

QS-Support Holzfeuerungen

**Ein Projekt von:
Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Umwelt BAFU**

**In Zusammenarbeit mit:
UWE-LU, AWEL-ZH, AFU-SG, AFU-SO
Holzfeuerungen Schweiz SFIH**

Schlussbericht 2013 (Stand Juli 2013)

QS-Support Holzfeuerungen

- Klagefälle und technischer Support
- Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik
- Emissionsnachweis für VOC, Staub und sekundäre Aerosole
- Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten
- Brennstoff-Qualität anhand der Bildanalyse



Kontaktstelle:

Ingenieurbüro Willi Vock
Ausserdorfstrasse 39
CH-8933 Maschwanden
Tel u Fax 044/768 29 13
Email willi.vock@datacomm.ch

In Zusammenarbeit mit:

ardens GmbH
Andres Jenni
Munzachstrasse 38
Postfach 549
CH-4410 Liestal
Tel 061/923 85 85
Email ardens@datacomm.ch

Maschwanden, 19.Juli 2013, 30.Sept.2013

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Klagefälle und technischer Support	7
1.1. Übersicht	7
1.2. Technischer Support mit Gutachten	8
1.3. Klagefälle	11
2. Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik	12
2.1. Grundlagen	12
2.2. Messresultate der Mess-Serie Okt 2012	16
2.3. Messresultate der Mess-Serie März 2013	19
3. Emissionsnachweis für VOC, Staub und sekundäre Aerosole	22
4. Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten	24
5. Brennstoff-Qualität anhand der Bildanalyse	27
5.1. Gerät für die Bildanalyse an Holzhackschnitzel	27
5.2. Probenahme und Überprüfung der Reproduzierbarkeit	28
5.3. Bildanalyse an Brennstoffproben aus den 24h-Messungen	29
6. Geschwindigkeitsprofile im Abgaskanal	32
7. Diskussion vom 28.05.2013 beim AWEL-ZH	33
8. Runder Tisch vom 05.12.2012 in Trimbach/Olten	33
9. Schlussfolgerungen	35
10. Weiteres Vorgehen	36
Literatur	38

Hinweis: In dieser Berichtversion sind nur die fettgedruckten Anhänge enthalten

Anhang

- **Anhang 1A: Standardbeurteilungen Oktober 2012**
- **Anhang 1B: Standardbeurteilungen März 2013**
- **Anhang 2A: Vergleich der Standardbeurteilungen Oktober 2012**
- **Anhang 2B: Vergleich der Standardbeurteilungen März 2013**
- Anhang 3: Vergleichsmessungen EU5000-Ultramat23 (Anlage 09-2012)
- Anhang 4: Vergleichsmessungen ECOM (rbr)-Ultramat23 (Anlage 09-2012)
- Anhang 5: Staub- und Vergleichsmessungen SM500 (Wöhler)-Ultramat23, Mess-Serie 2012
- Anhang 6: Vergleichsmessungen SM500 (Wöhler)-Ultramat23 (Anlage 02-2012)
- Anhang 7: Staubmessungen Wöhler SM500 und VDI-Messungen, Mess-Serie 2013
- Anhang 8: 24h-Messung UGZ Stadt Zürich, Heinz Jenal, Anlage 06-2013
- Anhang 9: Staubmessung VDI, UGZ Stadt Zürich Heinz Jenal, Anlage 06-2013
- Anhang 10: Brennstoff-Bildanalysen beim TFZ in Straubing (D)
- Anhang 11A: Brennstoff-Bildanalysen bei Fa. HAVER in Oelde (D), Sortierung nach Länge
- Anhang 11B: Brennstoff-Bildanalysen bei Fa. HAVER in Oelde (D), Sortierung nach Breite
- Anhang 12: SOA production from 3 automatic boilers, Fachhochschule Nordwestschweiz
- Anhang 13: Geschwindigkeitsprofile im Abgaskanal
- **Anhang 14: Protokoll Diskussion 28.Mai 2013 inkl. Stellungnahmen AWEL, UWE-LU und SFIH**
- Anhang 15: Protokoll Runder Tisch Trimbach 05.Dez. 2012

Verdankungen für finanzielle Unterstützung

Folgenden Institutionen und Firmen danken wir für die finanzielle Unterstützung des Projektes:

- **Bund und Kantone**
 - **Bundesamt für Energie, BFE**
 - **Bundesamt für Umwelt, BAFU**
 - **UWE-LU: Messgeräte und Messungen an 10 Anlagen**
 - **AWEL-ZH: Messungen an 3 Anlagen**
 - **AFU-SG: Messungen an 2 Anlagen**
 - **AFU-SO: Messungen an 1 Anlage**
- **Branche**
 - **SFIH, Holzfeuerungen Schweiz**
 - **Firmen: Hata, Heitzmann, Lopper, Rieben, Schmid, Sigmatic Viessmann**

Verdankungen für technischen Support

Folgenden Institutionen, Firmen und Personen danken wir für ihre wertvolle Mitwirkung und technische Unterstützung:

- **Personen und Institutionen**
 - **Heinz Jenal, UGZ Stadt Zürich**
 - **Dr. Jürgen Good, FH Luzern**
 - **Dr. Alejandro Keller, FH NW-CH**
 - **TFZ, Straubing, Dr. Hans Hartmann, Dr. Daniel Kuptz**
- **Firmen**
 - **PanAcon AG, 4617 Gunzgen, Hugo Wahl und Kurt Doll**
 - **Anapol AG, 2555 Brügg, René Stark und Velio Mattia**
 - **Schiltknecht AG, 8625 Gossau/ZH J. Boss, D. Wyss, O.Ueckert**
 - **Deltatech AG, 5502 Hunzenschwil, Hans Christen, Franz Gretener**
 - **RÜEGG ECOTEC AG, 8492 Wila, Peter Rüegg**
 - **Mess-bar GmbH, 4513 Langendorf, Tobias Köeninger**
 - **Kost+Partner AG, 6210 Sursee, Thekla Scherer**
 - **HAYER & BOECKER OHG, Oelde (D), Sven Vennewald, Tim Gerdes**

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie und des Bundesamtes für Umwelt, den Fachstellen für Luftreinhaltung der Kantone LU, SG, SO, ZH sowie Holzfeuerungen Schweiz SFIH entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren des Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Klagefälle und

Technischer Support Seit Anfang 2012 bis Mitte 2013 wurden insgesamt 99 Anfragen bearbeitet (ohne Anfragen zu laufenden Projekten). In 17 Fällen war eine weitergehende Bearbeitung notwendig und in 7 Fällen wurde auf Kosten der Parteien ein Gutachten durch Ruedi Bühler oder Andres Jenni erstellt. Insgesamt wurden 3 Klagefälle, zwei Schnitzelfeuerungen und ein Stückholz-Backofen (Bearbeitung durch VHP) behandelt. Die beiden Schnitzfeuerungen wurden bereits 2011 im Schlussbericht erwähnt. Damals wurden total 8 Klagefälle bearbeitet. Es zeigt sich somit, dass die Anzahl der Klagefälle sehr stark abgenommen hat.

Projekt

24h-Messungen

Kantonale Fachstellen für Lufthygiene sehen sich regelmässig mit Geruchsklagen bei neuen Holzfeuerungen konfrontiert, bei welchen Abnahmemessungen gemäss Luftreinhalteverordnung durchgeführt wurden. Weil mit solche Messungen in der Regel nur beschränkte Aussagen über die Emissionen in alle Betriebsphasen (Start, Schwachlastbetrieb <30%, Betrieb mit 30-100% Leistung, Ausbrand) möglich sind, hat das UWE-LU versuchsweise 24h-Messungen an grösseren Holzfeuerungen im Sinne einer Qualitätskontrolle eingeführt. Damit sollte insbesondere der Stand der Technik von geförderten Anlagen gezielt verbessert werden. In Zusammenarbeit mit den Kantonalen Fachstellen ZH, SG und SO sowie mit dem Branchenverband Holzfeuerungen Schweiz (SFIH) konnten in der letzten Heizperiode eine grössere Anzahl Holzfeuerungen gemessen und beurteilt werden. Dazu wurden Kriterien für drei verschiedene Qualitätsstufen entwickelt: „Hohe Qualität“, „Erfüllt“, „Nicht erfüllt“. Diese beinhalten mehrere Beurteilungskriterien für verschiedene Betriebszustände (**Anhang 1A und 1B**).

Die Messungen mit trockenen Brennstoffen während der Übergangszeit (**Anhang 2A** Mess-Serie Okt 2012) zeigen, dass von 11 Anlagen beim Start 8 Anlagen (73%) die Anforderungen erfüllen und 7 Anlagen (64%) sogar die Kriterien für gute Qualität erreichen. Beim Ausbrand erfüllen 9 Anlagen (82%) die Kriterien und 5 Anlagen (45%) halten die Kriterien für hohe Qualität ein. Im stationären Betrieb sieht es etwas weniger positiv aus. Bei Leistung 30-40% haben 4 von 8 Anlagen (50%) die CO-Anforderungen erfüllt und davon erreichen zwei Anlagen „Hohe Qualität“ (25%). Die VOC-Anforderungen für hohe Qualität werden von allen Anlagen erfüllt. Bei Leistung 80-100% haben 5 von 6 Anlagen (85%) die Anforderungen erfüllt, davon erreichen 2 (33%) Anlagen hohe Qualität. Die VOC-Anforderungen für hohe Qualität werden ebenfalls von allen Anlagen erfüllt.

Die Messungen mit trockenen bis etwas feuchten Brennstoffen während der kalten Jahreszeit (Mess-Serie März 2013, **Anhang 2B**) zeigen, dass von 7 Anlagen beim Start 6 Anlagen (86%) die Anforderungen erfüllen und 5 Anlagen (71%) sogar die Kriterien für gute Qualität erreichen. Beim Ausbrand erfüllen 5 Anlagen (83%) von 6 Anlagen (eine Anlage hat nie abgestellt, d.h.

es gab auch keine Starts) die Kriterien und 3 Anlagen (50%) halten die Kriterien für hohe Qualität ein. Im stationären Betrieb wurden ebenfalls gute Ergebnisse erzielt. Bei Leistung 30-40% haben 5 (83%) von 6 Anlagen (bei einer Anlage konnte die Teilleistung nicht gefahren werden) die CO-Anforderungen erfüllt und davon erreichen 4 Anlagen (67%) „Hohe Qualität“. Die VOC-Anforderungen für hohe Qualität werden ebenfalls von allen Anlagen erfüllt. Bei Leistung 80-100% haben 5 (83%) von 6 Anlagen (bei einer Anlage konnte die Nennleistung nicht gefahren werden) die Anforderungen erfüllt und davon erreicht eine Anlage (17%) hohe Qualität. Die VOC-Anforderungen für hohe Qualität werden bei 5 von 6 (83%) Anlagen erfüllt.

Die Messungen zeigen, dass insbesondere mit trockenen Brennstoffen bereits ein hoher Stand der Technik im Bereich der instationären Betriebsphasen (Start/Ausbrand) und etwas weniger ausgeprägt auch bei den stationären Betriebsphasen (30-100% Leistung) erreicht wurde.

HINWEIS: Die Kriterien für Anzahl Starts (muss im Rahmen der Auslastung erfüllt werden) und O₂ (wird als Empfehlung betrachtet) wurden bei den nachfolgenden Beurteilungen nicht berücksichtigt.

Emissionsnachweis Mit dem Teilprojekt sollte gezeigt werden, dass Anlagen welche aufgrund der vorgeschlagenen Qualitätskriterien einen hohen Stand der Technik erreichen, auch bei den Staubemissionen (vor und nach Filter) und bei den sekundären Aerosolen tiefe Konzentrationen erreichen.

Die Resultate der Messungen mit der Fachhochschule Nordwestschweiz an drei Anlagen bestätigen, dass bei Anlagen gemäss Stand der Technik (>70kW) die Bildung von sekundären Aerosolen nicht relevant ist. Von den drei untersuchten Anlagen wurden bei allen Anlagen nur geringe Konzentrationen an sekundären Aerosolen nachgewiesen, obwohl bei zwei Anlagen aufgrund der 24h-Messungen noch Optimierungsbedarf bestanden hat.

Die Staubgehalte im Rohgas (bei O₂ 13%) liegen bei den gemessenen Anlagen im Bereich von 30 bis 82mg/m³. Nach dem E-Filter wurden Staubgehalte von <1 bis 13mg/m³ gemessen.

Vergleichsmessungen

Bei den verwendeten Emissionsmessgeräten des UWE-LU handelt es sich um sehr genaue und zuverlässige, aber relativ teure Messgeräte. Soweit möglich sollten daher während den 24h-Messungen gleichzeitig Parallelmessungen mit kostengünstigen Messcomputern durchgeführt werden. Damit soll aufgezeigt werden, dass der Vollzug auch mit vereinfachter Messtechnik möglich ist.

Mit einer Ausnahme bestätigen die Vergleichsmessungen mit vereinfachten Messmethoden (Mess-Computer), dass die Geräte für O₂ und CO einen hohen Qualitäts-Standard erreicht haben und für den Einsatz im Vollzug geeignet sind. Damit stehen kostengünstige, vereinfachte Messmethoden für den Vollzug zur Verfügung. Der Vergleich der Staubmessungen mit dem

Wöhler SM500 im Vergleich zu VDI-Staubmessungen zeigt, dass von 12 nur zwei Messungen ausserhalb der gegenseitigen Messunsicherheiten liegen. Die vereinfachte Staubmessung mit dem Wöhler SM500 kann aber nicht abschliessend beurteilt werden. Die noch offenen Fragen für die Anpassung des Messgerätes beim Einsatz mit feuchten Brennstoffen werden zurzeit mit der Firma Wöhler geklärt.

Brennstoff-Qualität An allen Feuerungen an den 24h-Messungen durchgeführt wurden, wurden auch Brennstoffproben entnommen. Neben der Bestimmung des Wassergehaltes wurde auch die Korngrössenverteilung mit Bildanalyse und vergleichende Siebanalysen mit Lochblech-Sieben durchgeführt.

Die Resultate der Bildanalysen an den Brennstoffproben aus den 24h-Messungen an automatisch beschickten Holzfeuerungen zeigen, dass mit Ausnahme des Problembrennstoffes und der Pelletprobe, die Kornverteilung für alle übrigen Proben sehr eng zusammen liegen. Anhand der Analyse-ergebnisse ist es möglich Grenzkurven für die spätere Beurteilung von Proben zu definieren. Die beiden Proben der Problembrennstoffe und der Pellets heben sich sowohl bei der Sortierung nach der Länge als auch nach der Breite deutlich ab. Aufgrund dieser Resultate gehen wir davon aus, dass mit der Bildanalyse eine zuverlässige Überprüfung der Korngrössenverteilung von Hackschnitzeln möglich ist. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse konnte ebenfalls nachgewiesen werden.

Weiteres Vorgehen Der Bedarf für technischen Support ist vorhanden und sollte von QS-Support weitergeführt werden. Die Anzahl Klagefälle war letztes Jahr tief, kann sich aber wieder erhöhen. Die 24h-Messungen sollten insbesondere für feuchte Holzchnitzel weitergeführt werden. Der Emissionsnachweis sollte weitere Messungen mit FID (VOC) sowie Untersuchungen zu den sekundären Aerosolen mit feuchten Brennstoffen umfassen. Zur Wahrnehmung von VOC-Konzentrationen bestehen noch offene Fragen. Dazu werden olfaktometrische Bewertungen empfohlen. Mit dem verbesserten Staubmessgerät Wöhler SM500 sind weitere Vergleichsmessungen geplant. Zusätzlich wäre es hilfreich, wenn die Anstrengungen im Bereich der Brennstoffqualität weitergeführt werden könnten. Dazu gehört insbesondere der technische Support für den Aufbau eines Labors für die umfassende Beurteilung von Holzbrennstoffen. In Zusammenarbeit mit QM Holzheizwerke wird die Initiierung eines Ausbildungsprojektes für Regelspezialisten unter Einbezug der Serviceleute empfohlen. Weitere Massnahmen im Bereich der Ausbildung von Planern werden von QM Holzheizwerke initiiert.

1. Klagefälle und technischer Support

1.1. Übersicht

Anfragen Insgesamt wurden 99 Anfragen für technischen Support bearbeitet. Die Bearbeitung aller Anfragen ist soweit abgeschlossen. Im Rahmen von QS-Support wurde nur eine Erstberatung angeboten. Die weitere Bearbeitung war kostenpflichtig und erfolgte durch Andres Jenni und Ruedi Bühler.

Es sind insgesamt 99 Anfragen für technischen Support eingegangen. Die Anzahl Anfragen können wie folgt zugeteilt werden:

- Gesetzliche Anforderungen 33
- Emissionen 19
- Brennstoff-Qualität 16
- Vereinfachte Messung 10
- Leistungsprobleme 1
- Effizienzprobleme 1
- Filterprobleme 1
- Diverses 18
- **Total 99**

**Weitergehender
Technischer Support
und Klagefälle**

Insgesamt haben die Anfragen in 17 Fällen einen weitergehenden technischen Support erfordert. Darunter waren auch drei Anlagen, bei denen übermässige Geruchsbelästigungen beklagt wurden. Tabelle 1 enthält eine Übersicht zu den Problemstellungen und den betroffenen Brennstoffen. Weil teilweise pro Anlage mehrere Probleme aufgetreten sind, deckt sich die Summe der Aufzählungen (Total 22) nicht mit der Anzahl Fälle (Total 17).

Tab.1: Übersicht zum technischen Support und den Klagefällen, total 17 Fälle

Problemstellung	Pellets	Hackschnitzel (Rest-, Altholz)	Stückholz
Wartung und Unterhalt mangelhaft		2	
Emissionsgrenzwerte nicht erreicht			1
Anlage nicht mehr Stand der Technik	2		1
Wärmetauscher mangelhaft			1
Verbrennungsregelung mangelhaft	2		
Brennstoff-Sortiment ungeeignet	1	1	
Anfeuervorgang nicht optimiert			2
Dimensionierung mangelhaft	3		
Speicher fehlt	2		
Probleme mit Brennstoff-Beschickung	2		
Lärmprobleme	2		
Total	14	3	5
Prozent vom Total (22)	64%	14%	22

Stellungnahmen	Zu folgende Vorstössen wurden Stellungnahmen verfasst: <ul style="list-style-type: none">• Konsultation des BAFU zur kleinen Messempfehlung• Parlamentarische Initiative Von Siebenthal (Verpackungsholz in Holzfeuerungen für naturbelassenes Holz)
Weitere Beratungen	Zu folgenden Aktionen wurden Hilfestellungen und Texte verfasst: <ul style="list-style-type: none">• Brief des SFIH an die Kantonalen Fachstellen für Lufthygiene zu 24h-Messungen• Qualitäts- und Imageförderung Holzenergie Schweiz (HES)• Referate für das Holzenergie Symposium vom 14.09.2012 zu den Themen 24h-Messungen und Ascheanalysen• Referat für Mitgliederversammlung des SFIH vom 19.10.2012 zu den 24h-Messungen• Anfrage für CO-Warngeräte• Mustermassnahmen für Cercl’Air und neue Grenzwerte kleine Holzfeuerungen• Fachbeitrag Schreinermeisterverband• Energie-Strategie 2050 des Bundesamtes für Energie• Änderung der Kaminrichtlinie• Rückmeldungen zu diversen neuen Untersuchungen und Studien

1.2. Technischer Support mit Gutachten

Übersicht	In 7 Fällen wurde auf Kosten der Parteien ein Gutachten erstellt. In 5 Fällen waren Pelletheizungen betroffen. Ausserdem eine Altholzfeuerung und ein Kachelofen: Die Fälle werden nachfolgend beschrieben.
Pelletheizung 1	<p>Situation: Die Anlage mit einer Leistung von 150kW hat keinen Speicher und versorgt mehrere Liegenschaften mit Raumwärme und ganzjährig auch mit Warmwasser.</p> <p>Problem: Das Hauptproblem sind die hohen Rauch- und Geruchsemissionen, vor allem in den Übergangszeiten im Frühling und im Herbst. Dieser Mangel ist so gravierend, dass die Bauherrschaft prüft, ob die Pelletheizung durch eine Gasheizung ersetzt werden könnte. Verursacht werden die Probleme durch den fehlenden Speicher, die zu geringe Auslastung im Schwachlastbetrieb und die erhöhten Emissionen beim Start und im Ausbrand.</p> <p>Konsequenz: Bauherr hat die vorgeschlagene Sanierung beschlossen. Diese umfasst den Einbau eines Pufferspeichers und die Nachrüstung der Feuerung mit der neusten Regelung. Aufgrund der Ergebnisse der 24h-Messungen von QS-Support an einer vergleichbaren Anlage, garantiert der Kessellieferant im instationären Betrieb (Start und Ausbrand) die Anforderungen für einen emissionsarmen Betrieb gemäss den Vorschlägen QS-Support.</p>
Pelletheizung 2	Situation: Anlage mit einer Leistung von 110kW.

Problem: Im Februar fiel die Heizung während ca. einer Woche aus. Festgestellter Grund war eine mit Feinanteil verstopfte Austragungsschnecke. Das Pelletlager musste geleert werden. Die Probleme wurden durch die lange Austragungsschnecke, den hohen Füllgrad der Schnecke und die Beschädigung der Pellets beim Einblasen verursacht.

Konsequenz: Empfohlen wurde die Revision der Austragungsschnecke und konstruktive Verbesserungen, damit die sehr lange Austragungsschnecke sich weniger füllt. Ausserdem sollte die Lagerbefüllung überwacht und nach der Befüllung die Pelletqualität geprüft werden. Anhand von Versuchen wurde der maximal zulässige Einblasdruck festgelegt, damit die Pellets nicht beschädigt werden. Die Befüllung soll jeweils in Anwesenheit von einem Vertreter des Bauherrn erfolgen.

Pelletheizung 3

Situation: Zweikessel-Anlage ohne Speicher mit einer Gesamtleistung von 160kW für Raumwärme und ganzjährig Warmwasser.

Problem: Die Raumtemperaturen sind ungenügend und es treten erhöhte Lärmemissionen auf. Die Leistung der beiden Kessel reicht nicht für Raumwärme und Warmwasser. Die hohen Anforderungen an die Hydraulik bei Anlagen ohne Speicher werden nicht erfüllt. Die Saugturbinen für den Pellettransport haben zu erhöhten Schallgeräuschen in den Wohnungen geführt.

Konsequenz: Es wurde empfohlen einen zusätzlichen Oelkessel einzubauen und die Einstellung der beiden bestehenden Pelletkessel zu optimieren. Die hydraulische und regeltechnische Lösung wurde gemäss den Empfehlungen von QM angepasst. Falls die Lärmprobleme nach der Sanierung (Saugturbine wurde einen Stock tiefer eingebaut mit Schalldämmung) weiterbestehen, soll ein Lärmgutachten erstellt werden. Die Empfehlungen des Gutachtens wurden umgesetzt. Die Bauherrschaft hat die sanierte Anlage im März 2013 abgenommen.

Pelletheizung 4

Situation: Oelheizung wurde durch eine Pelletheizung (Leistung 15kW) ersetzt. Der erdverlegte Oeltank wurde zu einem Pelletlager mit Lanzenabsaugung umgebaut.

Problem: Bei der Pelletzufuhr sind immer wieder Störungen aufgetreten. Durch die Aufteilung der Werkverträge auf zwei Lieferanten ergibt sich bei der Absaugung und Austragung der Pellets ein Schnittstellenproblem. Mit der gleichen Pelletqualität haben andere Anlagen einwandfrei funktioniert.

