- Abgasverluste: 8,1% (Grenzwert: 19%)

Alle gemessenen Werte unterschreiten die in der Feuerungsanlagen-Verordnung vom 18. November 1997 für gewerbliche Betriebsanlagen mit einer Nennwärmeleistung von 50 kW bis 100 kW festgelegten Grenzwerte (§11. (1) und § 21). Bei den Stickoxidemissionen wird der Grenzwert für „Reste von Holzwerkstoffen oder Holzbauteilen, deren Bindemittel, Härter, Beschichtungen und Holzschutzmittel schwermetall- und halogenverbindungsfrei sind“ (500 mg NO₂ / m_N³) unterschritten. Der Grenzwert der Staubemissionen (150 mg / m_N³) wird bereits vor dem E-Filter unterschritten.



Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Padinger
Graz, 17. Juni 2009

Verzeichnis der BEILAGEN

Beilage 1: Beschreibung des Elektrofilters (System Schiedel)

Beilage 2: Bestimmung des Brennstoff – Wassergehalts

Beilage 3: Beschreibung der eingesetzten Messgeräte

Beilage 1: Beschreibung des Elektrofilters (System „Schiedel“)

Mit dem Schiedelkamin-Elektrofilter werden feste und flüssige Teilchen aus einem Gasstrom einer Feuerungsanlage (Verbrennungsgas) durch Einwirkung eines elektrischen Feldes abgeschieden. Dabei wird die anziehende Wirkung elektrischer Kräfte auf elektrisch geladene Teilchen ausgenutzt.

Die im zu reinigenden Abgas enthaltenen, zunächst neutralen Staubpartikeln werden im Elektrofilter aufgeladen, damit eine Abscheidung durch elektrische Kräfte möglich wird. Dies wird durch die so genannte Sprühelektrode erreicht. Durch Koronaentladung an der auf Hochspannung (einige zig kV) befindlichen Sprühelektrode entstehen Gasionen, welche sich an den abzuscheidenden Partikeln anlagern und diese somit aufladen. Durch das elektrische Feld werden die Partikel in dem durchströmten Abscheideraum zwischen Sprüh- und Abscheideelektrode zur Abscheideelektrode hin transportiert und auf diese Weise aus dem Gasstrom abgeschieden. Diese abgeschiedenen Partikel bilden eine Staubschicht auf der Abscheideelektrode, die deshalb von Zeit zu Zeit abgereinigt werden muss. Die Reinigung des Schiedelkamin-Elektrofilters erfolgt durch einen geschulten Kaminkehrer.

Der an der Heupellets-Feuerung in Radochen verwendete Prototyp des Drahtelektrofilters (System „Schiedel“) ist in Abbildung A1-1 (Kaminkopf) und Abbildung A1-2 (Kaminfuß) dargestellt.

Der Drahtelektrofilter besteht aus einem Edelstahldraht als Sprühelektrode.