Konsequenz: Trotz mehrerer Versuche ist es nicht gelungen, eine störungsfreie Austragung aus dem erdverlegten Tank zu erreichen. Abklärungen bezüglich Ersatz des Austragungssystems (u.a. Maulwurfsystem) zeigten, dass ein solcher Umbau nicht möglich ist, weil die möglichen Lieferanten ihr Produkt bei dieser Anlagenkonfiguration (nicht ihr eigener Tank) nicht einsetzen wollten. Der Bauherr hat daher entschieden einen Gewebetank im angebauten Gartenhäuschen einzubauen.

- Pelletheizung 5** Situation: Die Anlage mit einer Leistung von 200kW versorgt mehrere Liegenschaften mit Raumwärme und ganzjährig auch mit Warmwasser.
- Problem: Neben Förderschnecken Geräuschen gab auch die Störunganfälligkeit und der Ausstoss von Russ bei der Reinigung Anlass zu Klagen. Beim Start wurde während 30Min eine ununterbrochene schwarze Russfahne festgestellt. Die Messberichte zeigen, dass die Emissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung bei Voll- und bei Teillast eingehalten werden. Die Kesselleistung scheint knapp bemessen. Der installierte Pelletkessel verfügt im jetzigen Zeitpunkt über keine gültige VKF-Zulassung und entspricht nicht mehr der auf dem Prüfstand geprüften Ausführung (Umbau des Feuerraumes). Der Feuerraum weist wesentliche Mängel auf. Diese werden auch in Zukunft einen hohen Wartungs- und Unterhaltsaufwand und unzulässige Emissionen verursachen.
- Konsequenz: An der Sitzung zur Besprechung des Gutachtens hat der Kessellieferant zugesagt, den Kessel durch ein besseres Produkt zu ersetzen.
- Altholzfeuerung** Situation: Feuerung 1.25MW für Rest- und Altholz
- Problem: Erhöhter Wartungsaufwand infolge Konstruktionsmängel und mangelhafte Verbrennungsregelung.
- Konsequenz: Mit dem Gutachten wird Hersteller mit den Mängeln und mögliche Lösungen konfrontiert und muss Stellung beziehen.
- Kachelofen** Situation: Kachelofen mit Heizeinsatz und einem grossen Wasserpufferspeicher im Keller (6'500m³).
- Problem: Infolge mangelhaftem Wärmetauscher und geringer Effizienz der Feuerung verbunden mit erhöhten Emissionen, kann der Speicher nicht geladen werden und die Räume im Obergeschoss werden ungenügend beheizt.
- Konsequenz: Im Messbericht werden Mängel nachgewiesen, dieser dient als Anhang für die Expertise zur Energiebilanz.

1.3. Klagefälle

- Übersicht** Insgesamt wurden 3 Klagefälle bearbeitet. Betroffen waren zwei Schnitzel-
feuerungen und ein Stückholz-Backofen einer Holzofen-Bäckerei. Im letzten
Fall wurde die Bearbeitung vom Verein für Hafner und Plattenleger (VHP)
weitergeführt. Die Fälle werden nachfolgend beschrieben.
- Schnitzelfeuerung 1** Situation: Die Anlage mit einer Leistung von 840kW gehört zur Heizzentrale
einer grösseren Überbauung wird ganzjährig für Bandlast genutzt.
- Problem: Die Verbrennungsluftregelung weist Mängel auf und kann nicht
optimiert werden. In der Folge wird die LRV nicht eingehalten.
- Konsequenz: Anlage wird ausgebaut und ersetzt.
- Schnitzelfeuerung 2** Situation: Die Anlage mit einer Leistung von 1MW.
- Problem: Anlage weist im Ausbrand hohe Emissionen auf. Verbunden mit
einer ungünstigen Emissionslage gehen immer wieder Geruchsklagen ein.
- Konsequenz: Es wurde empfohlen die Verbrennungsluftregelung auf den
neusten Stand der Technik zu bringen und die Einstellungen zu optimieren.
- Stückholz-Backofen** Situation: Alter Stückholzofen für den Betrieb einer Holzofen-Bäckerei
- Problem: Infolge konstruktiven Mängel und ungeeignetem Brennstoff
entstehen erhöhte Emissionen.
- Konsequenz: Es wurde empfohlen in Zusammenarbeit mit dem VHP die
konstruktiven Mängel zu beheben und eine Optimierung von Brennstoff und
Verbrennungslufführung vorzunehmen.

2. Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik

2.1. Grundlagen

- Ausgangslage** Moderne automatische Holzfeuerungen erreichen im Regelbereich (30-100% Leistung) CO-Emissionen, welche deutlich unter den Grenzwerten der LRV 2012 liegen. Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs (instationäre Phasen wie automatischer Start, Glutbettunterhalt, Ausbrand) können aber in heiklen Immissionslagen zu Geruchsproblemen und Klagen führen. Kantonale Fachstellen für Luftreinhaltung stellen daher neue Anforderungen an den Betrieb von Holzfeuerungen, welche z.B. maximal ein Start pro Tag erlauben. Leider berücksichtigen diese Auflagen den neusten Stand der Technik von automatischen Holzfeuerungen (tiefe Emissionen beim Start und im Ausbrand) bezüglich der Emissionen in instationären Betriebsphasen nicht.
- Während der Heizperiode 2010/11 hat QS-Support Holzfeuerungen in Zusammenarbeit mit verschiedenen Firmen und kantonalen Fachstellen eine Reihe von mehrtätigen 24h CO-Messungen an verschiedenen automatischen Holzfeuerungen durchführt. Die Resultate sind im Schlussbericht von QS-Support Holzfeuerungen 2011 [1] beschrieben. Die Untersuchungen zeigen, dass nicht alle modernen Anlagen die notwendigen technischen Voraussetzungen erfüllen für einen emissionsarmen Betrieb in den instationären Phasen. Hauptproblem waren die fehlenden Einflussmöglichkeiten bei der verwendeten Software für die Regelungstechnik, konstruktive Mängel und ungenügende Wartung. Messungen im Rahmen des vorliegenden Projekt sollen an Anlagen gemäss neuem Stand der Technik vorgenommen werden, welche diese Voraussetzungen erfüllen.
- Stationäre Betriebsphasen** Im vorliegenden Projekt werden unter stationären Betriebsphasen solche Phasen verstanden, bei denen die Anlagen mit einer kontinuierlichen Leistung zwischen 30-100% betrieben und dabei der Luftüberschuss mit einer geeigneten Regelung (Lambda-Regelung) in gewissen Grenzen gehalten wird. Bei Anlagen, welche die Anforderungen für „Hohe Qualität“ erfüllen, liegen die O₂-Gehalte über das ganze Leistungsband der Anlage (30-100%) in einem Bereich von 6-10%. Für die Beurteilung werden sogenannte normierte, d.h. auf 13 oder 11% O₂ bezogene Konzentrationen verwendet. Eine optimierte stationäre Betriebsphase zeichnet sich aus, durch ein hohes und stabiles Brennstoffbett. Neben einer geeigneten Luftführung und angepassten Brennstoffeigenschaften (Körngrösse und Wassergehalt) müssen sämtliche mechanischen Bewegungen, welche für den Weitertransport von Brennstoff und Asche erforderlich sind, möglichst langsam und kontinuierlich erfolgen. Damit werden nicht nur tiefe CO- und VOC-Konzentrationen erreicht, auch die Energieeffizienz wird dann maximal, die Wirksamkeit von Filteranlagen wird erhöht, Verschleiss und Wartungsaufwand der Feuerung sind minimal und sekundäre Aerosole treten praktisch nicht auf. Leistungsänderungen müssen

langsam und angepasst auf Feuerung und Brennstoff erfolgen und brauchen Zeit. Dies ist nur in Verbindung mit einem ausreichend und optimal eingebunden Speicher (5-Fühler) möglich. Eine optimale Betriebsweise im stationären Betrieb liegt nicht nur im Interesse der zuständigen Behörden für Lufthygiene, sondern kommt auch den Bestrebungen der Energiefachstellen (hohe Energieeffizienz) und nicht zuletzt den Bedürfnissen der Betreiber (wartungsarmer Betrieb) entgegen.

**Instationäre
Betriebsphasen**

Bevor die Feuerungen einen stabilen, stationären Betrieb erreichen können, ist eine optimierte Startphase erforderlich. Zusammen mit der Ausbrandphase vor dem Stillstand werden diese Phasen als instationäre Betriebsphasen bezeichnet. Weil insbesondere im Ausbrand sehr hohe O₂-Konzentrationen auftreten, entstehen durch die Normierung überhöhte Werte (mit Tendenz gegen Unendlich für O₂ gegen 21%) In diesen Betriebsphasen sind daher die nichtnormierten Konzentrationen massgebend. Im Idealfall werden die Luftverhältnisse auch in diesen Phasen optimal geregelt. Um tiefe Emissionen zu erreichen, ist aber auch eine vereinfachte Steuerung für die aufeinanderfolgenden Zeitabschnitte möglich. Zu den häufigsten Problemen in den Startphasen gehören die schnelle und überdosierte Brennstoffaufgabe (führt zu Luftmangel) in Verbindung mit ungeeignet platzierten und zu schwachen Zündvorrichtungen. Bevor die Feuerung abgestellt werden kann, d.h. die Luftzuführung eingestellt wird (Ventilatoren AUS), muss der noch im Feuerraum vorhandene Brennstoff mit optimaler Luftzufuhr abgebrannt werden. Dies bedingt ein geeignetes „Nachlaufen“ der Ventilatoren für die Luftzufuhr in der Ausbrandphase. Sowohl Start als auch Ausbrand müssen angepasst an Feuerung und Brennstoff erfolgen und benötigen dazu genügend Zeit. Dies ist ebenfalls nur in Verbindung mit einem ausreichend und optimal eingebunden Speicher (min 5-Fühler) möglich.

Zielsetzung

Das Auftreten von Geruchsproblemen wird bei Holzfeuerungen mit örtlich erhöhten Konzentrationen an Kohlenwasserstoffen (HC oder VOC) in Verbindung gebracht. Weil davon ausgegangen werden kann, dass bei tiefen CO-Konzentrationen auch die geruchsintensiven Kohlenwasserstoffe minimal sind, beschränken sich die vorliegenden Langzeitmessungen auf die Ermittlung der CO-Konzentrationen. Diese werden in der Regel über einen Zeitraum von 3x24h gemessen. Die Messungen sollen unter Bedingungen vorgenommen werden, wie sie in der Übergangszeit oder im Sommer angetroffen werden (minimale Heizlast). Solche Betriebsphasen verursachen die häufigsten Geruchsprobleme.

Die Untersuchung soll aufzeigen, dass automatische Holzfeuerungen gemäss heutigen Stand der Technik im gesamten Leistungsbereich und auch in den instationären Betriebsphasen emissionsarm betrieben werden können. Aufgrund der Resultate sollen zuhanden der Vollzugsbehörden Vorschläge für zukünftige Anforderungen (insbesondere für die instationären Betriebsphasen) für Holzfeuerungen für Hackschnitzel und Pellets ausgearbeitet werden. Zusätzlich sollen zukünftige Beurteilungskriterien vorgeschlagen und mit Messungen bestätigt werden (z.B. kritische Abgasgeschwindigkeit unter

0.3m/s). Die Resultate sollen einem breiten Feld von Anbietern erlauben, die Weiterentwicklung ihrer Produkte in Richtung emissionsarme Holzfeuerungstechnik voranzutreiben.

Vorgehen

Nach zwei Vorausmessungen im Mai und Sept wurden während dem ganzen Monat Oktober an 9 Anlagen nacheinander während 2.5 Tagen 24h-Messungen durchgeführt. Zusätzlich zu den Geräten des UWE-LU wurde bei allen Anlagen auch ein FID der Fa. Panacon für die Messung der VOC eingesetzt. An drei Anlagen wurden ausserdem in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwest Schweiz Messungen der sekundären Aerosole durchgeführt. Bei allen Messungen wurden auch soweit möglich Vergleichsmessungen mit der vereinfachten Messmethode durchgeführt. Ausserdem wurden für den Kanton Zürich an 3 Anlagen Messungen mit der triboelektrischen Sonde vorgenommen. Zum Vergleich werden im Einverständnis mit dem Betreiber auch die Resultate eines Klagefalles angegeben. Diese Messungen werden im Folgenden als Mess-Serie Okt 2012 bezeichnet. Es handelt sich um Messungen während der Übergangszeit, bei welchen ausschliesslich trockene Waldhackschnitzel mit einem Wassergehalt $W < 35\%$ verwendet wurden. Die Messungen der Mess-Serie März 2013 wurden in der kalten Jahreszeit und teilweise auch mit etwas feuchteren Brennstoffen durchgeführt. Total wurden somit 18 Anlagen sowie der Klagefall ausgewertet (vgl Tab.2).

Tab.2: Anlageliste 24h-Messungen inkl FID 2012 (Total 18Anlagen ohne Klagefall)

Anlage-Nr	Standort-Kanton	Auftraggeber	Leistung in kW	Brennstoff*
00-2012*			1'000	Hackholz $W < 35$
01-2012	Kanton ZH	SFIH/Kanton ZH	180	Hackholz $W < 35$
02-2012	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	200	Pellets
03-2012	Kanton ZH	SFIH	175	Hackholz $W < 35$
04-2012	Kanton ZH	SFIH	480	Pellets
05-2012	Kanton LU	Kanton LU	100	Hackholz $W < 35$
06-2012	Kanton SO	Kanton SO	400	Hackholz $W < 35$
07-2012	Kanton LU	Kanton LU	100	Hackholz $W < 35$
08-2012	Kanton LU	Kanton LU	60	Hackholz $W < 35$
09-2012	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	100	Hackholz $W < 35$
10-2012	Kanton ZH	SFIH/Kanton ZH	100	Hackholz $W < 35$
11-2012	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	100	Pellets
01-2013	Kanton TG	SFIH/Kanton SG	450	Hackholz $W < 36$
02-2013	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	300	Pellets
03-2013	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	550	Hackholz $W < 36$
04-2013	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	150	Hackholz $W < 35$
05-2013	Kanton LU	SFIH/Kanton LU	60	Hackholz $W < 35$
06-2013	Kanton ZH	SFIH/Kanton ZH	180	Hackholz $W < 42$
07-2013	Kanton SG	SFIH/Kanton SG	110	Pellets

*Klagefall (zum Vergleich)

Standardbeurteilung Für die Bewertung der Messergebnisse wurde eine Standardbeurteilung für stationäre und instationäre Betriebsphasen erarbeitet. Dabei handelt es sich um einen Entwurf, der anhand weiterer Messungen überprüft werden soll. Die Standardbeurteilungen für die 12 Anlagen (inkl der Mess-Serie Okt 2012 sind in anonymer Form in **Anhang 1A** enthalten. In **Anhang 1B** sind die 7 Anlagen der Mess-Serie März 2013 aufgeführt.

Die Beurteilung umfasst 3 Qualitäts-Stufen (Hohe Qualität, Erfüllt, Nicht erfüllt). Die Stufe „**Hohe Qualität**“ wurde so festgelegt, dass sie von den besten Anlagen erreicht werden kann. Dabei wurde nicht nach Brennstoff (Hackschnitzel/Pellets) unterschieden. Bei der Stufe „**Erfüllt**“ können im stationären Betrieb die Grenzwerte der LRV (70-500kW) eingehalten werden. Bei der Stufe „**Nicht erfüllt**“ werden diese überschritten (vgl Tab.3-5). Die Stufe „Hohe Qualität“ wird aufgrund der durchgeführten 24h-Praxismessungen als neuester Stand der Technik erachtet.

Hohe Qualität

Tab.3: Anforderungen für „Hohe Qualität“

Anzahl Starts pro Tag	1-2		
Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ⁴	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Erfüllt

Tab.4: Anforderungen für „Erfüllt“

Anzahl Starts pro Tag	2-3		
Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ⁴	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Nicht erfüllt

Tab.5: Anforderungen für „Nicht erfüllt“

Anzahl Starts pro Tag	>3								
Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%			Leistung 50-70%			Leistung 80-100%		
O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11						
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500						
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50						
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150						
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50						
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start			Ausbrand			Glutbettunterhalt		
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)							
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ⁴	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)							
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)							

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

2.2. Messresultate der Mess-Serie Okt 2012 (Übergangszeit und Brennstoff-Wassergehalt<35)

Im Folgenden werden die Anlagen anhand **Anhang 2A** miteinander verglichen und kommentiert. Die Anlage mit Klagefall wird jeweils separat erwähnt.

Anzahl Starts pro Tag 4 von 11 Anlagen erfüllen die Anforderung für hohe Qualität. Bei einer Anlage wird bis 11x pro Tag gestartet. Die übrigen 7 Anlagen liegen zwischen 2-8 Starts. Der Klagefall erfüllt die Kriterien für hohe Qualität.

Laufzeit in h pro Tag Die Laufzeit pro Tag wird nicht beurteilt. Es werden aber möglichst lange Laufzeiten angestrebt. 7 Anlagen weisen Laufzeiten von weniger als 4h auf. Bei 3 Anlagen ergeben sich relativ grosse Schwankungen. Zwei Anlagen, darunter auch der Klagefall, weisen Laufzeiten von 6-7h auf.

Mittlere

Tages-Heizlast in % Die mittlere Tages-Heizlast wird zur Zeit ebenfalls nicht beurteilt. Aufgrund der messtechnischen Ermittlung (Delta Vor-Rücklauf) kann diese nur approximativ angegeben werden. 6 Anlagen erreichen mittlere Tages-Heizlasten von 30% und mehr. Die anderen 6 Anlagen liegen darunter oder es können keine Angaben gemacht werden (keine Daten vorhanden). Die Mittlere Tages-Heizlast stellt für QM-Holzheizwerke eine wichtige Kenngrösse dar. Bei Anlagen wo ein Wärmezähler vorhanden ist, sollte diese im Rahmen von 24h-Messungen in Zukunft ebenfalls erfasst werden.

Stationärer Betrieb bei 30-40% Leistung

Total können für 7 Anlagen und den Klagefall Angaben zur Teilleistung von 30-40% gemacht werden.

Eine Pellet- und die Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt erreichen beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung hat erfüllt. Eine Pellet-, eine Rost- und zwei Unterschubfeuerungen haben nicht erfüllt. Auch der Klagefall hat nicht erfüllt.

Beim Kriterium CO erreichen eine Pellet- und die Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt eine hohe Qualität. Eine Pellet- und Rostfeuerung erfüllen die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³). Total 3

Anlagen (1 Rost- und 2 Unterschubfeuerungen) sowie der Klagefall liegen über dem CO-Grenzwert der LRV für stationären Betrieb.

Für VOC erfüllen alle 7 Anlagen und der Klagefall die Anforderungen für hohe Qualität.

**Stationärer Betrieb
bei 50-70% Leistung**

Total können für 5 Anlagen Angaben zur Teilleistung von 50-70% gemacht werden (ohne Klagefall).

Keine Anlage erreicht beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität und alle 5 Anlagen erfüllen die Kriterien für O₂ nicht.

Beim Kriterium CO erreichen eine Pellet- und eine Unterschubfeuerung eine hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³) und eine Pellet- sowie eine Rostfeuerung liegen über dem CO-Grenzwert der LRV für stationären Betrieb.

Für VOC erfüllen alle 5 Anlagen die Anforderungen für hohe Qualität.

**Stationärer Betrieb
bei 80-100% Leistung**

Total können für 6 Anlagen Angaben zur Teilleistung von 80-100% gemacht werden (ohne Klagefall).

Eine Rostfeuerung und die Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt erreichen beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung hat erfüllt und zwei Rostfeuerungen und eine Unterschubfeuerung erfüllen die Kriterien für O₂ nicht.

Beim Kriterium CO erreichen eine Rost- und die Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt eine hohe Qualität. Zwei Rostfeuerungen und eine Unterschubfeuerung erfüllen die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³) und eine Rostfeuerung liegt über dem CO-Grenzwert der LRV für stationären Betrieb.

Für VOC erfüllen alle 6 Anlagen die Anforderungen für hohe Qualität.

**Startphase
CO-Bereich**

Der Bereich der CO-Emissionen in der Startphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 150 bis über 10'000 mg/m³ (nicht normiert). Beim Klagefall liegen die CO-Emissionen in der Startphase zwischen 3'500 bis über 10'000 mg/m³ (nicht normiert).

**Startphase
VOC-Bereich**

Der Bereich der VOC-Emissionen in der Startphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 20 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert). Beim Klagefall liegen die VOC-Emissionen in der Startphase zwischen 200 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert).

**Startphase
Max Anzahl 5Min-**

Mittel CO>2'500mg/m³ Bei 7 Anlagen liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für CO über 2'500mg/m³ (nicht normiert). Dazu gehören alle drei Pelletfeuerungen, sowie 3 Rostfeuerungen (inkl Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt) und auch eine Unterschubfeuerung. Diese Anlagen erfüllen die Kriterien für hohe Qualität.

Zwei weitere Rostfeuerungen erfüllen die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Anforderungen und eine Unterschubfeuerung sowie der Klagefall erfüllen die Anforderungen nicht.

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>1'000mg/m³ Bei einer Pelletfeuerung liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für CO über 1'000mg/m³ (nicht normiert) und die Kriterien für hohe Qualität sind somit erfüllt. Insgesamt erfüllen alle Pelletfeuerungen sowie 3 Rostfeuerungen (inkl Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt) und eine Unterschubfeuerung die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Anforderungen und bei 3 Rostfeuerungen (inkl Klagefall) und einer Unterschubfeuerung sind die Kriterien nicht erfüllt.

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC>100mg/m³ Bei einer Pelletfeuerung sowie der Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für VOC über 100mg/m³ (nicht normiert). Damit sind die Kriterien für hohe Qualität erfüllt. Eine weitere Pelletfeuerung sowie 3 Rost- und eine Unterschubfeuerung erfüllen ebenfalls die Kriterien für hohe Qualität. 2 Rostfeuerungen und eine Unterschubfeuerung erfüllen die Kriterien und eine Pelletfeuerung und der Klagefall erfüllen die Kriterien nicht.

Ausbrandphase

CO-Bereich

Der Bereich der CO-Emissionen in der Ausbrandphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 1'100 bis über 10'000 mg/m³ (nicht normiert). Beim Klagefall liegen die CO-Emissionen in der Ausbrandphase zwischen 3'000 bis 3'900 mg/m³.

Ausbrandphase

VOC-Bereich

Der Bereich der VOC-Emissionen in der Ausbrandphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 20 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert). Beim Klagefall liegen die VOC-Emissionen in der Ausbrandphase zwischen 200 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert).

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>2'500mg/m³ Bei einer Pelletfeuerung und zwei Unterschubfeuerungen liegen in der Ausbrandphase keine 5Min-Mittel für CO über 2'500mg/m³ (nicht normiert). Eine Pelletfeuerung sowie 4 Rostfeuerungen (inkl Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt) erfüllen ebenfalls die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung und der Klagefall erfüllen die Kriterien nicht.

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>1'000mg/m³ Eine Pelletfeuerung, 3 Rostfeuerungen (inkl Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt) und eine Unterschubfeuerung erfüllen in der Ausbrandphase die Kriterien für hohe Qualität. Eine Pelletfeuerung, zwei Rostfeuerungen und eine Unterschubfeuerung erfüllen die Anforderungen. Eine Pellet-, eine Rostfeuerung und der Klagefall erfüllen die Kriterien nicht.

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC>100mg/m³ Bei zwei Pelletfeuerungen und einer Rostfeuerung liegen in der Ausbrandphase keine 5Min-Mittel für VOC über 100mg/m³ (nicht normiert). Sie erfüllen somit die Kriterien für hohe Qualität. Eine Unterschubfeuerung und die Rostfeuerung mit Glutbettunterhalt erfüllen in der Ausbrandphase die Kriterien für hohe Qualität ebenfalls. Eine Rostfeuerung erfüllt die Anforderungen. Eine Pellet-, 3 Rostfeuerungen, eine Unterschubfeuerung sowie der Klagefall erfüllen die Kriterien nicht.

Fazit

Die Messungen zeigen, dass mit trockenen Brennstoffen bereits ein hoher Stand der Technik im Bereich der instationären Betriebsphasen (Start/Ausbrand) und etwas weniger ausgeprägt auch bei den stationären Betriebsphasen (30-100% Leistung) erreicht wurde.

2.3. Messresultate der Mess-Serie März 2013 (kalte Jahreszeit und Brennstoff-Wassergehalt teilweise bis 42%)

Im Folgenden werden die Anlagen anhand **Anhang 2B** miteinander verglichen und kommentiert.

Anzahl Starts pro Tag 4 von 7 Anlagen erfüllen die Anforderung für hohe Qualität. Sie liegen zwischen 1-2 Starts. Bei zwei Anlagen wird bis 6x pro Tag gestartet. Eine Anlage ist durchgefahren und hat nie gestartet.

Laufzeit in h pro Tag Die Laufzeit pro Tag wird nicht beurteilt. Es werden aber möglichst lange Laufzeiten angestrebt. 4 Anlagen weisen Laufzeiten mit 18h und mehr auf. Bei 3 Anlagen liegen die Laufzeiten über 8h.

Mittlere

Tages-Heizlast in % Die mittlere Tages-Heizlast wird zur Zeit ebenfalls nicht beurteilt. Aufgrund der messtechnischen Ermittlung (Delta Vor-Rücklauf) kann diese nur approximativ angegeben werden. Für eine Anlage sind keine Daten vorhanden. Die übrigen 6 Anlagen erreichen mittlere Tages-Heizlasten von 30% und mehr. Die mittlere Tages-Heizlast stellt für QM-Holzheizwerke eine wichtige Kenngrösse dar.

Stationärer Betrieb

bei 30-40% Leistung

Total liegen für 6 Anlagen Messwerte zur Teilleistung von 30-40% vor.

Eine Pellet-, eine Rost- und eine Unterschubfeuerung erreichen beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität. Eine Pellet- und zwei Rostfeuerungen haben nicht erfüllt.

Beim Kriterium CO erreichen zwei Pellet- eine Rost- und eine Unterschubfeuerung eine hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³). Eine Rostfeuerung liegt über dem CO-Grenzwert der LRV für stationären Betrieb.

Für VOC erfüllen alle 6 Anlagen die Anforderungen für hohe Qualität.

Stationärer Betrieb

bei 50-70% Leistung

Total können für 4 Anlagen Angaben zur Teilleistung von 50-70% gemacht werden.

Eine Pellet- und eine Unterschubfeuerung erreichen beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien für O₂ und eine andere Rostfeuerung erfüllt diese nicht.

Beim Kriterium CO erreichen eine Pellet- eine Rost- und eine Unterschubfeuerung eine hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³).

Für VOC erfüllen 3 Anlagen die Anforderungen für hohe Qualität und eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien nicht.

Stationärer Betrieb

bei 80-100% Leistung

Total können für 6 Anlagen Angaben zur Teilleistung von 80-100% gemacht werden (ohne Klagefall).

Eine Pellet- zwei Rost- und eine Unterschubfeuerung erreichen beim O₂ die Kriterien für hohe Qualität. Zwei Rostfeuerungen erfüllen die Kriterien für O₂ nicht.

Beim Kriterium CO erreicht nur die Unterschubfeuerung eine hohe Qualität. Die Pellet- und 3 Rostfeuerungen erfüllen die Kriterien (<Grenzwert LRV für stationären Betrieb: 500mg/m³) und eine Rostfeuerung liegt über dem CO-Grenzwert der LRV für stationären Betrieb.

Für VOC erfüllen 5 Anlagen die Anforderungen für hohe Qualität und eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien nicht.

Startphase

CO-Bereich

Der Bereich der CO-Emissionen in der Startphase liegt für die 7 Anlagen zwischen 500 und knapp 10'000 mg/m³ (nicht normiert).

Startphase

VOC-Bereich

Der Bereich der VOC-Emissionen in der Startphase liegt für die 7 Anlagen zwischen 20 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert).

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>2'500mg/m³

Bei 5 Anlagen liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für CO über 2'500mg/m³ (nicht normiert). Dazu gehören die beiden Pelletfeuerungen, sowie 2 Rostfeuerungen. Diese Anlagen erfüllen die Kriterien für hohe Qualität. Eine weitere Rostfeuerung erfüllt die Anforderungen und eine Rostfeuerung erfüllt diese nicht.

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>1'000mg/m³

Bei einer Pellet- und der Unterschubfeuerung liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für CO über 2'500mg/m³ (nicht normiert). Mit Ausnahme einer Rostfeuerung erfüllen alle Anlage in der Startphase die Kriterien für hohe Qualität. Bei einer Rostfeuerung sind die Kriterien nicht erfüllt.

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC > 100 mg/m³ Bei zwei Pelletfeuerungen, zwei Rostfeuerungen sowie bei der Unterschubfeuerung liegen in der Startphase keine 5Min-Mittel für VOC über 100 mg/m³ (nicht normiert). Damit sind die Kriterien für hohe Qualität erfüllt. Eine weitere Rostfeuerung erfüllt ebenfalls die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien nicht.

Ausbrandphase

CO-Bereich Der Bereich der CO-Emissionen in der Ausbrandphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 400 bis über 10'000 mg/m³ (nicht normiert).

Ausbrandphase

VOC-Bereich Der Bereich der VOC-Emissionen in der Ausbrandphase liegt für die 11 Anlagen zwischen 0 bis über 500 mg/m³ (nicht normiert).

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO > 2'500 mg/m³ Bei der Unterschubfeuerung liegen in der Ausbrandphase keine 5Min-Mittel für CO über 2'500 mg/m³ (nicht normiert) und sie erfüllen somit die Kriterien für hohe Qualität. Die beiden Pelletfeuerungen sowie eine Rostfeuerung erfüllen ebenfalls die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt die Anforderungen und eine Rostfeuerung erfüllt die Kriterien nicht.

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO > 1'000 mg/m³ Bei der Unterschubfeuerung liegen in der Ausbrandphase keine 5Min-Mittel für CO über 1'000 mg/m³ (nicht normiert) und sie erfüllt somit die Kriterien für hohe Qualität. Eine Pellet- und eine Rostfeuerung erfüllen in der Ausbrandphase die Kriterien für hohe Qualität ebenfalls. Eine Pelletfeuerung erfüllt die Anforderungen und zwei Rostfeuerungen erfüllen diese nicht.

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC > 100 mg/m³ Bei zwei Pelletfeuerungen und der Unterschubfeuerung liegen in der Ausbrandphase keine 5Min-Mittel für VOC über 100 mg/m³ (nicht normiert) und sie erfüllen somit die Kriterien für hohe Qualität. Eine Rostfeuerung erfüllt in der Ausbrandphase die Kriterien für hohe Qualität ebenfalls. Zwei Rostfeuerungen erfüllen die Kriterien nicht.

Fazit

Die Messungen zeigen, dass sich die kalte Jahreszeit nicht dazu eignet Messungen in instationären Betriebsphasen durchzuführen, weil insbesondere richtig ausgelegte Anlagen unter diesen Bedingungen ohne Unterbruch in Betrieb sind. Es hat sich aber gezeigt, dass vorallem die Ausbrandphasen mit nassen Brennstoffen schwieriger zu beherrschen sind.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass folgende Ursachen zu erhöhten Emissionen geführt haben:

- Die Brennstoff-Qualität ungenügend auf Feuerungssystem abgestimmt
- Anforderungen zur Auslastung nicht erfüllt (Dimensionierung, Min. Tagesheizlast, Min. Laufzeit, Anzahl Starts)
- Mangelhafte Verbrennungsregelung (hoher Aufwand für Servicepersonal)

3. Emissionsnachweis für VOC, Staub und sekundäre Aerosole

Ziel Mit dem Teilprojekt sollte gezeigt werden, dass Anlagen welche aufgrund der vorgeschlagenen Qualitätskriterien einen hohen Stand der Technik erreichen, auch bei den Staubemissionen (vor und nach Filter) und bei den sekundären Aerosolen tiefe Konzentrationen erreichen. Die Anwendung der 24h CO-Messung hat sich als Instrument zur Qualitätsverbesserung bei Holzfeuerungen bewährt. Vorallem auch das Verhalten in den instationären Phasen kann zuverlässig beurteilt werden. Allerdings muss nun anhand von Parallelmessungen gezeigt werden, dass mit tiefen CO-Konzentrationen in allen Betriebsphasen auch die übrigen Emissionen wie VOC, Staub und sekundäre Aerosole (SOA) deutlich reduziert werden können. In Zusammenarbeit mit den Firmen Panacon, Wöhler und FH-Nordwestschweiz und dem PSI sollen an emissionsarmen Holzfeuerungen entsprechende Parallelmessungen durchgeführt werden.

Resultate Ursprünglich war der Einsatz der verkleinerten Klimakammer des PSI für Sept. 2012 geplant. Weil die Messkammer noch nicht messbereit war, konnten im Rahmen des Projektes keine Messungen durchgeführt werden. Dagegen konnten während der Mess-Serie Okt 2012 mit trockenen Brennstoffen insgesamt drei Messungen der sekundären Aerosole mit der Mikro-Klimakammer in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwest-CH, Dr. Alejandro Keller, durchgeführt werden. Die Auswertung der Resultate ist in **Anhang 12** enthalten. Folgendes hat sich gezeigt:

- Anlage 06-2012U, 400kW, W<35: Erhöhte Emissionen (CO und VOC) bei Teilleistung, aber keine nachweisbaren SOA
- Anlage 10-2012R, 180kW, W<35: Tiefe Emissionen stationär und instationär, aber keine nachweisbaren SOA
- Anlage 11-2012PR, 300kW, Pellets: Erhöhte Emissionen bei Teilleistung, aber keine nachweisbaren SOA
- Bei Anlage gemäss Stand der Technik und trockenen Brennstoffen sind SOA somit nicht relevant

Es bestätigt sich, dass bei tiefen VOC-Konzentrationen (unter 5mg/m^3) resp bei Anlage gemäss Stand der Technik keine erhöhten sekundären Aerosole nachgewiesen werden können. Ausserdem zeigt sich, dass es in den verschiedenen Betriebsphasen keine Korrelation zwischen CO und VOC im engeren Sinne gibt. Bei tiefstmöglichen CO-Konzentrationen gemäss neuestem Stand der Technik sind aber generell auch die VOC-Konzentrationen tief.

Hinweis: Vereinfachend kann folgendes festgehalten werden: Wenn die CO-Konzentrationen in allen Betriebsphasen tief und die O₂-Konzentration im stationären Betrieb optimal sind, dann sind auch VOC, sekundäre Aerosole und damit Gerüche nicht relevant. Ausserdem sind auch die

Staubkonzentrationen tief, resp. diese lassen sich mit Filteranlagen mit hoher Verfügbarkeit zusätzlich stark absenken.

Staubmessungen gemäss VDI wurden an den Anlagen 01-2012 mit Brennstoff W27, 04-2013 mit Brennstoff W<35 und 06-2013 mit Brennstoff W42 vorgenommen. Bei den Anlagen 01-2012 und 06-2013 handelt es sich um dieselben Anlagen. Bei den Anlagen 04-2012 und 06-2012 wurden zusätzlich Vergleichsmessungen mit Wöhler SM500 vorgenommen (vgl unten).

Die Staubgehalte im Rohgas (bei O₂ 13%) liegen gemäss Tabelle 6 im Bereich von 30 bis 82mg/m³. Nach dem E-Filter wurden Staubgehalte von <1 bis 13mg/m³ gemessen.

Tab.6: Staubmessungen gemäss VDI

Anlage Wassergehalt- Brennstoff	Messung Nr.	Leistung Filter EIN/AUS Kein Filter	Staub-VDI mg/m ³ (13%O ₂)
01-2012 W27	1	80%, EIN	<1
	2	80%, EIN	<1
	3	80%, AUS	47
	4	80%, AUS	47
04-2013* W<35	1	100%, kein	82±21
	2	100%, kein	58±9
	3	100%, kein	48±7
	2	50%, kein	51±8
06-2013 W42	1	100%, EIN	7±2
	2	100%, AUS	65±11
	3	100%, AUS	75±13
	4	65%, EIN	<2
	5	65%, AUS	57±10
	6	65%, AUS	42±7
	7	30%, EIN	<2
	8	30%, AUS	39±6
	9	30%, AUS	30±5

Fazit

Bei modernen automatisch beschickten Holzfeuerungen gemäss Stand der Technik ist der Ausstoss an sekundären Aerosolen nicht relevant und kaum messbar. Bei optimaler Einstellung der Feuerungsanlagen können im Rohgas Staubgehalte unter 50mg/m³ erreicht werden und Staubgehalte im Reingas nach E-Filter sinken unter 20mg/m³.

4. Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten

Ziel Bei den verwendeten Emissionsmessgeräten des UWE-LU handelt es sich um sehr genaue und zuverlässige, aber relativ teure Messgeräte. Soweit möglich sollten daher während den 24h-Messungen gleichzeitig Parallelmessungen mit kostengünstigen Messcomputern durchgeführt werden. Damit soll aufgezeigt werden, dass der Vollzug auch mit vereinfachter Messtechnik möglich ist.

Anlässlich von 24h-Messungen mit dem Messgerät Siemens Ultramat 23 (VDI-Standard) bietet sich die Gelegenheit Vergleichsmessungen für CO, O₂ und Staub mit vereinfachten Messmethoden wie Messcomputer durchzuführen. Die bisherigen Versuche haben gezeigt, dass damit eine zuverlässige Beurteilung von solchen Messgeräten im Feld möglich ist. Falls eine Koordination mit den offiziellen Abnahmemessungen erfolgt, wären auch Vergleichsmessungen für vereinfachte Staubmessungen möglich. Es sollen Vergleichsmessungen initiiert und diesbezüglich die Zusammenarbeit mit dem METAS und dem BAFU gesucht werden.

Vorgehen Bei allen 24h-Messungen wurden soweit als möglich auch Parallelmessungen über alle Betriebsphasen mit vereinfachten Messgeräten durchgeführt. Auf Anfrage hat METAS die Durchführung solcher Vergleichsmessungen begrüsst. Die Lancierung eines entsprechenden Projektes müsse aber über das BAFU erfolgen. In einem Fall konnte auch eine Vergleichsmessung mit dem neuen Staubmessgerät von Wöhler SM 500 (vereinfachte Staubmessung) und dem VDI-Messverfahren in Zusammenarbeit mit folgenden Firmen und Mess-Instituten durchgeführt werden:

- **messbar, Tobias Königer**
- **UGZ, Stadt Zürich, Heinz Jenal**
- **Kost und Partner, Thekla Scherer**

Es wurden folgende Geräte für vereinfachte Messmethoden (Mess-Computer) eingesetzt:

- **Anhang 3:** EU5000 (anapol): O₂, CO, VOC
- **Anhang 4:** ECOM (rbr): O₂, CO, VOC
- **Anhang 5:** SM500 (Wöhler): O₂, CO, VOC, Staub (Mess-Serie Okt 2012)
- **Anhang 6:** SM500 (Wöhler): O₂, CO
- **Anhang 7:** SM500 (Wöhler): O₂, CO (Mess-Serie März 2013)
- **Anhang 8:** ECOM SGPlus(rbr): O₂, CO, VOC

Resultate Die Vergleichsmessungen für CO mit EU5000 zeigen (**Anhang 3**), dass gegenüber dem Siemens Ultramat 23 in den stationären Phasen für die nichtbezogenen Konzentrationen (ppm) und bei bezogenen Konzentrationen (mg/m³ bei 13% O₂) Abweichungen von ± 10-25% auftreten. In den

instationären Phasen sind gemäss Vorschlag der Autoren nur die nichtbezogenen Konzentrationen massgebend. Teilweise ergeben sich grössere prozentuale Abweichungen bei sehr kleinen Konzentrationen. Die Abweichungen liegen aber im Rahmen der Messtoleranz. Bei sehr hohen Konzentrationen entstehen relativ geringe Abweichungen, welche für die Vollzugspraxis nicht relevant sind.

Bei der Vergleichsmessung für CO mit dem ECOM (Anhang 4) handelt es sich um eine kurze Messung bei eher tiefen CO-Konzentrationen. Unter diesen Umständen lagen die prozentualen Abweichungen ebenfalls in einem Bereich von - 10-25%. Für eine zuverlässige Beurteilung müssten Vergleichsmessungen über längere Zeit und bei höheren Konzentrationen erfolgen.

Die Vergleichsmessungen für CO mit dem ECOM SGPlus (Anhang 8), über 3Tage, zeigen bei hohen Konzentrationen Abweichungen für die nichtbezogenen Konzentrationen bis - 43%. Bei tieferen Konzentrationen liegen die Abweichungen bei - 20%. Aufgrund der unterschiedlichen Verhältnissen an den beiden Messstellen (erhöhter O₂-Gehalte nach E-Filter) und unterschiedlicher Abtastrate sind die Resultate nur bedingt vergleichbar und können nicht abschliessend beurteilt werden.

Die Vergleichsmessungen für CO mit dem Wöhler SM500 (neben Staub können auch CO-Konzentrationen gemessen werden, Anhang 5) zeigen für stationäre Betriebsphasen Abweichungen bis fast 90% und sind für die Vollzugspraxis ungenügend.

Bei den ersten Vergleichsmessungen für Staub mit dem Wöhler SM500 (**Anhang 5**) sind verschiedene technische Probleme aufgetaucht. Aufgrund der thermischen Belastbarkeit der Gaspumpe, ist das Gerät nicht für längere Staubmessungen (mehr als 15Min) geeignet. Beim Einführen der kalten Sonde haben sich infolge Feuchtebeschlag auf der Sonde, Kondensat-Tropfen auf dem kleinen Filter gebildet und zu grösseren Abweichungen geführt.

Bei den weiteren Versuchen mit dem Wöhler SM 500 (**Anhang 7**) wurde eine externe Sondenheizung für das Aufheizen vor dem Einführen zur Verfügung gestellt. Damit konnte die Kondensatbildung stark reduziert werden. Allerdings war das Phänomen bei feuchten Brennstoffen, wie Waldhackschnitzel weiter zu beobachten. Die noch offenen Fragen für die Anpassung des Messgerätes für den Einsatz mit feuchten Brennstoffen werden zur Zeit mit Firma Wöhler geklärt.

Der Vergleich der Staubmessungen mit dem Wöhler SM500 im Vergleich zu VDI-Staubmessungen zeigt gemäss Tab. 7, dass von 12 nur zwei Messungen ausserhalb der gegenseitigen Messunsicherheiten liegen. Falls die offenen Punkte bereinigt werden können, steht mit diesem Messgerät eine interessante Messausrüstung für den Vollzug und die Weiterentwicklung der Holzfeuerungen zur Verfügung [8].

Tab.7: Vergleich Staubmessungen gemäss VDI und vereinfachte Messung mit Wöhler SM500

Anlage Wassergehalt- Brennstoff	Messung Nr.	Leistung Filter EIN/AUS Kein Filter	Staub-VDI mg/m3 (13%O2)	Staub-Wöhler SM500 mg/m3 (13% O2)	Vergleich VDI- SM500
01-2012 W27	1	80%, EIN	<1	k.M.	
	2	80%, EIN	<1	k.M.	
	3	80%, AUS	47	k.M.	
	4	80%, AUS	47	k.M.	
04-2013* W<35	1	100%, kein	82±21	53±8	ok
	2	100%, kein	58±9	k.M.	
	3	100%, kein	48±7	60±15	ok
	2	50%, kein	51±8	73±18	ok
06-2013 W42	1	100%, EIN	7±2	13±3	(ok)
	2	100%, AUS	65±11	66±17	ok
	3	100%, AUS	75±13	99±25	ok
	4	65%, EIN	<2	10±3	(ok)
	5	65%, AUS	57±10	73±18	ok
	6	65%, AUS	42±7	63±16	ok
	7	30%, EIN	<2	7±2	(ok)
	8	30%, AUS	39±6	11±3	ek
	9	30%, AUS	30±5	64±16	ek

k.M. keine Messung

ok Resultate liegen im Bereich der Messunsicherheiten

(ok) Resultate liegen knapp im Bereich der Messunsicherheiten oder sind nahe der Bestimmungsgrenze

ok Resultate liegen nicht im Bereich der Messunsicherheiten

* Messstelle für Wöhler SM ist strömungstechnisch nicht ideal

Fazit

Mit einer Ausnahme bestätigen die Vergleichsmessungen mit vereinfachten Messmethoden (Mess-Computer), dass die Geräte für O₂ und CO einen hohen Qualitäts-Standard erreicht haben und für den Einsatz im Vollzug geeignet sind. Damit stehen kostengünstige, vereinfachte Messmethoden für den Vollzug zur Verfügung. Der Vergleich der Staubmessungen mit dem Wöhler SM500 im Vergleich zu VDI-Staubmessungen zeigt, dass von 12 nur zwei Messungen ausserhalb der gegenseitigen Messunsicherheiten liegen. Die vereinfachte Staubmessung mit dem Wöhler SM500 kann aber nicht abschliessend beurteilt werden. Die noch offenen Fragen für die Anpassung des Messgerätes beim Einsatz mit feuchten Brennstoffen werden zurzeit mit der Firma Wöhler geklärt.

5. Brennstoff-Qualität anhand der Bildanalyse

5.1. Bildanalyse an Holzhackschnitzel

Ausgangslage In der Schweiz werden heute Brennstoff-Analysen von Holzenergie Schweiz durchgeführt. Solche Analysen beinhalten eine Handsiebung mit Lochblech-sieben 1mm und 8mm. Überlängen werden von Hand aussortiert. Neben der Stückigkeit wird zusätzlich der Wassergehalt, der Nadel- bzw. Laubanteil und der Anteil an Fremdstoffen in der Asche bestimmt. Pro Jahr werden ca. 25-30 Proben analysiert bei Kosten von Fr. 300-350.- pro Probe. Ausserdem werden Brennstoffanalysen auch von Intertek Schweiz AG, 8952 Schlieren und von der Fachhochschule Biel angeboten. Für die Bestimmung der Korngrössen-verteilung werden Hand- oder Maschinensiebe eingesetzt. Neben dem grossen zeitlichen Aufwand und den erhöhten Kosten sind solche Siebresultate einer breiten Streuung je nach Fachperson, welche die Siebungen durchführt und Maschineneinstellungen abhängig. Dies hängt damit zusammen, dass Holzhackschnitzel in der Regel stark von der Kugelform abweichen und für eine konventionelle Siebung nicht so geeignet sind wie z.B. mineralische Stoffe wie Kies. Heute können die Eigenschaften der Brennstoffe zu wenig exakt auf die Bedürfnisse der Feuerungen abgestimmt werden. Die Folge sind hohe Kosten für übermässigen Verschleiss an Rostelementen und Ausmauerungen der Feuerungsanlagen. Im Falle rechtlichen Auseinandersetzungen zwischen Brennstofflieferanten und Feuerungshersteller gibt es zur Zeit keine zuverlässigen Beurteilungsmethoden. Die heute verfügbaren Normen basieren auf der Siebung. Entsprechende Normen für die Bildanalyse sind vom Technologie und Förderzentrum in Straubing (TFZ) Dr. Hans Hartmann in Bearbeitung.

Das Interkantonale Laboratorium der Urkantone in Brunnen bietet heute Dienstleistungen im Bereich der chemischen Analyse und Beurteilung von Holzaschen für den kantonalen Vollzug der Luftreinhalteverordnung bei Holzfeuerungen an. Ausserdem hat das Labor auch an einem Projekt der Zentralschweizer Kantone für die Validierung von Holzaschekontrollen mitgewirkt. Zum Dienstleistungsangebot gehören zudem auch die chemische Analyse von Holzbrennstoffen und die Bestimmung von Heizwert und Wassergehalt. Damit sind sehr gute Voraussetzungen vorhanden für einen Ausbau in Richtung eines umfassendes Angebotes für komplette Analysen von Holzbrennstoffen und Aufbau einer entsprechenden Prüfstelle.