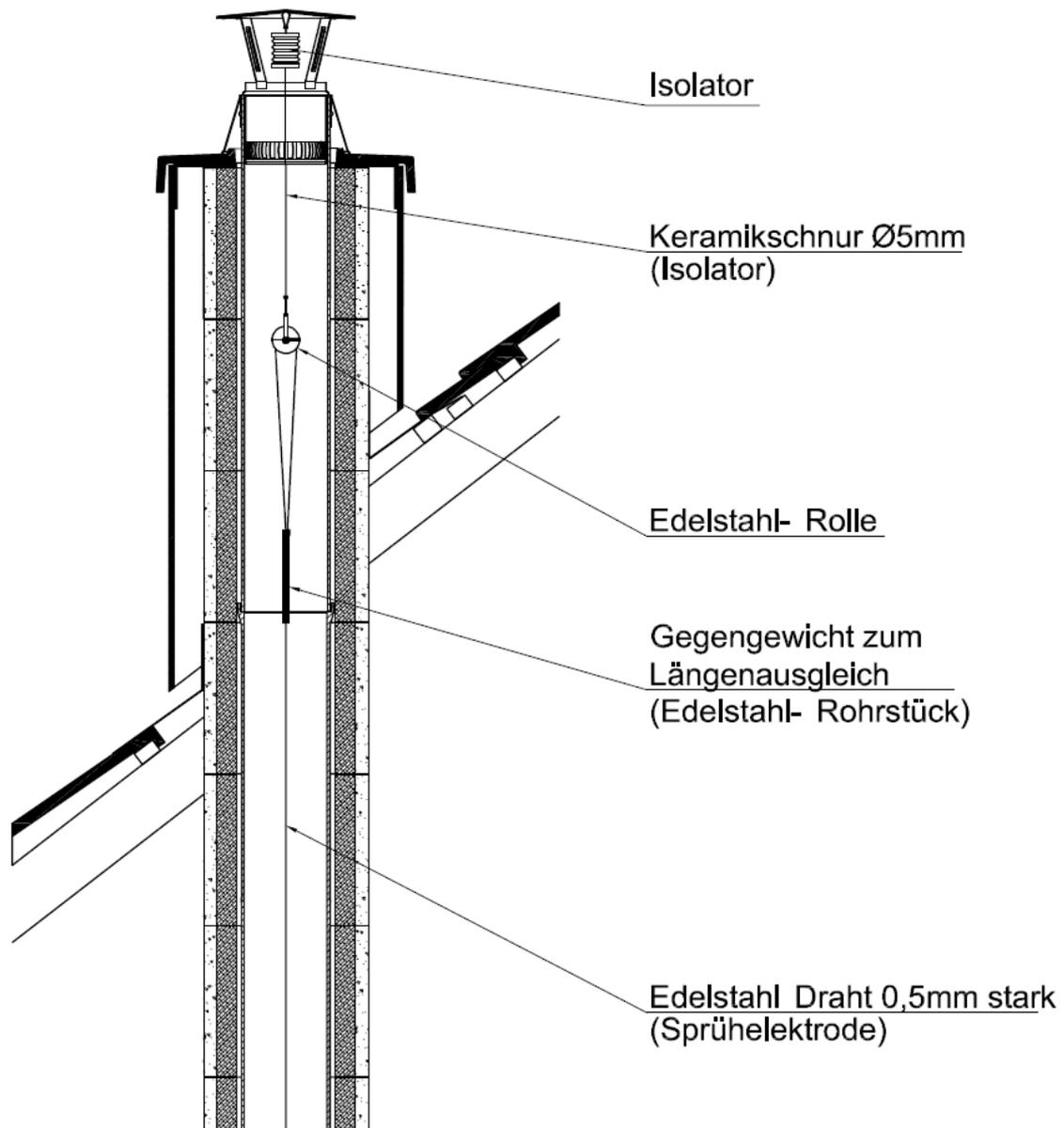


Abbildung A1-1: Drahtelektrofilter Prototyp, Ansicht Kaminkopf

Der Edelstahldraht ist in der Achse des Kaminrohres angeordnet und über einen Isolator an der geerdeten Regenhaube aufgehängt (siehe Abbildung A1-1).