Verwendete Geräte Die ersten Versuche zur Überprüfung der Probenahme und Reproduzierbarkeit wurden an einem Gerät der früheren Generation am TFZ in Straubing (D) durchgeführt.

Für die Bildanalysen an den Proben der 24h-Messungen wurde ein Gerät der neusten Generation mit Rundschwingförderer für den vollautomatisierten Betrieb verwendet (vgl Bild 1).



Bild 1: Bildanalyse HAVER CPA 4 CONVEYOR, Bandgerät zur Größen- und Formanalyse im Messbereich von 96µm bis 220mm

5.2. Probenahme und Überprüfung der Reproduzierbarkeit

- Ziel** In Zusammenarbeit mit dem Labor der Urkantone sollen die Probenahme und Reproduzierbarkeit der Bildanalyse von Holzbrennstoffen geklärt werden. Bei den grösseren Anlagen sind Feldversuche zur Probenahme und Auswertung vorgesehen.
- Vorgehen** Während den 24h-Messungen vom 24. bis 30. April 2013 an einer Holzfeuerung für Waldhackschnitzel wurden jeden Tag mehrere Beprobungen durchgeführt. Anschliessend konnten 13 Proben à 5 Liter des während der Messung verfeuerten Brennstoffs (gute Qualität) am TFZ in Straubing mit Bildanalyse (Scanning) untersucht werden. Zum Vergleich wurden zusätzlich zwei Proben einer früheren Brennstofflieferung untersucht, welche von Auge eine deutlich schlechtere Qualität aufgewiesen haben. Von allen bisherigen Anlagen an denen 24h-Messungen durchgeführt wurden, liegen zwei Brennstoffproben vor für spätere Untersuchungen (Total 24 Proben).
- Resultate** In **Anhang 10** sind die Resultate der Bildanalyse enthalten und in Bild 2 ist eine Übersicht dargestellt. Die 13 Proben des verfeuerten Brennstoffes liegen in engen Grenzen nahe beieinander. Dies zeigt, dass eine zuverlässige Probenahme ohne grösseren Aufwand möglich ist und dass die verwendete Probemenge von 5 Liter genügt. Die Bildanalyse erweist sich als sehr stabile Nachweismethode für die Brennstoff-Stückigkeit. Die beiden Brennstoff-Proben aus einer früheren Lieferung (strichliert) weichen bei den oberen Korngrössen deutlich ab.

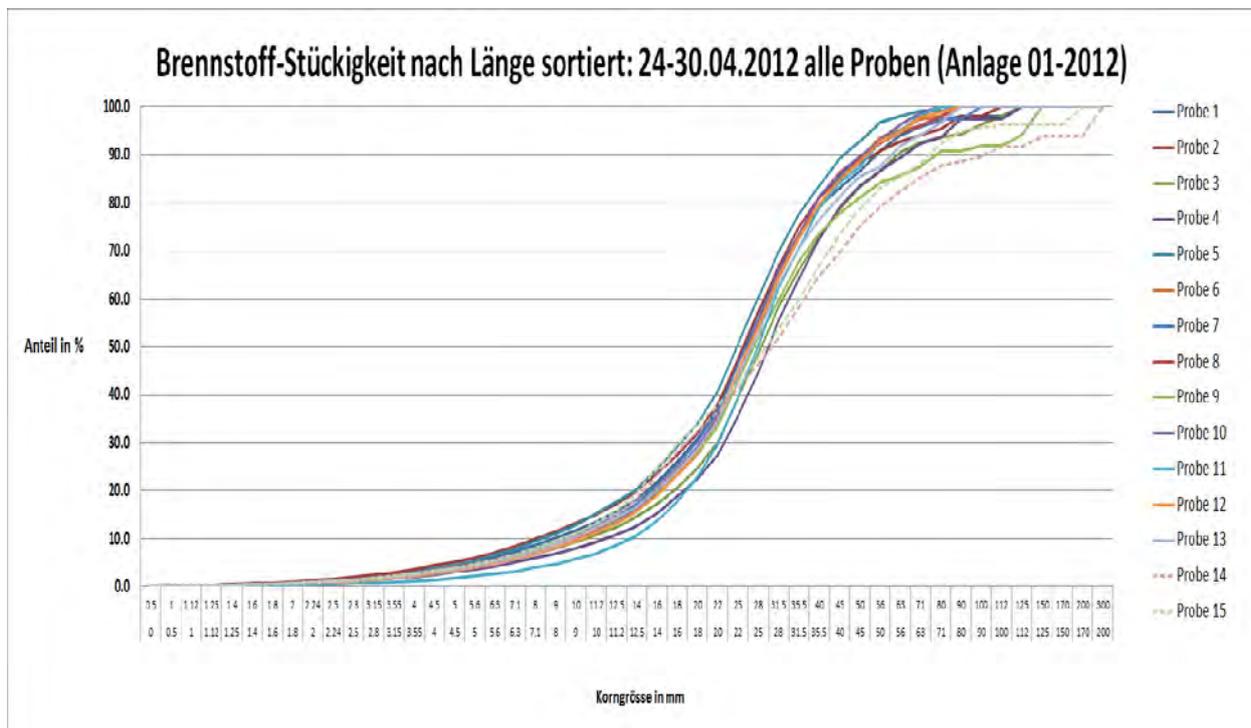


Bild 2: Resultat der Bildanalyse an Brennstoff-Proben aus einer Feuerung für Waldhackschnitzel, Beprobung während 6 Tagen, Proben 1 bis 13 stammen von der gleichen Brennstofflieferung, Proben 14 und 15 sind von einer früheren Lieferung.

5.3. Bildanalyse an Brennstoff-Proben aus den 24h Messungen an automatisch beschickten Holzfeuerungen für Waldhackschnitzel und Pellets (Mess-Serie Okt 2012 und Mess-Serie März 2013)

Ziel Ebenfalls in Zusammenarbeit mit dem Labor der Urkantone sollen sämtliche Doppelproben, welche anlässlich der 24h-Messungen an automatisch beschickten Feuerungen gezogen wurden mit Bildanalyse untersucht werden. Mit den Resultaten soll die Tauglichkeit der Bildanalyse für die zuverlässige und kostengünstige Brennstoffprüfung anhand eines Praxistests nachgewiesen werden.

Vorgehen Insgesamt standen 34 Proben von 17 automatisch beschickten Holzfeuerungen für Waldhackschnitzel und Pellets zur Verfügung. Davon waren 6 Pelletproben und 2 Proben aus Waldhackschnitzel mit denen bei der Feuerung Probleme aufgetreten sind (frühzeitiger Verschleiss an Rost und Ausmauerung). Die Hackholzproben wurden vorgängig an auf einen Wassergehalt von 15-20% vorgetrocknet. Die Tests mit den Pelletproben wurden auf 2 Versuche beschränkt, beide Versuche zeigen ein identisches Ergebnis, daher wurde in der Übersicht nur eine Kurve dargestellt. Fa. HAVER in Oelde hat uns für die Analysen freundlicherweise ein vollautomatisches Gerät der neusten Generation mit Rundschwingförderer zur Verfügung gestellt. Mit der neusten Software werden die vollständigen Pixel-Informationen aller

Schattenbilder der Partikel aufgenommen und können nachträglich für beliebige Parameter (Länge, Breite, Sphärizität etc.) ausgewertet werden. Total wurden 30 Proben analysiert.

Resultate

Im Anhang sind die Resultate der Bildanalyse enthalten. **Anhang 11A** enthält die Resultate nach Länge und **Anhang 11B** diejenigen nach Breite sortiert. In Bild 3 und 4 unten ist je eine Übersicht für die Sortierung nach Länge und Breite dargestellt. Mit Ausnahme des Problembrennstoffes und der Pelletprobe liegen die übrigen Proben sehr eng zusammen. Anhand der Analysereultate wäre es möglich Grenzkurven für die spätere Beurteilung von Proben zu definieren. Die beiden Proben der Problembrennstoffe und der Pellets heben sich sowohl bei der Sortierung nach der Länge als auch nach der Breite deutlich ab. Aufgrund dieser Resultate gehen wir davon aus, dass mit der Bildanalyse eine zuverlässige Überprüfung der Korngrößenverteilung von Hackschnitzel möglich ist.

Fazit

Aufgrund dieser Resultate gehen wir davon aus, dass mit der Bildanalyse eine zuverlässige Überprüfung der Korngrößenverteilung von Hackschnitzeln möglich ist. Die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse konnte ebenfalls nachgewiesen werden. Mit dieser Prüfmethode lassen sich die Brennstoff-Qualitäten optimaler auf die einzelnen Feuerungssystem anpassen.

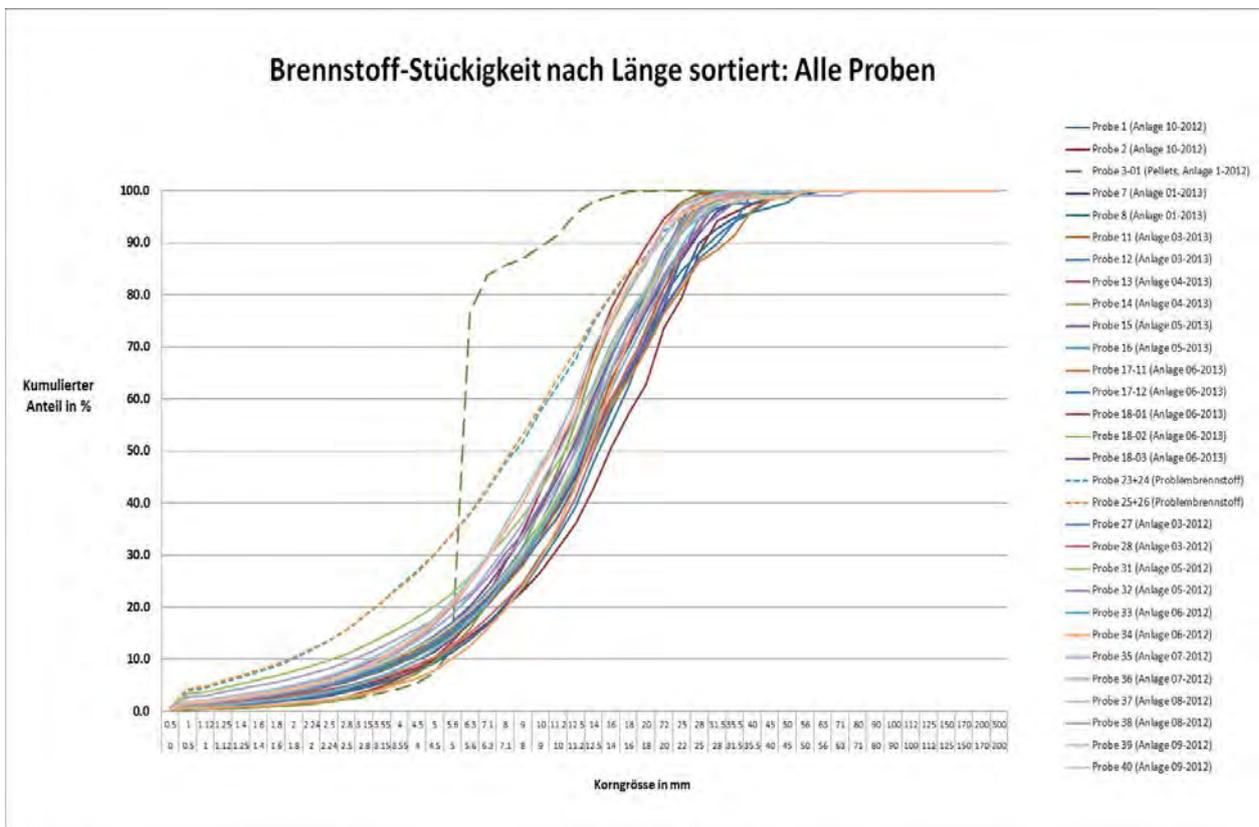


Bild 3: Resultat der Bildanalyse an Waldhackschnitzel und Pellets nach Länge sortiert an Anlagen mit 24h-Messungen (Mess-Serie Okt 2012 und Mess-Serie März 2013). Alle Proben liegen dicht beisammen. Bei den Proben 23+24 sowie 25+26 (kurz-strichliert) handelt es sich um Problembrennstoffe, diese heben sich deutlich ab. Versuchsweise wurde auch eine Pelletprobe analysiert (lang-strichliert).

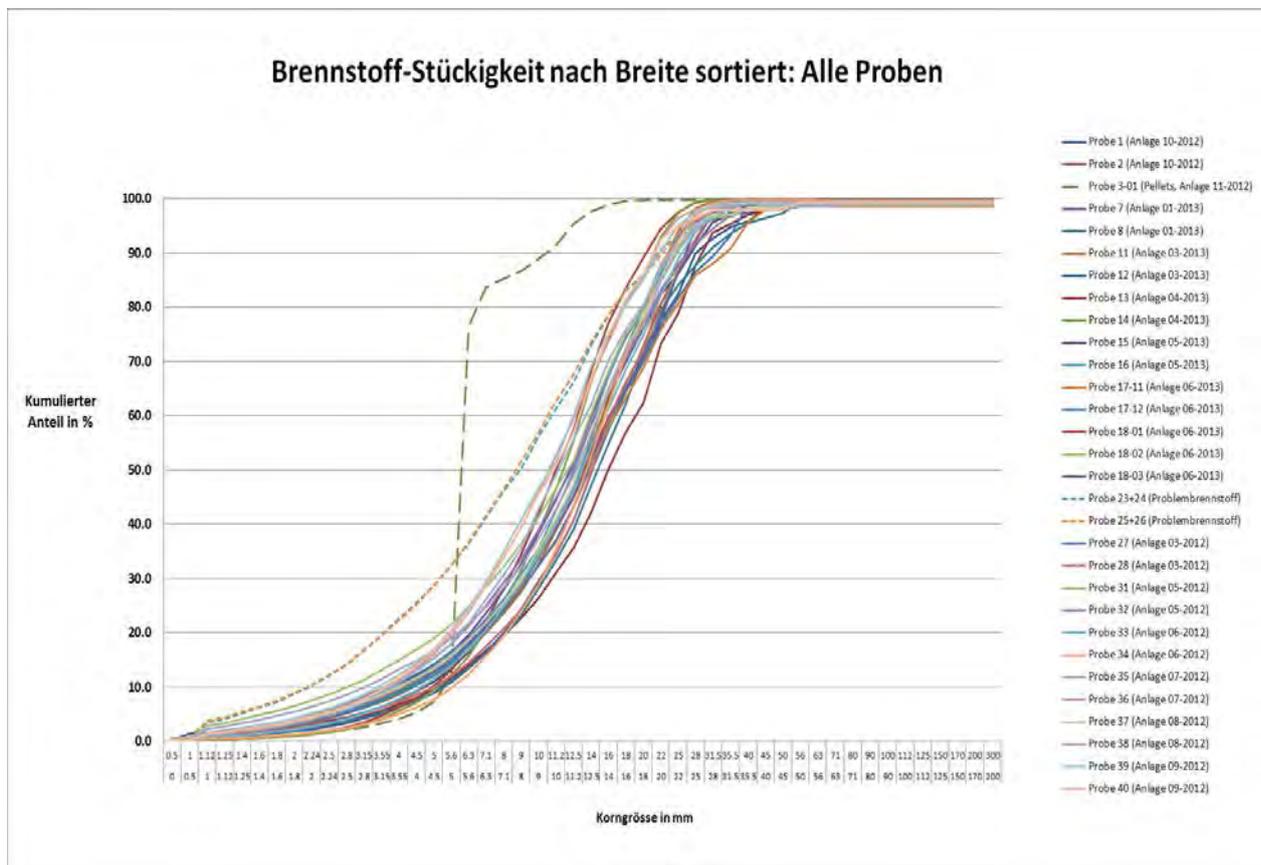


Bild 4: Resultat der Bildanalyse an Waldhackschnitzel und Pellets nach Breite sortiert an Anlagen mit 24h-Messungen (Mess-Serie Okt 2012 und Mess-Serie März 2013). Alle Proben liegen dicht beisammen. Bei den Proben 23+24 sowie 25+26 (kurz-strichliert) handelt es sich um Problembrennstoffe, diese heben sich deutlich ab. Versuchsweise wurde auch eine Pelletprobe analysiert (lang-strichliert).

6. Geschwindigkeitsprofile im Abgaskanal

Ziel	Für Abschätzung von Frachten müssen die mittleren Abgasgeschwindigkeit mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden können. Dazu sind Geschwindigkeitsprofile über den gesamten Abgasquerschnitt bei konstanter Leistung der Feuerungsanlage erforderlich.
Vorgehen	Idealerweise werden solche Profile anhand von genügend dichten Punktmessungen in zwei senkrecht zueinander stehenden Achsen im Abgaskanal aufgenommen. Im vorliegenden Projekt konnten nur Punktmessungen in einer Achse aufgenommen werden.
Resultate	In Anhang 13 sind die Resultate der ausgemessenen Geschwindigkeitsprofile enthalten.

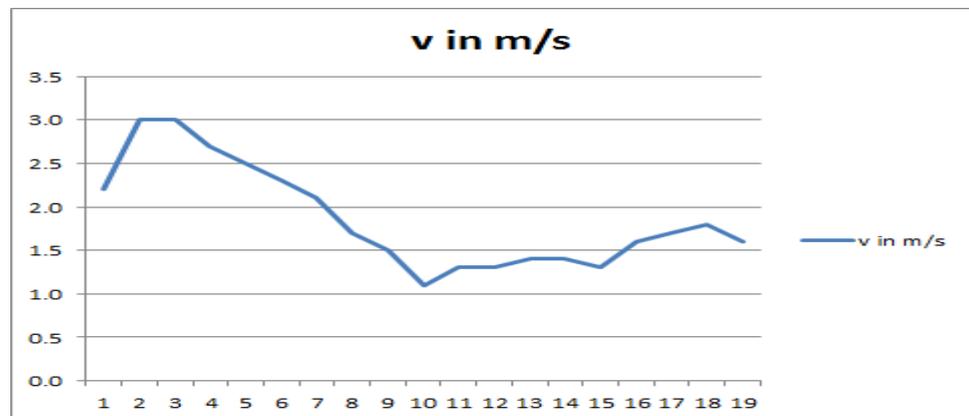


Bild 5: Geschwindigkeitsprofil an Holzfeuerung für Waldhackschnitzel 180kW, kein Empa-Messstutzen sondern TÜV-Messstelle, kein ideale Messstelle, direkt nach 90°-Bogen im Abgaskanal. Der Geschwindigkeits-Mittelwerte über das ganze Profil beträgt 1.9m/s und die Geschwindigkeit in der Mitte des Abgasquerschnitts beträgt 1.1m/s (Abweichung 70%).

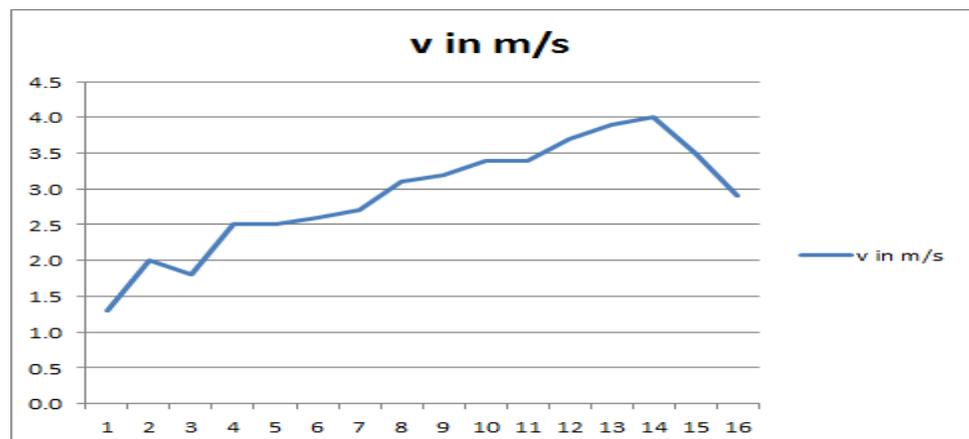


Bild 6: Geschwindigkeitsprofil an Holzfeuerung für Waldhackschnitzel 180kW, kein EMPA-Messstutzen, ideale Messstelle mit genügend langen Beruhigungsstrecken. Der Geschwindigkeits-Mittelwerte über das ganze Profil beträgt 2.9m/s und die Geschwindigkeit in der Mitte das Abgasquerschnitts beträgt 3.2m/s (Abweichung 9%).

7. Diskussion vom 28.05.2012 beim AWEL-ZH

Protokoll Am 28.05.2013 hat beim AWEL in Zürich eine Diskussion mit den mitwirkenden Stellen beim Bund, den Kantonen, der Branche und weiteren Interessierten Kreisen stattgefunden. Das entsprechende Protokoll mit Nachträgen ist in **Anhang 14** zu finden. Das Protokoll bildet eine wichtige Basis für das weitere Vorgehen.

8. Messdemo und Runder Tisch vom 05.12.2012 Trimbach(Olten)

Zielsetzung Die Untersuchungen sollen aufzeigen, dass handbeschickte Holzfeuerungen für Stückholz gemäss heutigem Stand der Technik auch in den instationären Betriebsphasen (Start und Ausbrand) emissionsarm betrieben werden können. Aufgrund der Resultate sollen auch Vorschläge für zukünftige Anforderungen für Stückholzfeuerungen zuhanden der Vollzugsbehörden ausgearbeitet werden. Dabei sollen zukünftige Beurteilungskriterien vorgeschlagen und mit Messungen bestätigt werden. Die Resultate sollen einem breiten Feld von Anbietern erlauben, die Weiterentwicklung ihrer Produkte in Richtung emissionsarme Holzfeuerungs-technik voranzutreiben. Anschliessend wurden die Resultate im Rahmen eines „Runden Tisches“ in Trimbach besprochen.

Vorgehen Im Rahmen einer Messdemo sollte vorgängig der Stand der Technik von händisch beschickte Stückholzfeuerungen untersucht werden. Solche Anlagen liegen meistens im Bereich unter 70kW und sind gemäss heutiger Luftreinhalte-Verordnung (LRV) nicht messpflichtig. Es sollten sowohl Einzelraumfeuerungen (Speicheröfen, Cheminéeöfen) als auch Zentralheizungen (Stückholzkessel) einbezogen werden.

Im Anschluss an die Messungen wurden die Resultate am 05.12.2012 anlässlich eines „Runden Tisches“ in Trimbach Olten vorgestellt und diskutiert. Das entsprechende Protokoll ist in **Anhang 15** zu finden.

Resultate

Speicheröfen Die Resultate zeigen, dass diese Geräte bezüglich emissionsarme Verbrennung bereits einen hohen Stand der Technik erreicht haben. Es wurden indessen trotzdem massgebliche Verbesserungspotentiale nachgewiesen:

- Es sollten Anfeuermodule gemäss den Merkblättern von Holzenergie Schweiz verwendet werden und in der Bedienungsanleitung sowie bei der Schulung von Mitarbeiter und Betreiber berücksichtigt werden.

- Die Brennstoff-Stückigkeit für Speicheröfen sollte reduziert werden. Das max. Scheitgewicht für Laubholz und Scheitlänge 33cm sollte ca. 0.7kg betragen (für Nadelholz ca. 0.5kg).
- Die Luftführung sowie die Luftdosierung sollte anhand von CO-Messungen überprüft werden.
- Form und Position der Ausbrandöffnung sollte optimiert werden (runde Öffnung direkt über dem Anfeuermodul in der Mitte des Brennholzstapels).

Resultate

Stückholzkessel

Auch diese Resultate zeigen bezüglich emissionsarme Verbrennung einen hohen Stand der Technik und es konnten ebenfalls massgebliche Verbesserungspotentiale aufgezeigt werden:

- Verwendung korrektes Anfeuermodule: anstelle von feinem Anfeuerholz und hohem Anfeuermodul sollte ein niedriger Anfeuermodul mit grobem Tannenholz verwendet werden.
- Mit Anfahrprogrammen zum gestuften Hochfahren der Verbrennungsluftmenge können die Emissionen in der Startphase weiter reduziert werden. Gleichzeitig kann der Bedienungskomfort erhöht werden. Weitere Verbesserungen sind mit automatischer Zündung möglich.
- Auch für den Ausbrand sind Steuerungen für die gestufte Reduktion der Luftzufuhr zu prüfen und mit Messungen zu optimieren.

VOC

Die quantitative Ermittlung mittels der selektiven VOC Messungen mit dem Messgerät Anapol EU5000 zeigen, dass in Betriebsphasen mit optimalem Betrieb und tiefen CO-Konzentrationen auch die VOC-Emissionen vergleichsweise tief sind. Damit dürften auch die Konzentrationen an sekundären Aerosolen tief sein.

Vereinfachte

Messverfahren

Die Vergleichsmessungen MAD-Ultramat23 zeigen, dass sowohl im zeitlichen Verlauf wie auch bei den 15Min-Mittelwerten eine gute Übereinstimmung besteht. Für das Messgerät von anapol EU5000 wurde mit zahlreichen Vergleichsmessungen während der Mess-Serie im Oktober 2012 ebenfalls eine hohe Übereinstimmung nachgewiesen. Für die Zuverlässigkeit sollte die Gasaufbereitung optimiert werden.

Weiteres Vorgehen

Aufgrund der erfolgreichen Durchführung von Teil A und B wird in Zusammenarbeit mit innovativen Herstellern und Lieferanten von Stückholzfeuerungen die Planung von Teil C (Ausbildung) für die Heizperiode 2013/14 empfohlen. Dabei können folgende Bereiche getrennt angegangen werden:

- Stückholzkessel
- Berechnete Speicheröfen VHP
- Cheminéefeuerungen und andere Holzfeuerstätten im Wohnbereich

9. Schlussfolgerungen

Technischer Support und Klagefälle

Aufgrund der durchwegs positiven Rückmeldungen gehen wir davon aus, dass weiterhin ein Bedürfnis für technischen Support besteht. Die Klagefälle haben erfreulicherweise abgenommen. Es bleibt abzuwarten, ob dieser Trend anhält.

24h-Messungen

Die Messungen zeigen, dass insbesondere mit trockenen Brennstoffen bereits ein hoher Stand der Technik im Bereich der instationären Betriebsphasen (Start/Ausbrand) und etwas weniger ausgeprägt auch bei den stationären Betriebsphasen (30-100% Leistung) erreicht wurde. Allerdings haben diverse Anlagen im stationären Betrieb noch Optimierungsbedarf. Möglicherweise werden die Abnahmemessungen für unteren und oberen Lastpunkt und die entsprechenden Optimierungen noch zu wenig konsequent durchgeführt.

Emissionsnachweis

Es bestätigt sich, dass bei tiefen VOC-Konzentrationen (unter 5mg/m³), resp. bei Anlage gemäss Stand der Technik keine erhöhten sekundären Aerosole nachgewiesen werden können. Ausserdem zeigt sich, dass es in den verschiedenen Betriebsphasen keine Korrelation zwischen CO und VOC im engeren Sinne gibt. Bei tiefstmöglichen CO-Konzentrationen gemäss neuestem Stand der Technik sind aber generell auch die VOC-Konzentrationen tief und auch die Staubemissionen sind minimal.

Vergleichsmessungen

Von einer Ausnahme abgesehen, bestätigen die Vergleichsmessungen mit Messgeräten für vereinfachte Messmethoden (Mess-Computer), dass diese Geräte einen hohen Qualitäts-Standard erreicht haben und für den Einsatz im praktischen Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung geeignet sind. Zur Verbesserung der Zuverlässigkeit sollte die Gausaufbereitung noch optimiert werden. Der Vergleich der Staubmessungen mit dem Wöhler SM500 im Vergleich zu VDI-Staubmessungen zeigt, dass von 12 nur zwei Messungen ausserhalb der gegenseitigen Messunsicherheiten liegen. Falls die offenen Punkte bereinigt werden können, steht mit diesem Messgerät eine interessante Messausrüstung für den Vollzug und die Weiterentwicklung der Holzfeuerungen zur Verfügung.

Brennstoff-Qualität

Aufgrund der vorliegenden Resultate gehen wir davon aus, dass mit der Bildanalyse eine zuverlässige Überprüfung der Korngrössenverteilung von Hackschnitzel möglich ist.

10. Weiteres Vorgehen

Technischer Support und Klagefälle

Es wird empfohlen den Technischen Support im bisherigen Rahmen (nur kostenlose Erstberatung) weiterzuführen. Auch Klagefälle werden weiter bearbeitet. Es stehen aber zur Zeit genügend Grundlagen zur Verfügung, sodass voraussichtlich keine Kosten für das Projektbudget anfallen.

Verantwortlichkeiten

Grundsätzlich sollte zwischen Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage und Emissions-Anforderungen unterschieden werden. Wenn eine Anlage optimal ausgelastet ist, kann auch im Schwachlastbetrieb (Leistung kleiner 30%) eine übermässige Auskühlung des Feuerraumes und damit erhöhte Emissionen verhindert werden. Mit dieser Betriebsweise werden ausreichend lange Laufzeiten erreicht und die Anzahl Start/Stop sind minimal. QM Holzheizwerke hat dazu Empfehlungen ausgearbeitet, welche in der Verantwortung der Planer oder bei kleinen Anlagen beim Installateur liegen. Entscheidend ist die Systemwahl und die Kesseldimensionierung. Für die Abstimmung des Betriebskonzeptes bei Prozesswärmebedarf ist der Betreiber und der Bauherr verantwortlich und der Feuerungslieferant trägt die Verantwortung für die optimale Einregulierung der Feuerung. Wenn die Anforderungen zur Auslastung der Feuerung gemäss QM Holzheizwerke nicht erfüllt werden, kann der Feuerungslieferant die Verantwortung für die Einhaltung der Emissions-Anforderungen nicht übernehmen.

Umsetzung

Für die Umsetzung der Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage sind folgende Punkte zu beachten:

- **Brennstoff-Definition (in Bearbeitung)**
- **Minimale mittlere Tagesheizlast (QM Holzheizwerke Q-Leitfaden 2011)**
- **Minimale Laufzeit: 3h (Minimale Betriebszeit zwischen EIN/AUS)**
- **Maximale Anzahl Starts: 5 Starts/Tag**
(entspricht bei Ganzjahresbetrieb ca. 2'000 Starts pro Jahr)

Für die Umsetzung der Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage werden folgende Kriterien vorgeschlagen:

- **Kurzfristig (1 Jahr): «Erfüllt» (Stichproben nur CO)**
- **Mittelfristig (3 Jahre): «Hohe Qualität» (Stichproben CO und VOC)**

24h-Messungen

Mit den beiden Mess-Serien Okt 2012 und März 2013 wurde vorallem der Stand der Technik mit trockenen Brennstoffen nachwiesen. Die vereinzelt verwendeten Brennstoffe bis W42 genügen nicht für zuverlässige Aussagen für feuchte Brennstoffe. In der kommenden Heizsaison sollten daher weitere Messungen mit nassen Brennstoffen bis W50 gefahren werden.

Emissionsnachweis

Weitere Messungen mit feuchten Brennstoffen sind mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und falls die Klimakammer messbereit auch mit dem PSI

geplant. Soweit möglich sollten auch weitere Messungen mit dem FID erfolgen.

- Vergleichsmessungen** Die Vergleichsmessungen für vereinfachte CO-Messgeräte sind soweit abgeschlossen. Auf Anfrage hat METAS die Durchführung solcher Vergleichsmessungen begrüsst. Die Lancierung eines entsprechenden Projektes müsse aber über das BAFU erfolgen. Damit sollte insbesondere aufgezeigt werden, ob die mit elektrochemischen Sensoren ausgerüsteten Messgeräte für den Vollzug genügen können. Mit dem verbesserten Staubmessgerät Wöhler SM500 sind weitere Messungen geplant.
- Geruchsemissionen** Aufgrund von Geruchsproben im Rahmen des Projektes ist bekannt, dass bei VOC-Konzentrationen von $3\text{mg}/\text{m}^3$ praktisch keine Gerüche wahrnehmbar sind, bei VOC-Gehalten von $300\text{mg}/\text{m}^3$ aber sehr deutliche. Bei der Festlegung der Anforderungen wurden als wahrnehmbare VOC-Grenze $100\text{mg}/\text{m}^3$ angenommen und dann im stationären Betrieb auch wenig Überschreitungen festgestellt. Zur Wahrnehmung solcher VOC-Konzentrationen bestehen noch offene Fragen. Dazu werden olfaktometrische Bewertungen empfohlen.
- Brennstoff-Qualität** Die Versuche vor Ort bei Firma HAVER in Oelde waren für das Laboratrium der Urkantone, Dr. Nikos Agorastos aufschlussreich. Dr. Nikos Agorastos hat daher anlässlich des Besuches in Deutschland Interesse für ein gemeinsames Projekt im Bereich der Qualitätsüberwachung von Holzbrennstoffen in Zusammenarbeit mit BAFU und BFE bekundet. Voraussichtlich wird das Laboratorium der Urkantone ein entsprechendes Projekt beim BAFU-Wald beantragen. Von QS-Support sollte die technische Unterstützung beim Aufbau der Prüfstelle gewährleistet werden können.
- Ausbildung Planer** Die Ausbildung der Planer wird durch QM Holzheizwerke angegangen.
- Ausbildung Regelspezialisten** Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die bestehenden Probleme mit erhöhten Emissionen bei Holzfeuerungen nicht nur auf der Ebene des Servicepersonals gelöst werden können. Die heute verwendeten Regelungen und insbesondere die Regelungsparameter der Feuerungen müssen von den Regelspezialisten optimiert werden. Die vorliegenden Probleme werden durch die Regelspezialisten noch zu wenig wahrgenommen. Beim Servicepersonal gibt es zudem innerhalb der Firmen noch grosse Unterschiede bezüglich Ausbildung und Sensibilität für Emissionsprobleme. Es herrscht immer noch die Haltung vor, dass in erste Linie betriebliche Pannen und Ausfälle der Feuerungsanlagen vermieden werden müssen. Dies reicht nicht, um die Qualität der Holzfeuerungen weiter zu bringen und der wachsenden Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Geruchsemissionen zu begegnen.
- Angesicht der dargelegten Problematik wird in Zusammenarbeit mit QM Holzheizwerke die Initiierung eines Ausbildungsprojektes für Regelspezialisten unter Einbezug der Serviceleute empfohlen.

Literatur

- [1] Schlussbericht QS-Support Holzfeuerungen, Stand Juni 2011, BFE, Juni 2011
- [2] Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Schweizerischer Bundesrat, Stand 1. September 2007
- [3] Empfehlungen über die Emissionsmessung von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Januar 1996
- [4] Jenni, A.; Vock, W.: Bericht zur 1. und 2. Mess-Serie: Emissionsarme Anfeuerungsmethoden für Stückholzfeuerungen, Bundesamt für Energie, Bundesamt für Umwelt, Kantone AG, BE, BL/BS, LU/ZUDK, SH, SG, SO, TG, TI, VD, ZH, Maschwanden, inkl. Nachtrag: Erweiterte Auswertung der Messresultate und Empfehlungen für den Vollzug der LRV, August 2007
- [5] Vock, W.: Vollzug Luftreinhalte-Verordnung (LRV) für Holzfeuerungen, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Luftreinhaltung und NIS, September 2008
- [6] Entwurf Empfehlungen zur Messung der Abgase von Holzfeuerungen bis 70 kW (Messempfehlung Holzfeuerungen bis 70kW), Bundesamt für Umwelt, (BAFU), März 2009
- [7] Jenni, A.;Vock, W.: Qualitätssicherung zum Vollzug der LRV für Holzfeuerungen bis 500kW, Schlussbericht, Bundesamt für Umwelt BAFU, Bundesamt für Energie BFE, Fachstellen für Luftreinhaltung AG, LU, SH, SO, August 2010
- [8] Bekanntmachung über die bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen aus Kleinfeuerungsanlagen, Bundesanzeiger, Umweltbundesamt, Bundesministerium der Justiz, www.bundesanzeiger.de, März 2013

Anhang 1A Mess-Serie Okt. 2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	00-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	1000kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2007
	Speicher	vorhanden
	Filter	Elektro-Filter
	Brennstoff	Waldhackschnitzel
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen: Abgasgeschwindigkeit; Nach Kessel: CO, O2
	Bemerkungen	Klagefall

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität			
	Erfüllt			
	Nicht erfüllt			
	keine Beurteilung			
	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	5.8-7.3		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	k.A.		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%		
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6-14		
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500		
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<20		
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt		
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	3'500- >5'000	3'000-3'900	
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	>200	>200		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	6 (30Min)	15 (1.3h)		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	8 (40Min)	29 (2.4h)		
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	6 (30Min)	66 (5.5h)		

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%			
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10	
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50	
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20	
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50	
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)		
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)		
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)		

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%			
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11	
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500	
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50	
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150	
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)		
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)		
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)		

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%			
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5- >11	<5- >11	<5- >11	
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500	
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50	
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150	
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)		
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)		
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)		

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	01-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	180kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2009
	Speicher	5'600Liter
	Filter	Elektrofilter (G+M 200 AME-800)
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W27
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messtutzen, Messung vor E-Filter
	Bemerkungen	Betrieb mit Automatisch Zünden Anlage am Vortag abgestellt Am 1. Messtag Anlage einreguliert, 100%/30% Leistung

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
	Anzahl Starts pro Tag	1 - 4		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	1.6 - 6.9		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	5 - 31		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	7 - 11		6-9
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<235		10	
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<10		<10	
Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)			<50	
Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)			<1	
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)				
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'600 - >5'000	1'000 - >5'000		
5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	40 - >200	10 - >1'000		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	2 (10Min)	~60 (~5.0h)		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	2 (10Min)	~80 (~6.7h)		
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	2 (10Min)	~30 (~2.5h)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	02-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	200kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2010
	Speicher	2x 3'000Liter (5 Fühler)
	Filter	kein
	Brennstoff	Pellets
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	Vorgängig hydraulische Einbindung verbessert und Einstellungen optimiert

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität	
	Erfüllt	
	Nicht erfüllt	
	keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	1.6-2.2
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	13-17
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5 - 10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<150
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<10
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	<150
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	<20
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	0
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	0

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	03-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	225kW (vor Umbau); 175kW (nach Umbau)
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2007 (Umbau 2011)
	Speicher	2x3'000Liter
	Filter	kein (Zyklon)
	Automatische Zündung	Waldhackschnitzel W<35
	Bemerkungen	vorhanden
	Messtellen	Abgasgeschwindigkeit im Ausbrand erhöht? EMPA-Messstutzen

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
		Anzahl Starts pro Tag	1	
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	7.1	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (aproximativ)	26-50	
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
		O₂ in % (Sekundenpeak)		5-10
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<200
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<10
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	2'000 - 2'500	>5'000	
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	80 - >200	20 - 40	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	0 (0Min)	10 (50Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	8 (40Min)	13 (65Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	3 (15Min)	0 (0Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	04-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	480kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2008
	Speicher	vorhanden
	Filter	kein (Zyklon)
	Brennstoff	Pellets
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	Anlage hat nur einmal gestartet, ev. Störung durch Aufzeichnung der Betriebsparameter. Über Deltatemp-VL/RL kann Leistung nicht abgeschätzt werden Bei reduzierter Leistung werden erhöhte Emissionen (CO und VOC) gemessen Abgasgeschwindigkeit ist praktisch unverändert über die Messzeit.

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität	Erfüllt			
	Nicht erfüllt	keine Beurteilung			
	Anzahl Starts pro Tag	1	(nur 1 Start während Messdauer, Anlage ev. blockiert)		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	3.75			
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	k.A.			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung unbekannt
	O₂ in % (Sekundenpeak)				8-12
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)				<100
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)				<15
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)		2'500	>5'000		
5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)		>200	>200		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³		0 (0Min)	9 (45Min)		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³		1 (5Min)	42 (3.5h)		
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³		5 (25Min)	28 (2.3h)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³		≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³		≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³		≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)		5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³		≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³		≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³		≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3			
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)		<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³		>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³		>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³		>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	05-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2010
	Speicher	2x ca.4'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	Anlage seit 2 Jahren nicht mehr gewartet Anlage macht oft kurze EIN/AUS (wurden nicht als Start gezählt).

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
		Anzahl Starts pro Tag (inkl EIN/AUS)	6	
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	2.2 - 2.5	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	11	
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
				Leistung 80-100%
		O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	12 - 13	8 - 16
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<2'000	<1'500
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<40	<20
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	
			Glutbettunterhalt	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'800 - 3'200	2'500-4'000	
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	60 - >200	>200	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	1 (5Min)	2 (10Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (30Min)	8 (40Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	1 (5Min)	16 (80Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
		Leistung 50-70%
		Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
		Ausbrand
		Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
		Leistung 50-70%
		Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
		Ausbrand
		Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
		Leistung 50-70%
		Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5- >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
		Ausbrand
		Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	06-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	400kW
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	2'000Liter
	Filter	Wäscher
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W<35
	Automatische Zündung	keine
	Messtellen	vor EMPA-Messstutzen (nach Wäscher), Messstutzen für VDI-Staubmessung, Delta-VL/RL nicht gemessen (Distanz zu lang)
	Bemerkungen	Speicher zu klein Vor Messbeginn: Anlage einreguliert und am Vortag um 20Uhr abgestellt Start mit 30% Leistung ergab zu hohe Emissionen, daher Leistung (09-10-2012 08:55Uhr) auf 50% erhöht Nach langem Stillstand (09-10-2012 08:00Uhr), tiefe Emissionen beim Start

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
	Anzahl Starts pro Tag	7 - 11		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	0.9- 2.3		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	k.A.		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6 - 12	6 - 11	
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	1'000 - <2'800	<100		
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<10		
Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)				
Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)				
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)				
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	600 - 4'200	1'000 - 3'000		
5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	70 - 180	>200		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	5 (25Min)	0 (0Min)		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	12 (60Min)	16 (80Min)		
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	2 (10Min)	45 (3.75h)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	07-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2010
	Speicher	2'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel <35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	Anlage vor 1 Monat gewartet H2-Flaschenwechsel am 12-10-2012 07:00 bis 12:00Uhr: keine VOC gemessen und O2 nicht korrekt Start: ev. Störung durch Zündföhn

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität	Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
	Anzahl Starts pro Tag	6-8		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	0.9 - 2.2		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	24 - 35		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekunden-Peak, direkt nach Kessel)		4-12	
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<1'000	
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<20		
Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)				
Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)				
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	400 - 3'400	2'400 - 3'800		
5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	50 - >200	140 - 250		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	1 (5Min)	2 (10Min)		
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	6 (30Min)	6 (30Min)		
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	1 (5Min)	10 (50Min)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	08-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	60kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	4'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel <35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
		Anzahl Starts pro Tag	7-8	
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	1.0 - 1.8	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	21 - 33	
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
		O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		8 - 14
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<500
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		<20
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		<10
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	500 - 1'000	>5'000	
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	30 - 100	>200	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	0 (0Min)	3 (15Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	1 (5Min)	11 (55Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	1 (5Min)	5 (25Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	09-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	4'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W<35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	Neu Software installiert und Anlage neu einreguliert am 1. Messtag

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität			
	Erfüllt			
	Nicht erfüllt			
	keine Beurteilung			
	Anzahl Starts pro Tag	3-4		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	2.1-3.2		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	14		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	10 - 12		7 - 11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<650		<200
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<40		<20
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'000 - 1'500	<2'000	
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	80 - 150	20 - 40	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	0 (0Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	2 (10Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)	1 (5Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	10-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	180kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2009
	Speicher	5'600Liter
	Filter	Elektrofilter (G+M)
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W<35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen, Messung vor E-Filter
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt Am 1. Messtag Anlage einreguliert, 100%/30% Leistung Anlage am Vortag abgestellt Tribo-Sonde war erst ab 22.Okt. 2012 verfügbar

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität			
	Erfüllt			
	Nicht erfüllt			
	keine Beurteilung			
	Anzahl Starts pro Tag	3-4		
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	2.2 - 6.7		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	23 - 38		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 10		7 - 10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<70		10
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	1		1
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'200 - 2'490		900 - 2'800
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	20 - 80		20 - >200
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)		2 (10Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	3 (15Min)		9 (45Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	0 (0Min)		3 (15Min)

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	≤9 (≤45Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 3.11.2012

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	11-2012
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	300kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	Energiespeicher 2x 2'000Liter; Brauchspeicher 2x2'000Liter
	Filter	Metallgewebefilter (Viessmann)
	Brennstoff	Pellets
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen für tribo Sonde verwendet, Messung nach Filter vor Messstutzen
	Bemerkungen	Anlage am Vortag abgestellt und am 1. Messtag einreguliert

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität	
	Erfüllt	
	Nicht erfüllt	
	keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	2-4
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	2.4 - 6.1
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	39 - 42
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	8 - 10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<300
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<10
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<25
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	500 - 1'000
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'500 - 2'000
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	20 - 180
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	0 (0Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	1 (5Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	5 (20Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)
		0 (0Min)

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤9 (≤45Min)
		≤1 (≤5Min)
		≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤12 (≤60Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤6 (≤30Min)
		≤24 (≤120Min)
		≤3 (≤15Min)
		≤6 (≤30Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<6 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>12 (>60Min)
		>24 (>120Min)
		>3 (>15Min)
		>6 (>30Min)

WV, 3.11.2012

Anhang 1B Mess-Serie März 2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	01-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	450kW
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung
	Baujahr	2012
	Speicher	10'000Liter
	Filter	Meister Filter 500S (E-Filter)
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W36
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	TÜV-Stutzen (kein EMPA-Messtutzen)
	Bemerkungen	25.02.12:30 bis 15:00: Einstellungen vorgenommen (Emissionen nicht beurteilt) 25.02.15:45-16:30: Geschwindigkeitsprofil ausgemessen (Anzeige nicht verwendbar) *26.02.00:30-01:15: Anlage hat während der Messung nur einmal kurz ausgeschaltet. Ausbrand (<1h) und Start sind daher nur bedingt beurteilbar

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte	Hohe Qualität	
	Erfüllt	
	Nicht erfüllt	
	keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	0 - 1
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	23.3 - 24.0
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	48 - 59
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
	O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	8
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<141
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	0
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'581
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	4
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	0 (0Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	1 (5Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	0 (0Min)

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)

WV, 25.03.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	02-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	300kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	2xFeuron Energiespeicher 2'000Liter, 2xBrauchwasserboiler 2'000 Liter
	Filter	Metallgewebefilter
	Brennstoff	Pellets
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	Nach Filter (vor EMPA-Messstutze, gleiche Messstelle wie 23.-26.10.2012)
	Bemerkungen	28.02.16:15: Störung durch Kalibration (Emissionen nicht beurteilt) 28.02.18:15: Störung durch Kalibration (Emissionen nicht beurteilt) 02.03.07:15: Störung durch Kalibration (Emissionen nicht beurteilt) Leistung aufgrund Delta-Temp. VL/RL ist schwierig zu bestimmen (vermutlich Volumenstrom nicht konstant) *O ₂ an der Messstelle nach Filter 4.5% höher wegen Undichtheit

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität			
		Erfüllt			
		Nicht erfüllt			
		keine Beurteilung			
		Anzahl Starts pro Tag	0-5		
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	7.8-9.3		
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	57-71		
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
		O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6.5*	6.5*	
		CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<50	<10	
		VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<20	<20	
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	<500	1'789		
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	<20	<20		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	0 (0Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	0 (0Min)	1 (5Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	0 (0Min)	0 (0Min)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 09.03.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	03-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	550kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2012
	Speicher	11'000Liter
	Filter	APF eTF 103
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W36
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	04.03. 14:30: Anlage wurde mit Kaltstart gestartet Anlage hat nie abgestellt, daher war keine Beurteilung des Ausbrandes möglich. Leistungsmessung: Delta VL/RL konnte nicht gemessen werden Bei der Einstellung der Anlage war der Brennstoff viel feuchter (geschätzt durch Monteur: W55) als während der 24h-Messung (Bestimmung im Ofen: W36). Die starken Schwankungen haben die Messergebnisse negativ beeinflusst.