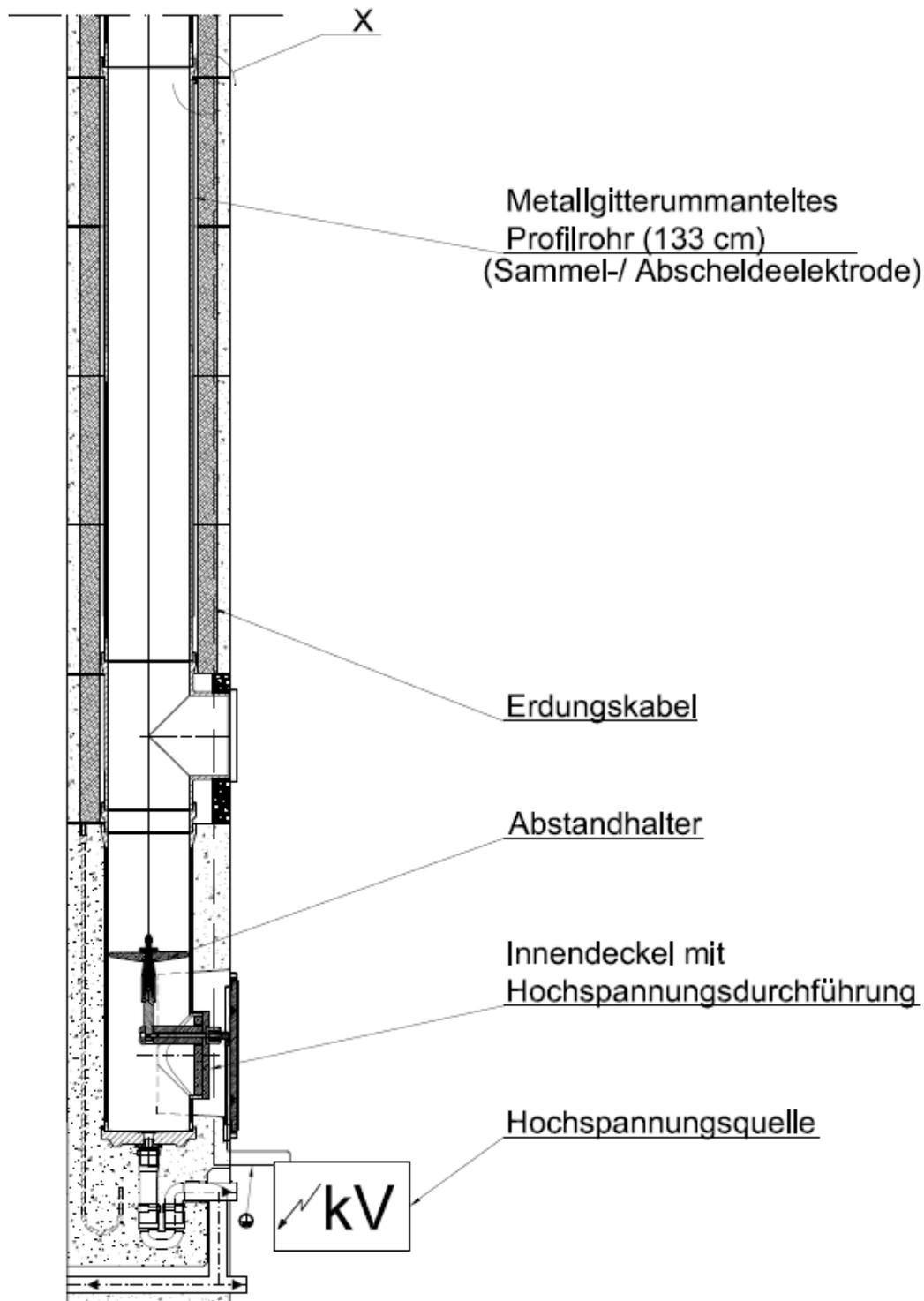


Abbildung A 1-2: Drahtelektrofilter Prototyp, Ansicht Kaminfuß

Ein Gewicht am Kaminfuß (siehe Abbildung A1-2) in Verbindung mit einem Gegengewicht im oberen Bereich des Kamins spannt den Edelstahldraht und gleicht somit Wärmedehnungen des Edelstahldrahtes während des Betriebs der Feuerungsanlage aus. Das Gewicht am Kaminfuß sitzt auf einem Dorn auf, über welchen die Hochspannung zugeführt wird.

Beilage 2: Bestimmung des Brennstoff – Wassergehalts

Die Wassergehaltsbestimmungen wurden mit der Trockenschrankmethode (DIN 52183) durchgeführt.