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
		Anzahl Starts pro Tag	0	
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	24.0	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)		
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
		O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	13-16	10-13
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<2068	<63
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<24	<20
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	<1'500		
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	<60		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	0 (0Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	3 (15Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	0 (0Min)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<600	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)

WV, 14.03.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	04-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	150kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	13'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W<35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	nach Zyklon vor EMPA-Messstutzen (freigehalten für Parallel-Messung VDI)
	Bemerkungen	08.03.15:15 bis 18:30: Anlage wurde einreguliert (Emissionen nicht beurteilt) 11.03. 09:45 bis 11:15: Sonden-Stecker für Abgastemp- und Geschwindigkeit wurde unabsichtlich ausgezogen Leistung aufgrund Delta-Temp. VL/RL nicht bestimmbar (vermutlich Volumenstrom nicht konstant)

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität		
		Erfüllt		
		Nicht erfüllt		
		keine Beurteilung		
		Anzahl Starts pro Tag	1	
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	8.4 - 10.8	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	61 - 69	
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)		
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
		O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		6 - 20
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		>5000
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)		>200
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		51
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)		48-53
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	890- 9'353	>5'000	
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	34 - 480	>200	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	8 (>40Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien				
Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 03.04.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	05-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	60kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2011
	Speicher	4'000Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W<35
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen
	Bemerkungen	13.03. 11:20 bis 15:30: Anlage optimiert 14.03. 14:20 bis 15:00: Anlage optimiert

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität			
		Erfüllt			
		Nicht erfüllt			
		keine Beurteilung			
		Anzahl Starts pro Tag	4-6		
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	11.8 - 13.7		
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	42 - 54		
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
		O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	10 - 13		6 - 10
		CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<334		<378
		VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<10		<10
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	845 - 2'000	>5'000		
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand)	80 - 140	<120		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	2 (10Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	3 (15Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)	1 (5Min)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 20.03.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	06-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	180kW
	Feuerungssystem	Rostfeuerung
	Baujahr	2009
	Speicher	5'600Liter
	Filter	Elektrofilter (G+M)
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W42
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messstutzen, Messung vor E-Filter
	Bemerkungen	Betrieb mit automat. Zünden und mit Glutbettunterhalt (Regelung startet mit oder ohne Zünden) Mit dem grossen Kessel der Zweikessel-Anlage 360/180kW wurde der Speicher auf min. Ladezustand gehalten, damit der kleine Kessel nicht ständig mit Vollast gefahren wurde. Regelverhalten entspricht daher nicht der Realität.

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität
		Erfüllt
		Nicht erfüllt
		keine Beurteilung
	Anzahl Starts pro Tag	2 (3)
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	18.1 - 21.9
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	36 - 43
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 10 5-11 7 - 10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<80 <40 113
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	1 1 1
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	30-39 42-57 65-75
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1 <1 7
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	981 - 5'000 51 - >5'000
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	48 - >200 1 - >200
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	2 (10Min) >12 (60Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	3 (15Min) >24 (120Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	2 (10Min) >6 (30Min)

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10 6-10 6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200 <100 <50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100 <50 <20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50 <50 <50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1 <1 <1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min) ≤6 (≤30Min) ≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min) ≤9 (≤45Min) ≤9 (≤45Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min) ≤3 (≤15Min) ≤3 (≤15Min)

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11 5-11 5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500 <500 <500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200 <100 <50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150 <150 <150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50 <50 <50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min) ≤12 (≤60Min) ≤12 (≤60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min) ≤24 (≤120Min) ≤24 (≤120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min) ≤6 (≤30Min) ≤6 (≤30Min)

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	
		Leistung 30-40% Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11 <5 - >11 <5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500 >500 >500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200 >100 >50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150 >150 >150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50 >50 >50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	
		Start Ausbrand Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min) >12 (>60Min) >12 (>60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min) >24 (>120Min) >24 (>120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min) >6 (>30Min) >6 (>30Min)

WV, 25.03.2013

3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (Entwurf)

Anlage Nr	07-2013
------------------	----------------

Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	110kW
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung
	Baujahr	2012
	Speicher	2'500Liter
	Filter	kein
	Brennstoff	Pellets
	Automatische Zündung	vorhanden
	Messtellen	EMPA-Messtutzen
	Bemerkungen	Neue Software installiert und Anlage neu einreguliert vor 24h-Messung Leistung aufgrund Delta-Temp. VL/RL ist schwierig zu bestimmen (vermutlich Volumenstrom nicht konstant)

Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität			
		Erfüllt			
		Nicht erfüllt			
		keine Beurteilung			
		Anzahl Starts pro Tag	1-2		
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	24.0		
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	35-36		
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
		O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	7 - 13		7 - 9
		CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<77		<246
		VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<12		<10
		Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)			
		Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)			
		Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	
	5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	1'000 - 2'000	1'500 - >5'000		
	5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand)	40 - 50	40 - 80		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	0 (0Min)	5 (25Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	2 (10Min)	11 (55Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	0 (0Min)	0 (0Min)		

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Min

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	1-2		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	

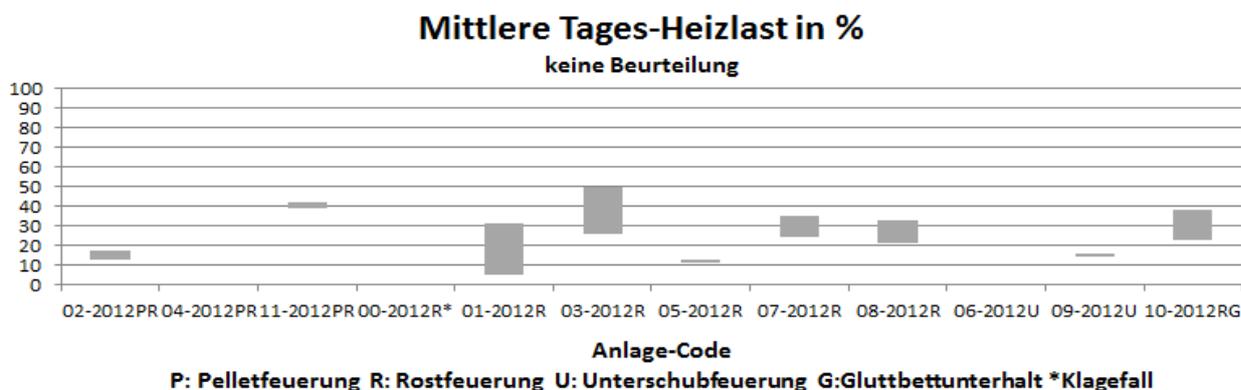
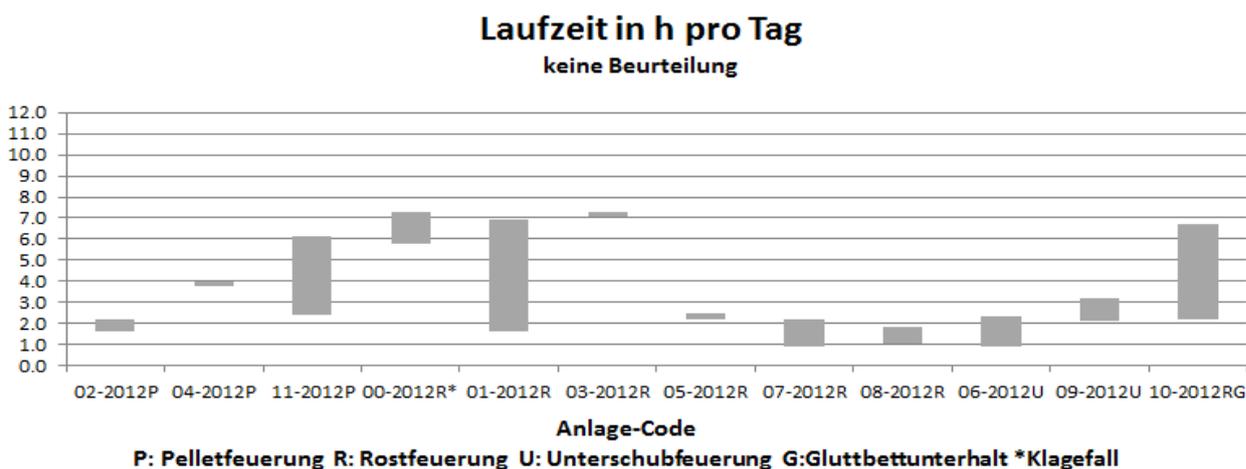
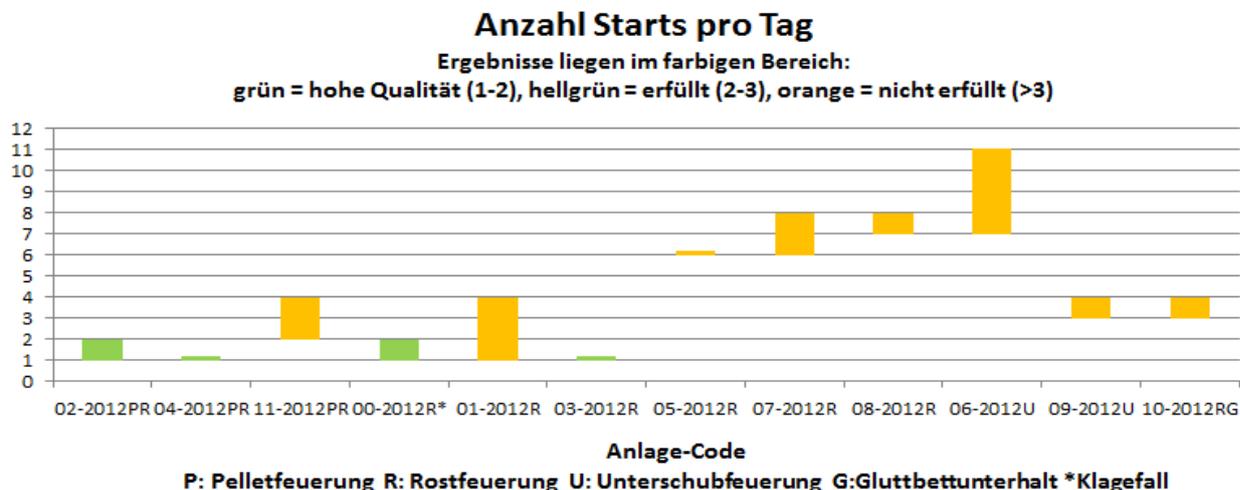
Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	2-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>500	>500	>500
	VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)	>200	>100	>50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>150	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)	>50	>50	>50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³	>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³	>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³	>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	

WV, 23.03.2013

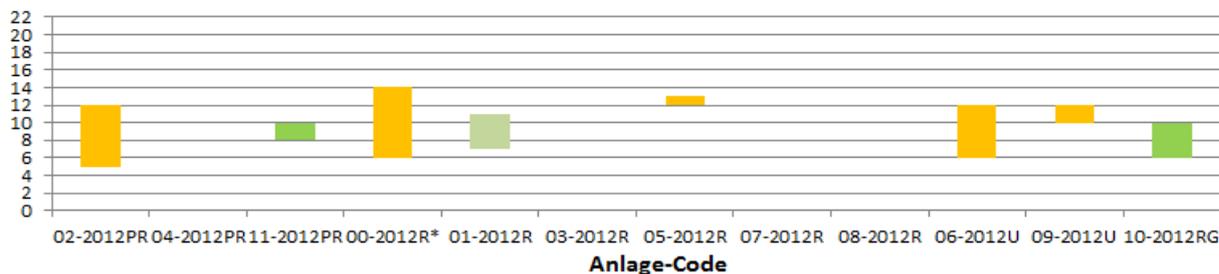
Anhang 2A

24h-Messungen 2012 Anlagenvergleich mit Standard-Beurteilung



O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 30-40%

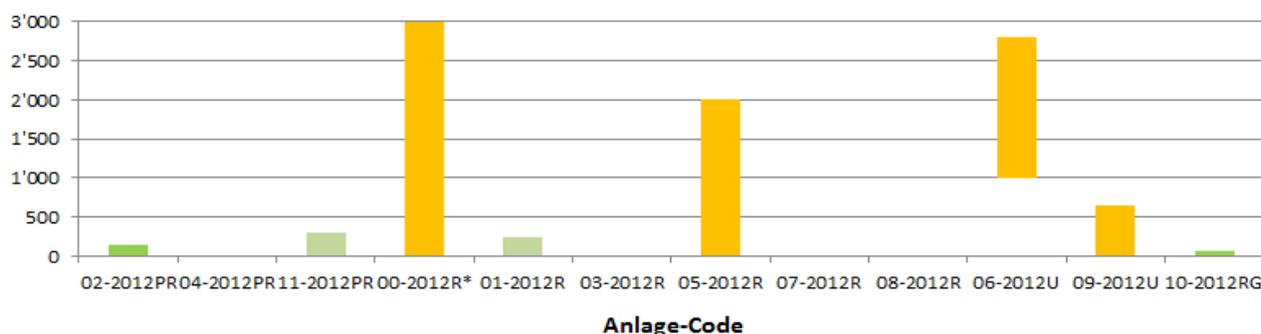
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5- >11)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 30-40%

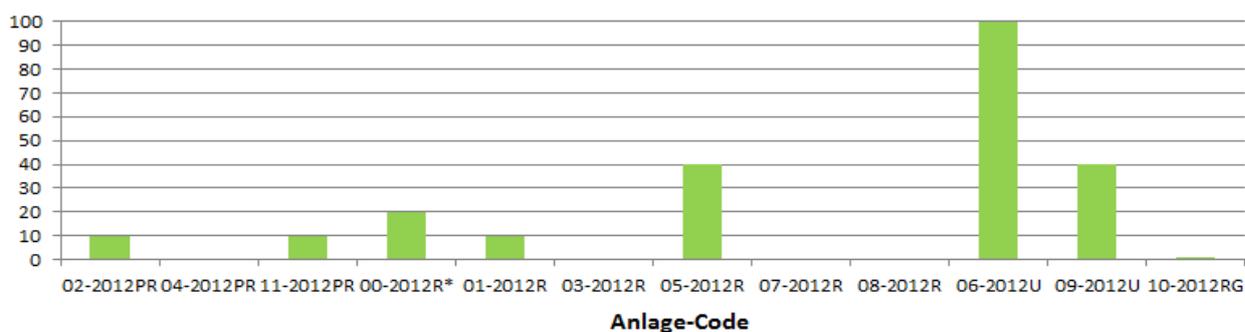
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<200), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 30-40%

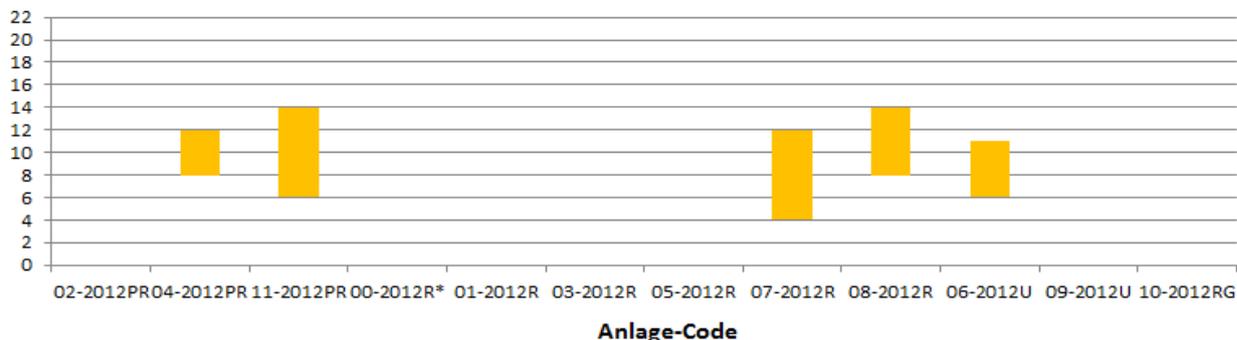
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<200), orange = nicht erfüllt (>200)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 50-70%

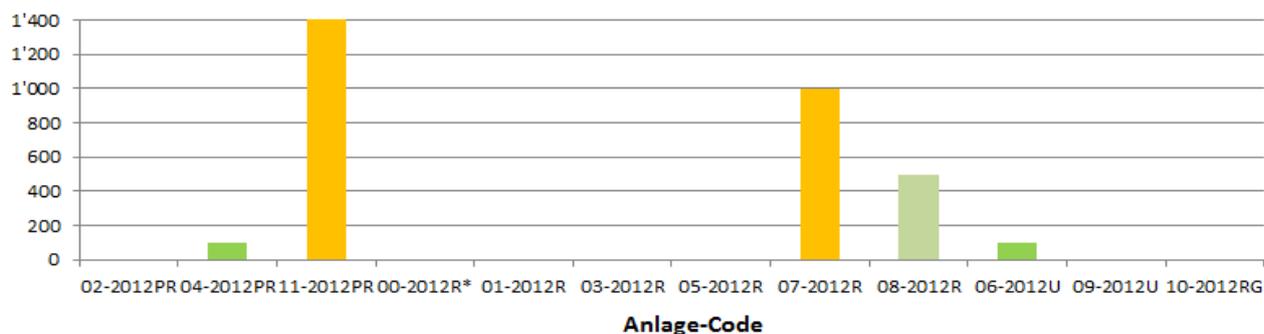
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5- >11)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 50-70%

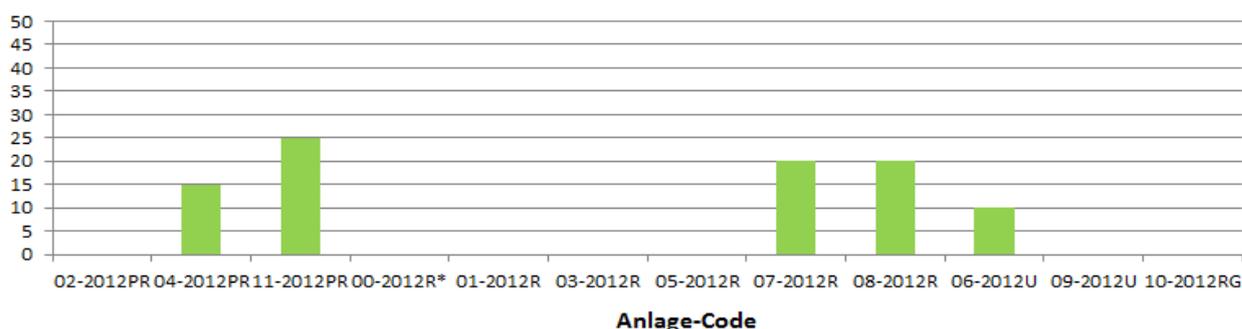
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel 13%O₂) bei Leistung 50-70%

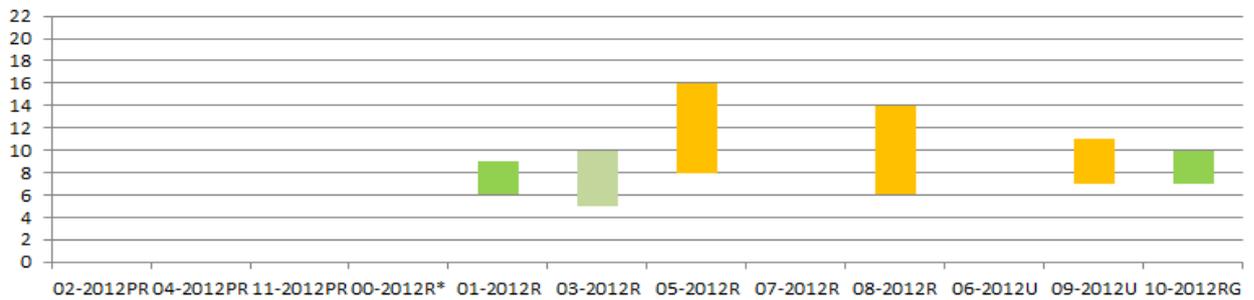
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<50), hellgrün = erfüllt (<100), orange = nicht erfüllt (>100)



P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5->11)

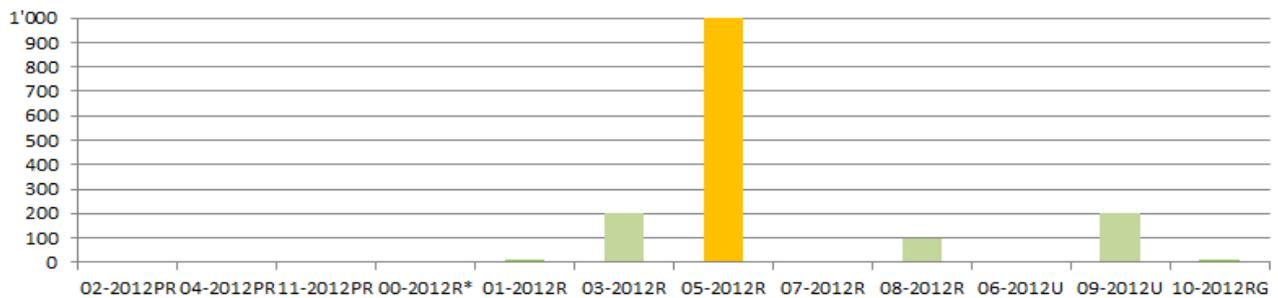


Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 13%O₂) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<50), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)

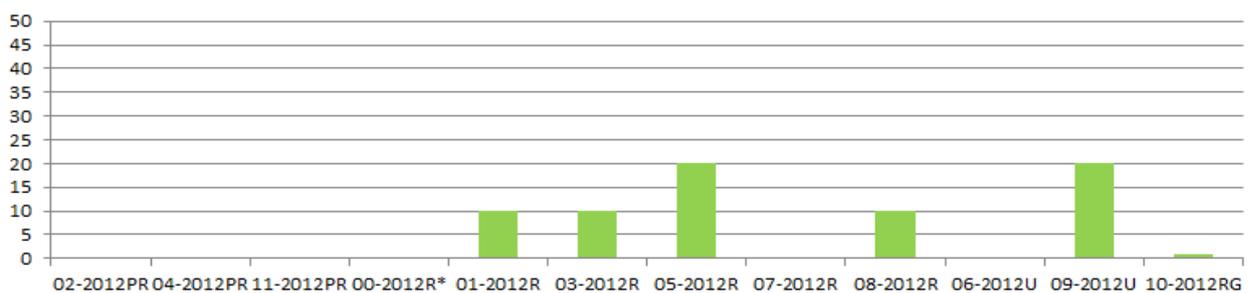


Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 13%O₂) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (20), hellgrün = erfüllt (<50), orange = nicht erfüllt (>50)