Proben von: L.E.i.V. - Hof bei Straden

Probennahme-Datum: 22.04.2009

gewogen von:	Enzinger		Enzinger	Enzinger	
Datum / Zeit:	24.04.2009 / 11:00		24.04.2009 / 11:00	27.04.2009 / 09:00	
Probenbezeichnung	Wiegeschale Bez.	tara (g)	Gewicht vor Trocknung brutto (g)	Gewicht nachTrocknung brutto (g)	Wassergehalt w (%)
Heu-Pellets	A	9,8	332,8	310,8	6,8
Heu-Pellets	B	8,7	308,9	288,7	6,7
Heu-Pellets	C	8,8	341,6	319,0	6,8
				Mittelwert	6,8
Maissp.-Pellets *)	D	8,8	313,5	288,6	8,2
Maissp.-Pellets *)	E	9,7	260,0	239,8	8,1
Maissp.-Pellets *)	F	8,8	283,6	261,3	8,1
				Mittelwert	8,1
Heu-Briketts *)	G	14,5	499,2	451,2	9,9
Heu-Briketts *)	H	8,8	458,1	414,9	9,6
				Mittelwert	9,8

*) wurde bei den Messungen nicht als Brennstoff eingesetzt.

Beilage 3: Beschreibung der eingesetzten Messgeräte

- Messgasentnahme, -aufbereitungs- und -fördereinheit
Fa. Messer Austria GmbH, M&C PSS 2
- NDIR-Gasanalysator
Fa. ABB; URAS 10 E
Gerätedaten:
P 20413-0-1720016
F 3.201218.2
A 75028518 / 0004
Messkomponenten:
Ch1: Mr1 0 - 500 ppm CO
Mr2 0 – 2.000 ppm CO
Ch2: Mr1 0 - 500 ppm NO
Mr2 0 – 2.000 ppm NO
Ch3: Mr1 0 - 400 ppm SO₂
Mr2 0 – 2.000 ppm SO₂
Ch4: Mr1 0 - 10 Vol% O₂
Mr2 0 - 25 Vol% O₂
Software-Version: 3.40
- Rauchgas-Analysegerät
Fa. Testo, Testo 300 M
Fabr.Nr.: 173699
Messkanäle:
Temperatur: -40 ... +1.200 °C
Zug/Druck: +/- 80 hPa
O₂: 0 ... 21 vol%
CO: 0 ... 8.000 ppm
- Staubmessung mit Filterhülse nach VDI 2066-Blatt1 (System „Ströhlein“ - Filterhülsen)
Gasentnahme und Filterkopf: Fa. Ströhlein, STE 4
Gasaufbereitung, -förderung und -messung: Fa Gothe, Art.: Nr.17.03 u. 22-OK1
- Staubmessung mit Planfilterkopf nach VDI 2066-Blatt1 (System „Gothé“ – Planfilter)
Gasentnahme und Filterkopf: Gothe, Art.Nr.: 7.32-A
Gasaufbereitung, -förderung und -messung: Fa Gothe, Art.: Nr.17.03 u. 22-OK1
- Feinstaubmessung (PM 10 u. PM 2,5) nach VDI 2066-Blatt10 (System „Gothé“ – Impaktor)
Gasentnahme und Kaskadenimpaktor: Fa. Gothe, Johnas II
Gasaufbereitung, -förderung und -messung: Fa Gothe, Art.: Nr.17.03 u. 22-OK1
- Messdatenerfassung, -visualisierung und -speicherung
Mess-Laptop mit Software DasyLab erhält über RS 232 Schnittstelle Daten von den parametrierbaren Messumformern (Fa. Gantner, ISM 100)

- Präzisionswaage
Fa. Mettler, PE 6000, Gerätenummer 4780-060-04 / D 75747
- Analysenwaage
Fa. Sartorius, MC 210 P-OCE, Fabr.Nr.: 91206858
- Trockenschrank
Fa. Heräus, T 5042, Fabr.Nr.: 8108615