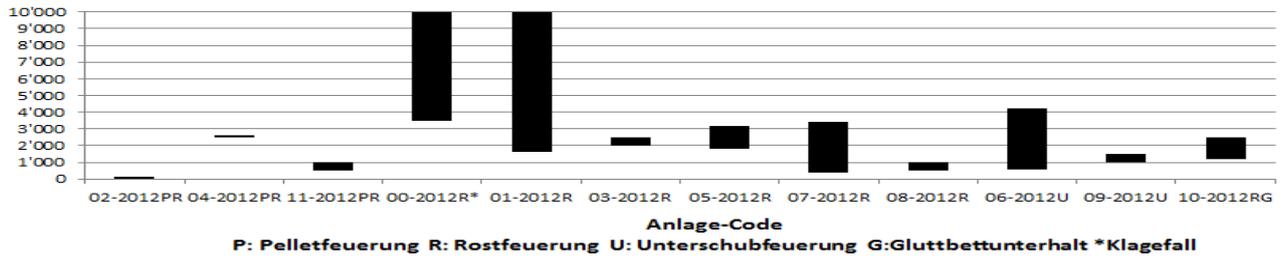


Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G:Gluttbettunterhalt *Klagefall

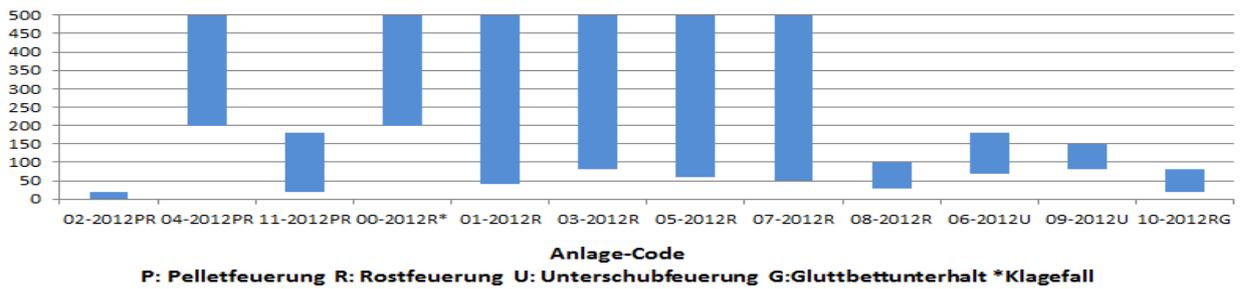
CO maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Start

keine Beurteilung



VOC maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Start

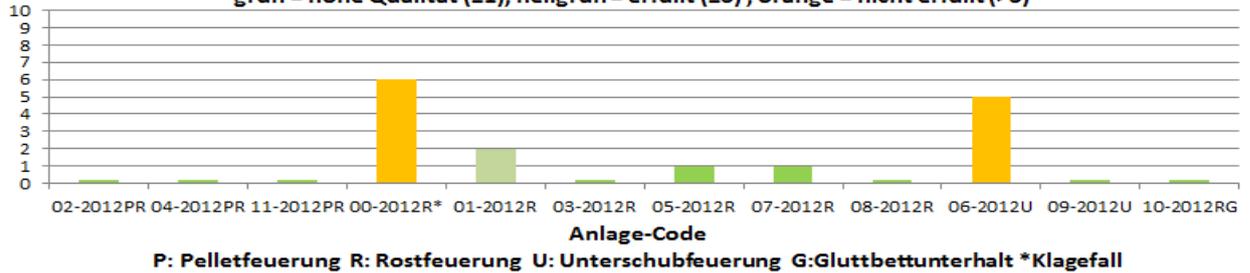
keine Beurteilung



Max Anzahl 5Min-Mittel CO>2'500mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

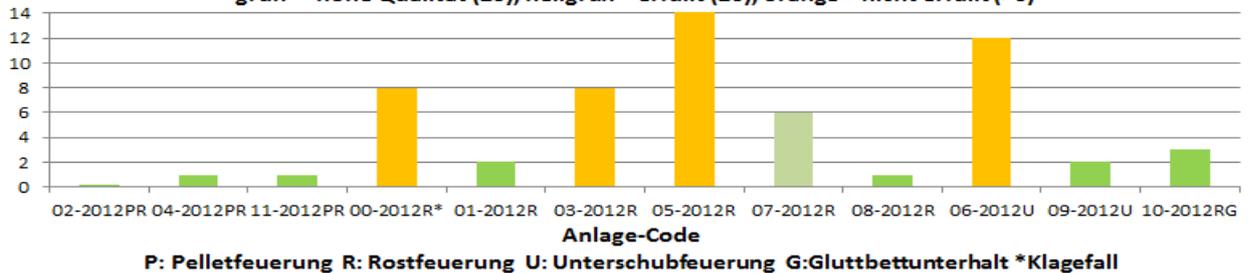
grün = hohe Qualität (≤1), hellgrün = erfüllt (≤3), orange = nicht erfüllt (>3)



Max Anzahl 5Min-Mittel CO>1'000mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

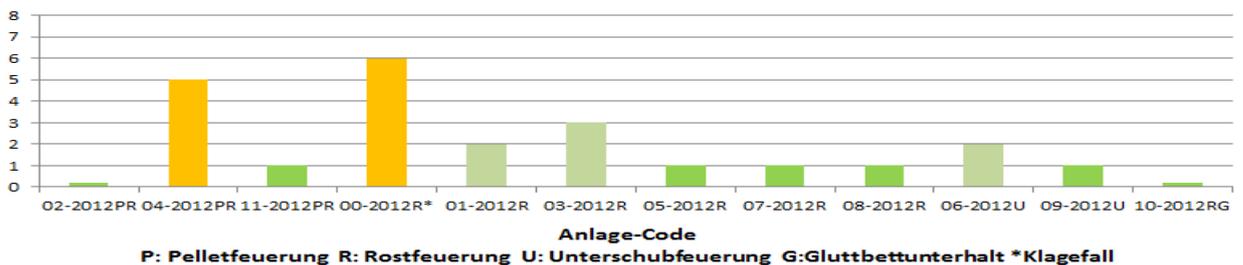
grün = hohe Qualität (≤3), hellgrün = erfüllt (≤6), orange = nicht erfüllt (>6)



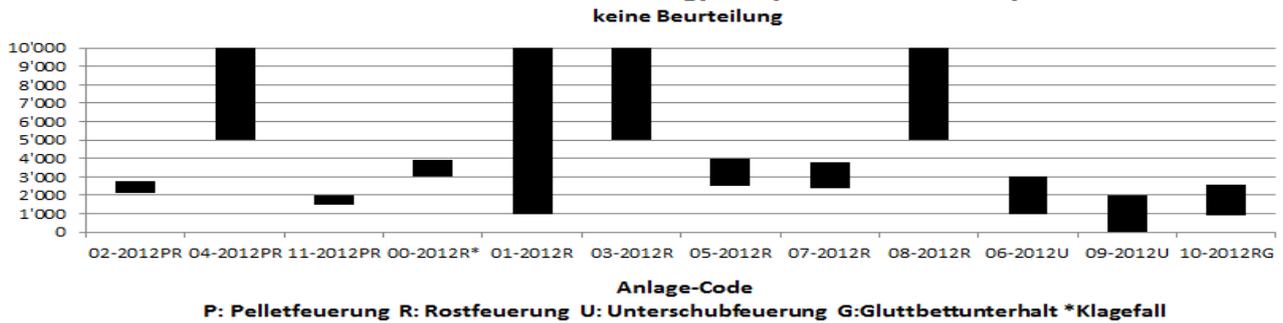
Max Anzahl 5Min-Mittel VOC>100mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

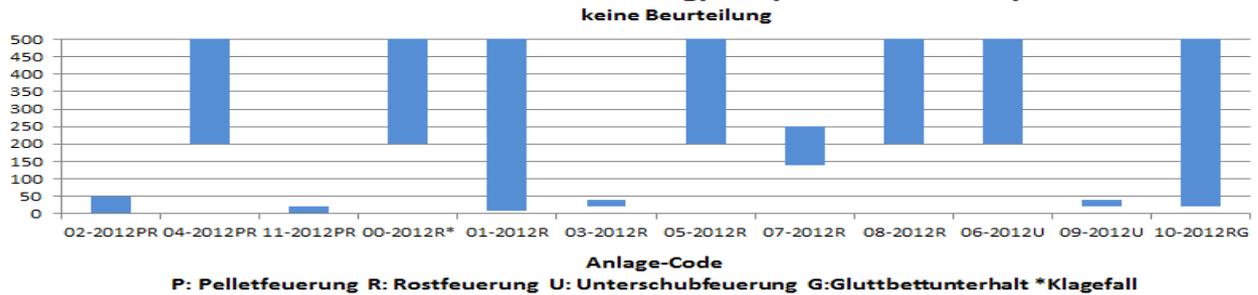
grün = hohe Qualität (≤1), hellgrün = erfüllt (≤3), orange = nicht erfüllt (>3)



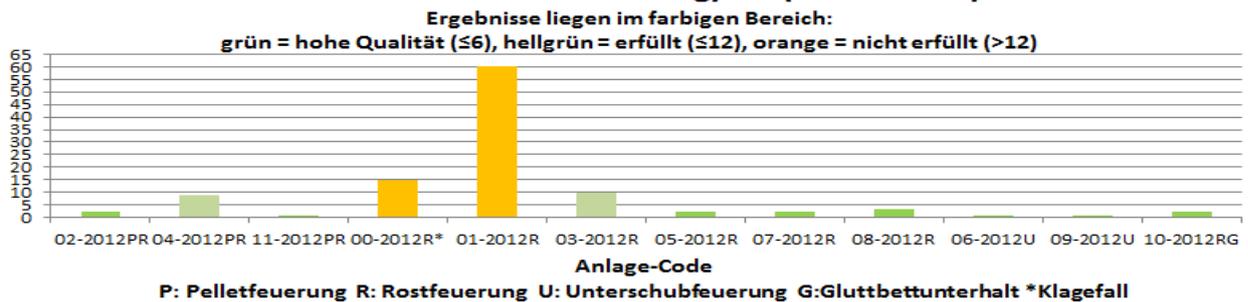
CO maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Ausbrand



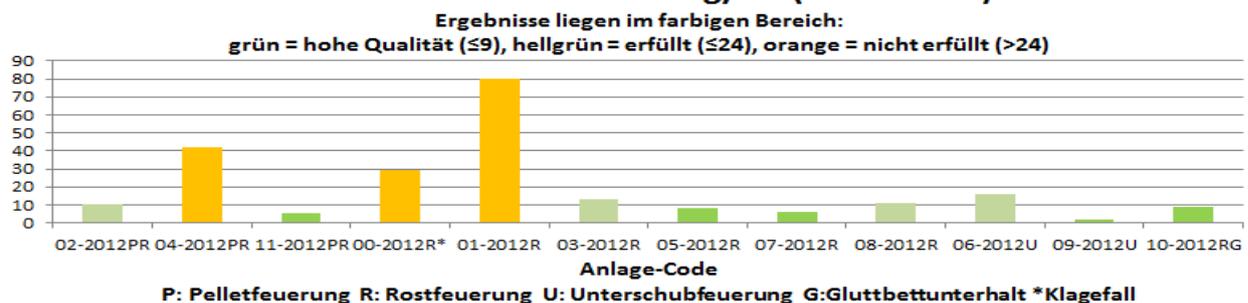
VOC maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Ausbrand



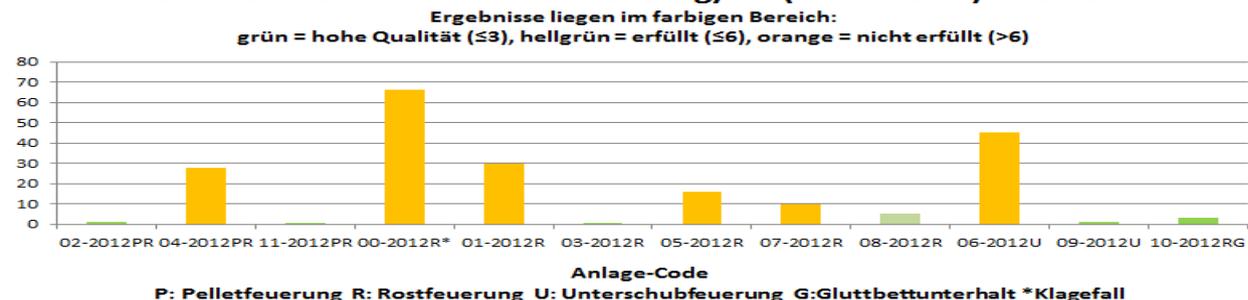
Max Anzahl 5Min-Mittel CO>2'500mg/m³ (nicht norm) Ausbrand



Max Anzahl 5Min-Mittel CO>1'000mg/m³ (nicht norm) Ausbrand

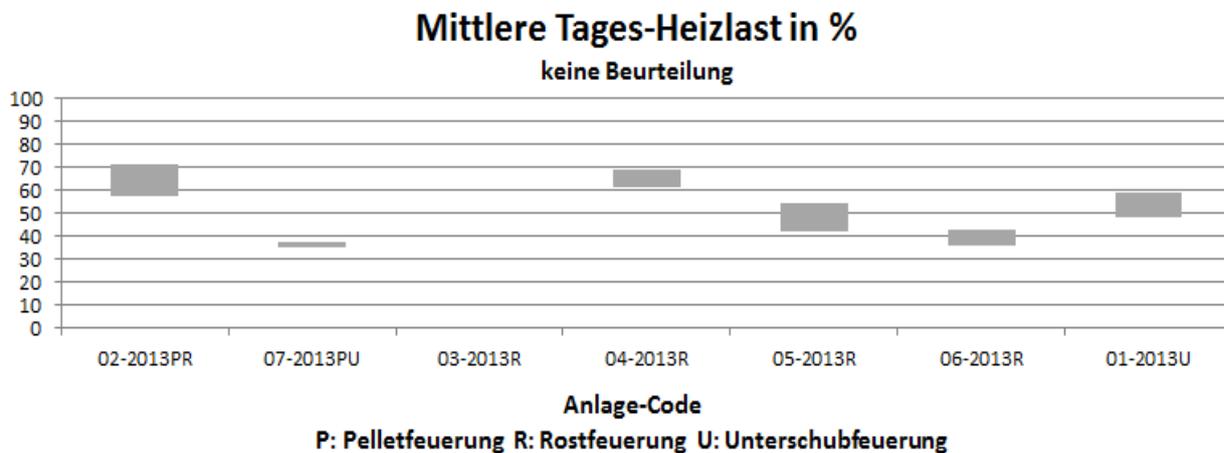
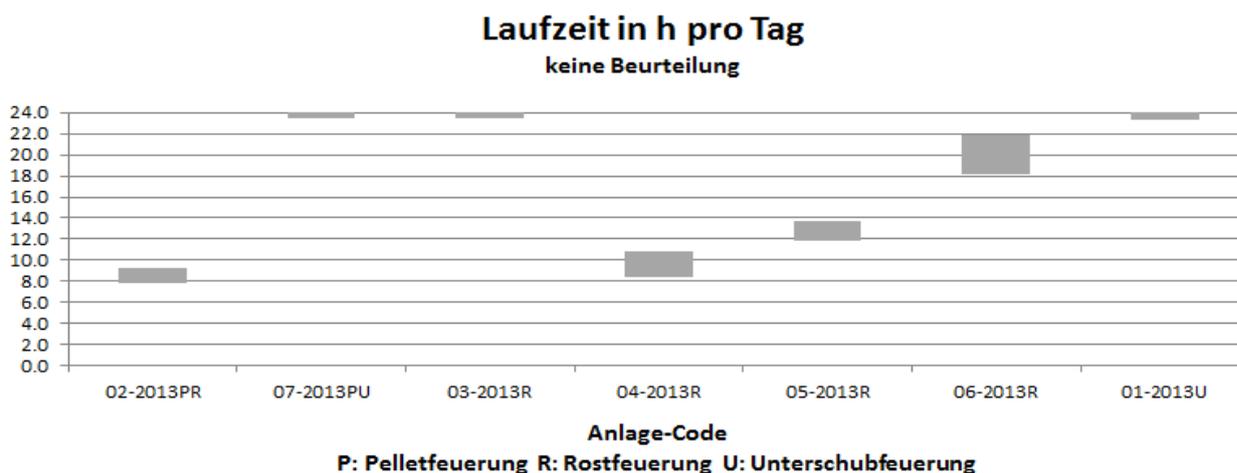
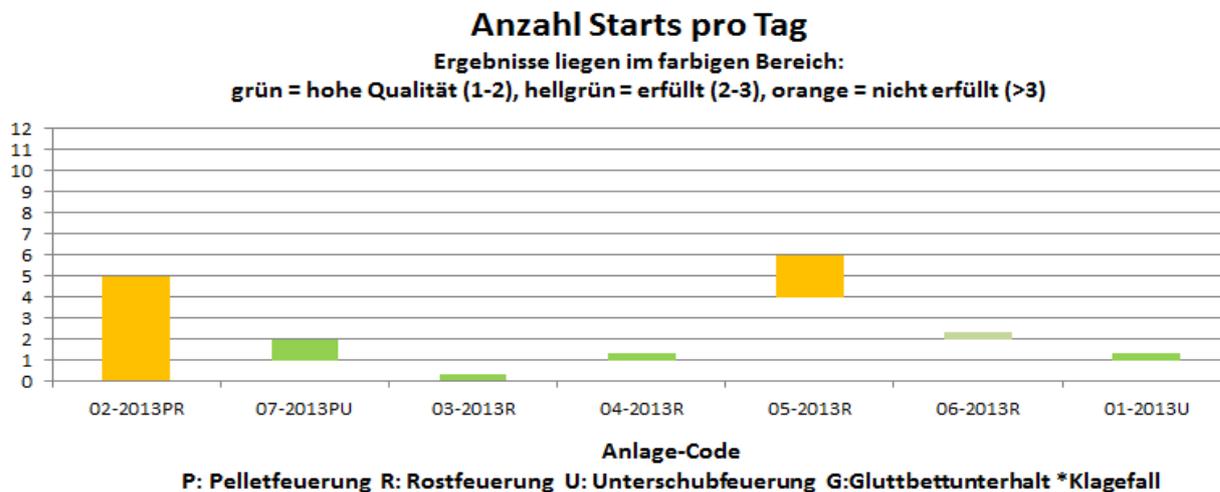


Max Anzahl 5Min-Mittel VOC>100mg/m³ (nicht norm) Ausbrand



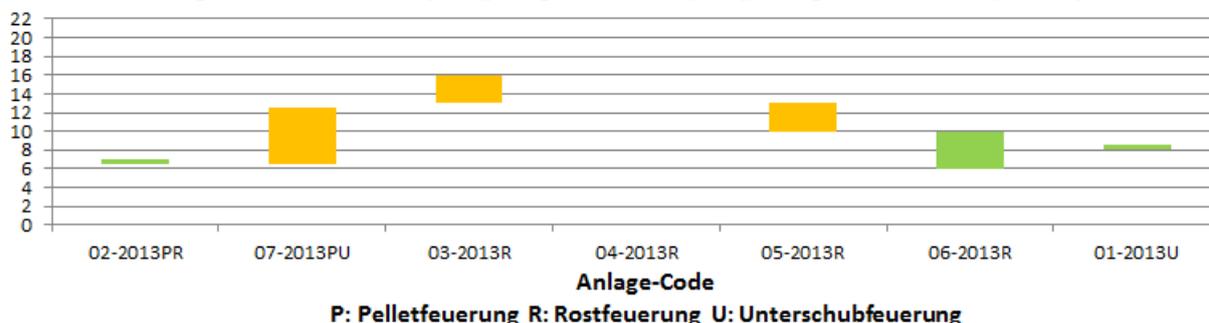
Anhang 2B

24h-Messungen 2013 Anlagenvergleich mit Standard-Beurteilung



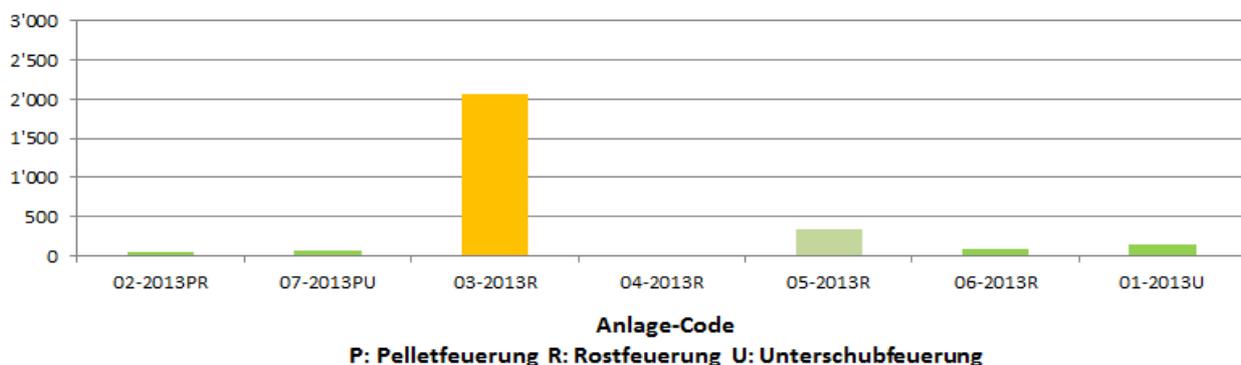
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 30-40%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5- >11)



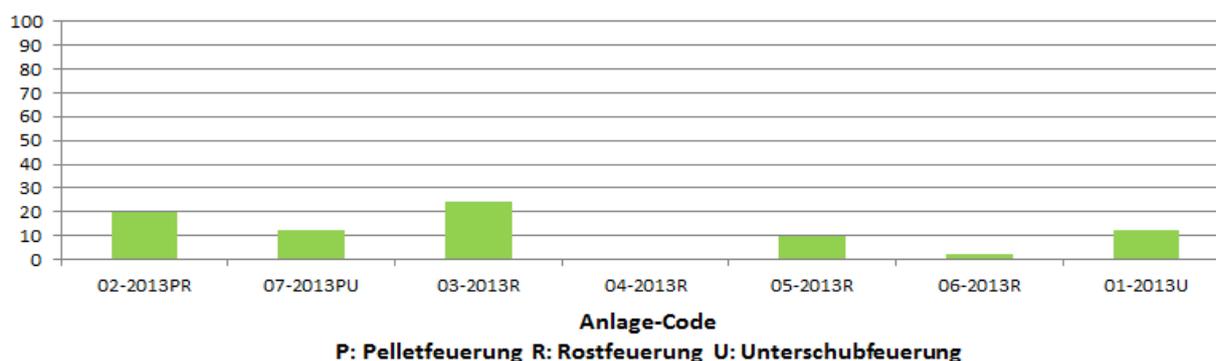
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 30-40%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<200), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)



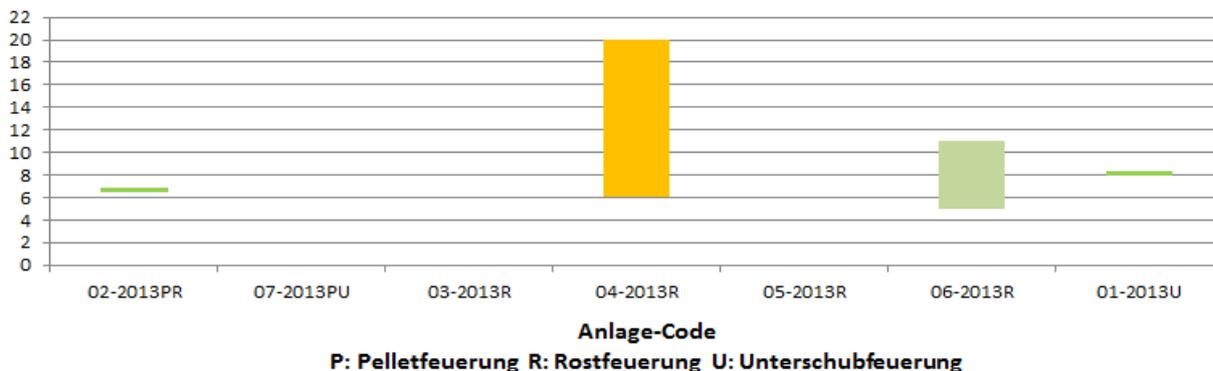
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 30-40%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<200), orange = nicht erfüllt (>200)



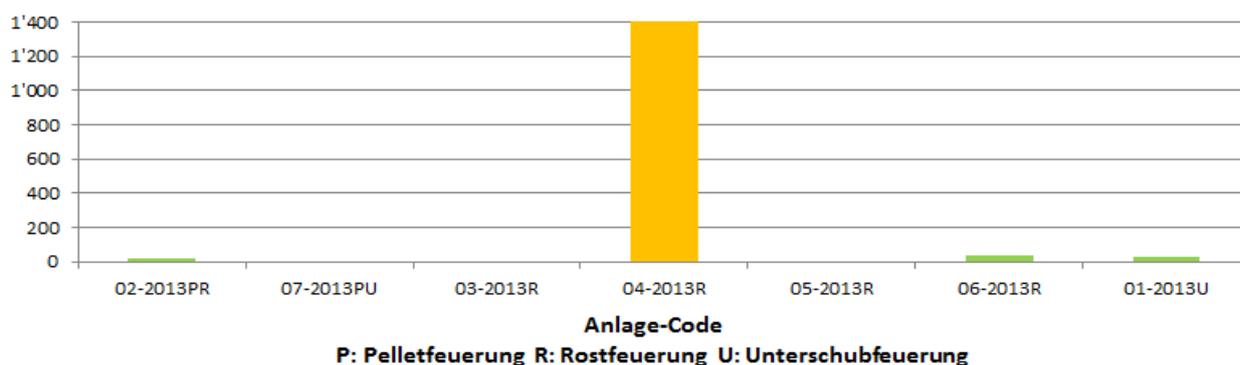
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 50-70%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5- >11)



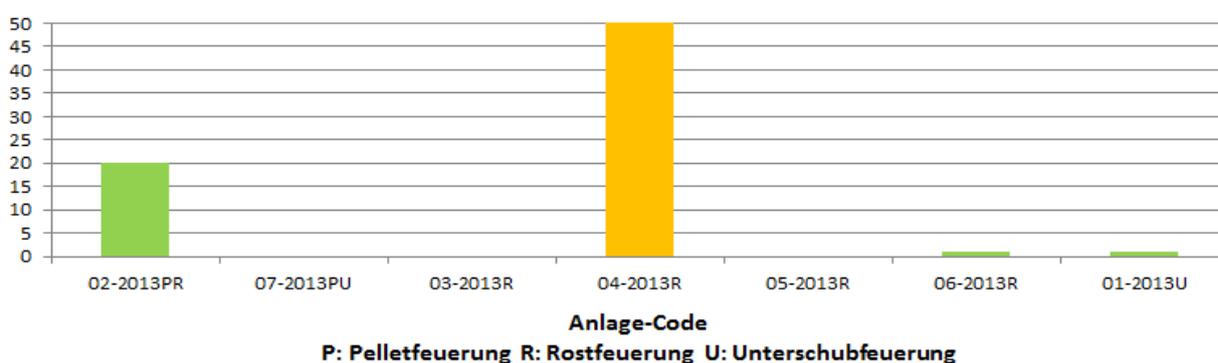
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 13%O₂) bei Leistung 50-70%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)



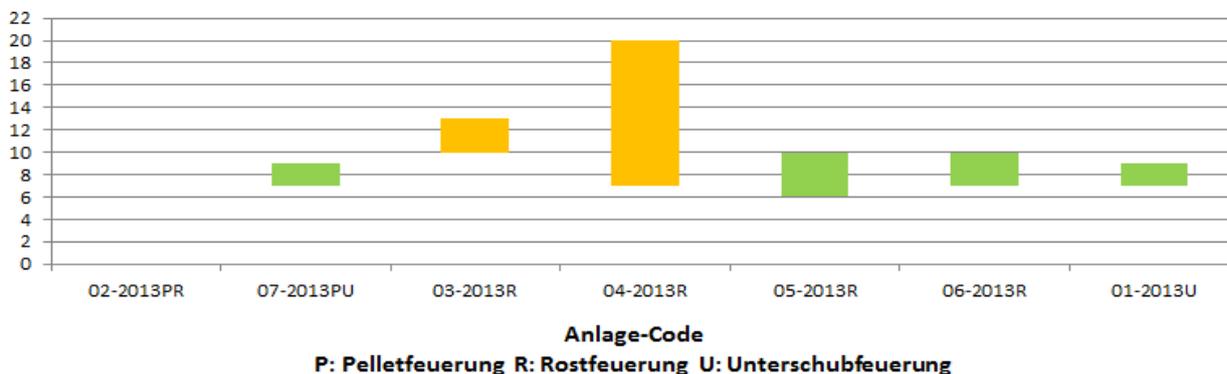
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel 13%O₂) bei Leistung 50-70%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<50), hellgrün = erfüllt (<100), orange = nicht erfüllt (>100)



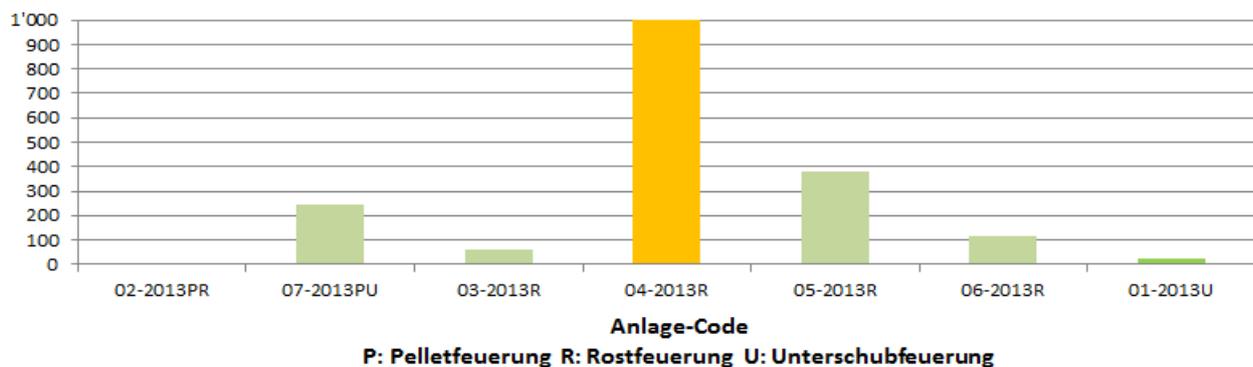
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (6-10), hellgrün = erfüllt (5-11), orange = nicht erfüllt (<5->11)



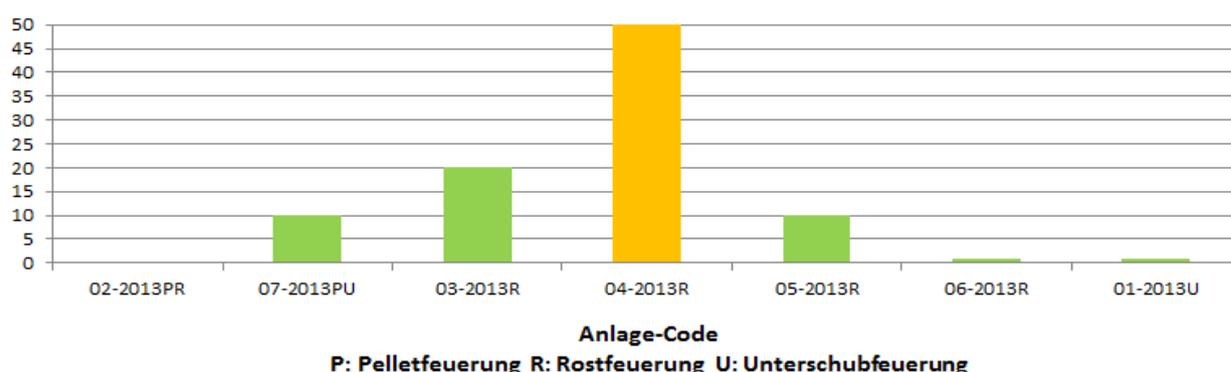
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 13%O₂) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<50), hellgrün = erfüllt (<500), orange = nicht erfüllt (>500)



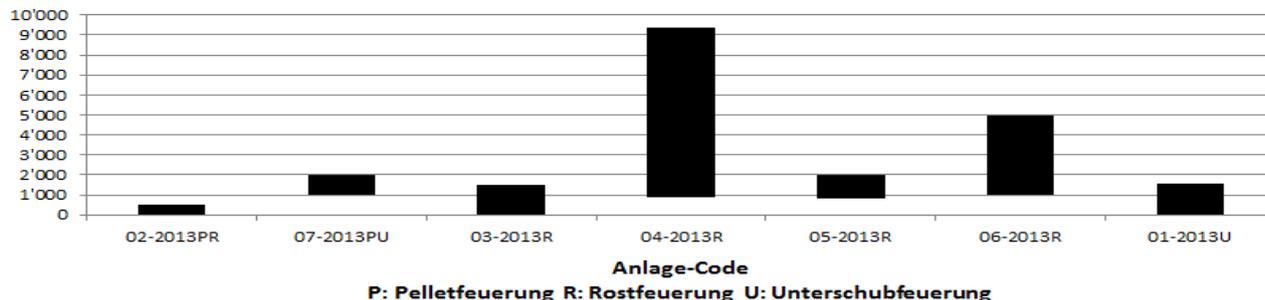
VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 13%O₂) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (20), hellgrün = erfüllt (<50), orange = nicht erfüllt (>50)



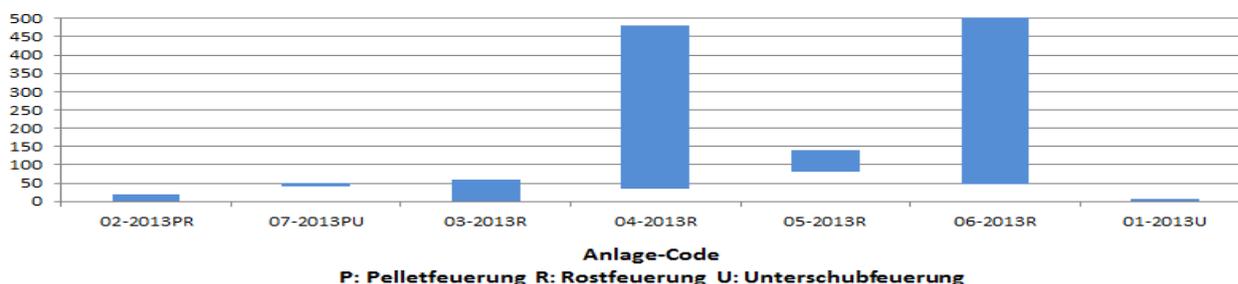
CO maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Start

keine Beurteilung



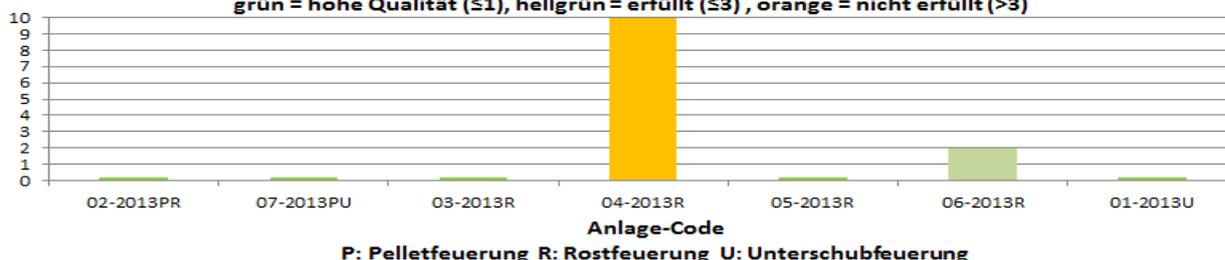
VOC maximale 5Min-Mittel in mg/m³ (nicht normiert) Start

keine Beurteilung



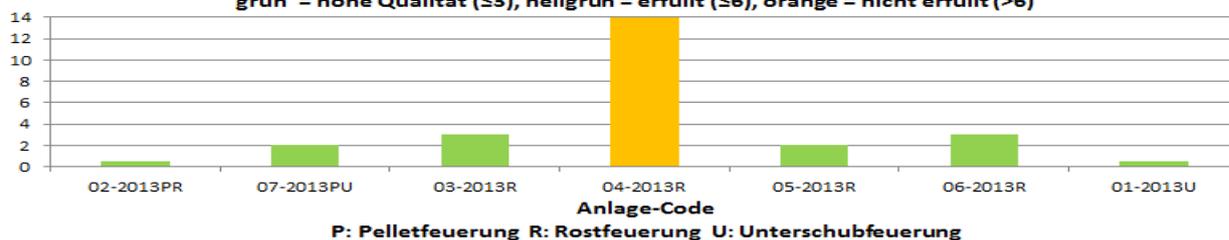
Max Anzahl 5Min-Mittel CO>2'500mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
grün = hohe Qualität (≤1), hellgrün = erfüllt (≤3), orange = nicht erfüllt (>3)



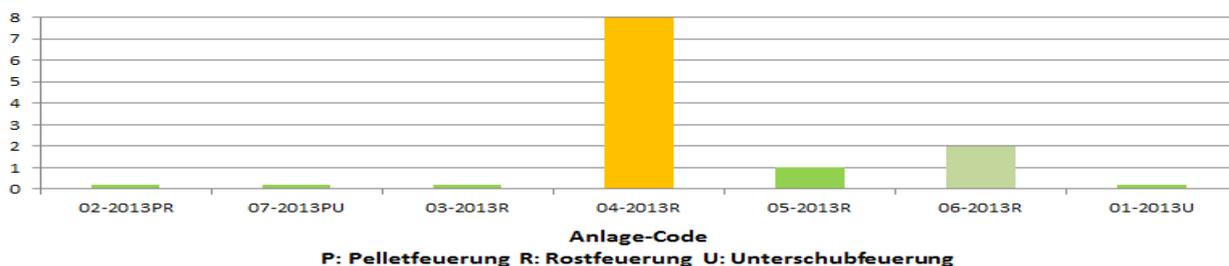
Max Anzahl 5Min-Mittel CO>1'000mg/m³ (nicht normiert) Start

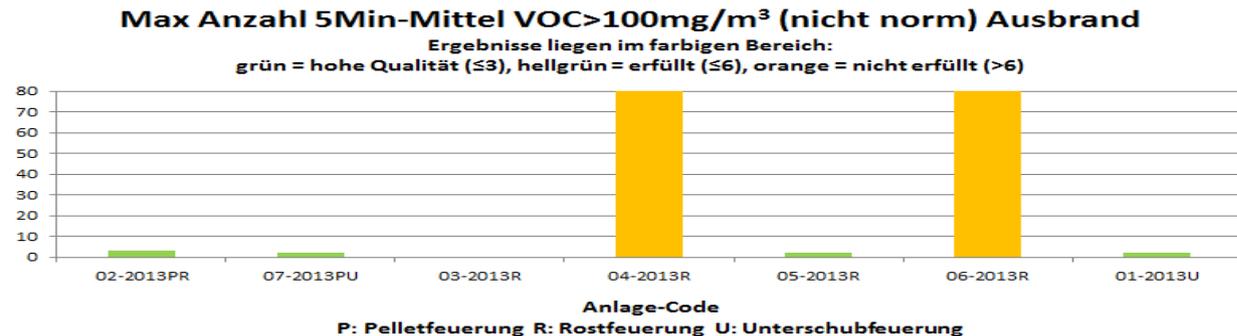
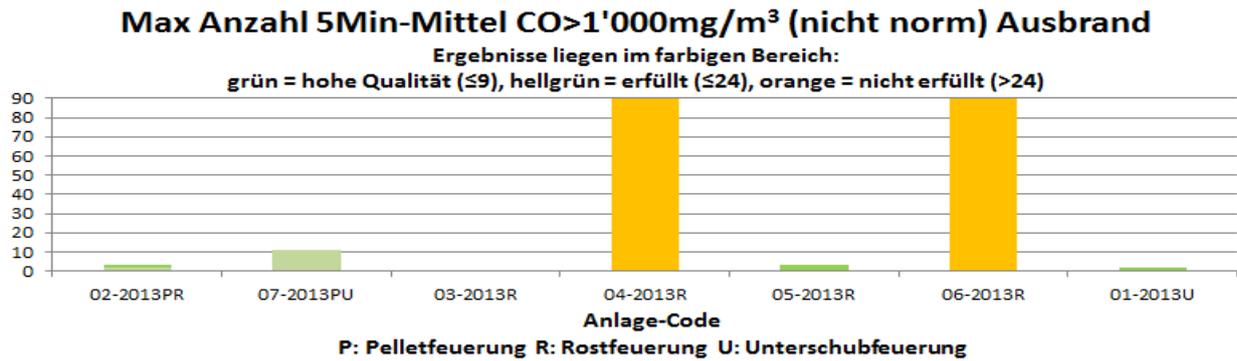
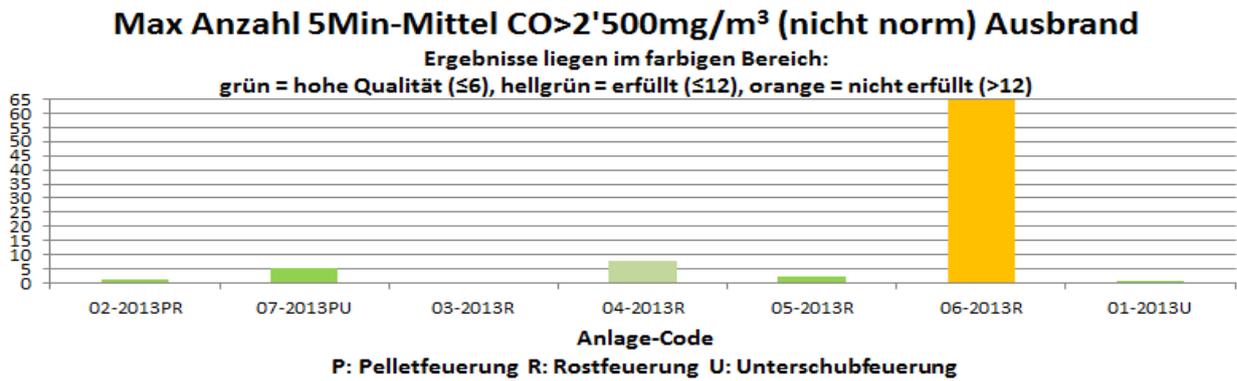
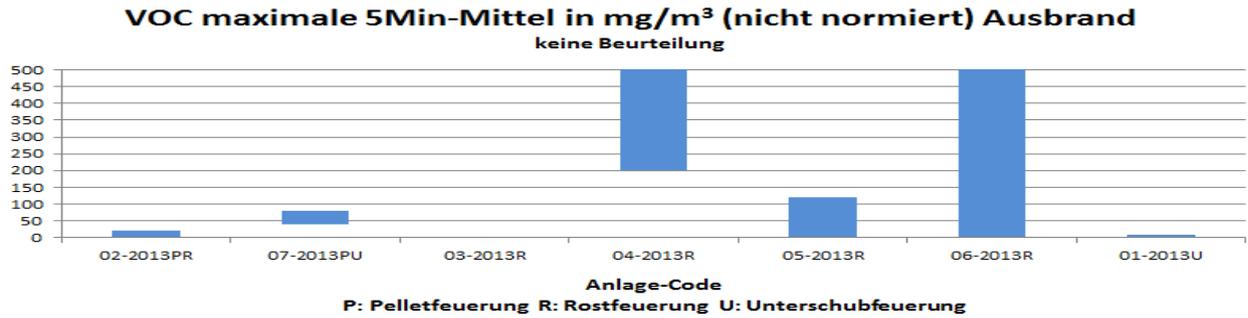
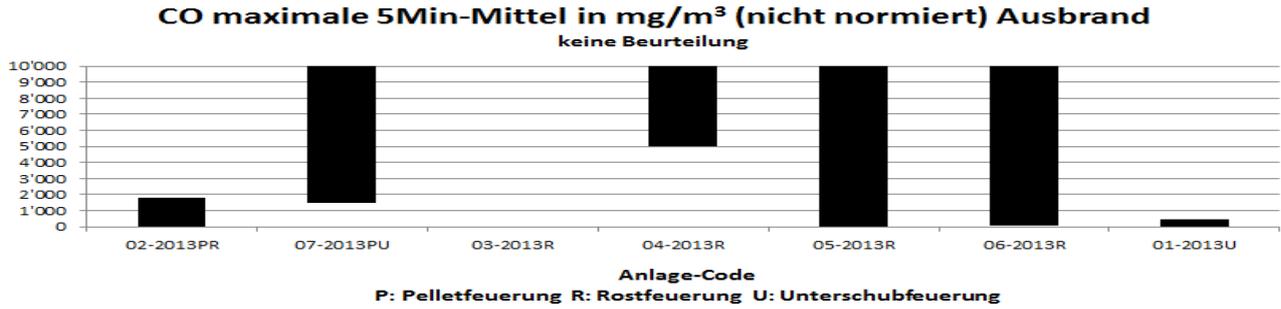
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
grün = hohe Qualität (≤3), hellgrün = erfüllt (≤6), orange = nicht erfüllt (>6)



Max Anzahl 5Min-Mittel VOC>100mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
grün = hohe Qualität (≤1), hellgrün = erfüllt (≤3), orange = nicht erfüllt (>3)





Anhang 14

Kurzprotokoll

Diskussion

„24h-Messungen Praxismessungen an autom. beschickten Holzfeuerungen“

Datum: Dienstag, 28. Mai 2013,
Ort: 09.15 – 12.00 Uhr, AWEL-ZH

Teilnehmer: 23 Personen

Dominik	Noger	AFU SG
Andres	Jenni	QS-Support
Marlies	Gloor	UWE LU
Stefan	Bisang	Sigmatic AG
Daniel	Binggeli	BFE
Konrad	Imbach	SFIH
Reto	Wüest	UWE LU
Angelo	Papis	AWEL ZH
Simon	Liechti	BAFU
Heinz	Jenal	UGZ Stadt Zürich
Joseph	Graf	Viessmann AG
Renato	Ernst	Viessmann AG
Markus	Heitzmann	Heitzmann AG
Thomas	Boog	Heitzmann AG (Termin nicht möglich)
Rainer	Kegel	BAFU
Toni	Wampfler	Rieben AG
Ruedi	Jeggli	AFU SO (entschuldigt)
Jürgen	Good	QM Holzheizwerke
Albert	Stutz	Schmid AG
Hansjürg	Schmid	Schmid AG
Willi	Vock	QS-Support
Hans	Michel	ANU GR
Christoph	Aeschbacher	Holzenergie Schweiz
Diether	Schlottmann	Lopper AG
Andreas	Lüthi	Rieben AG

Technische Leitung: Willi Vock und Andres Jenni
Moderation: Konrad Imbach und Hansjürg Schmid
Protokoll: Dominik Noger

Verteiler: Sitzungsteilnehmer

Beilagen: 1) Präsentation QS Support Holzfeuerungen; W. Vock
2) Präsentation SFIH; Hj. Schmid
3) Präsentation UWE LU; R. Wüest
4) Präsentation AWEL ZH; A. Papis

	<p>Begrüssung durch Hj. Schmid</p>
	<p>Hj Schmid begrüsst ausdrücklich, dass bei diesem „Runden Tisch“ die Branche sowie die Bundes- und Kantonsbehörden vertreten sind. Ein wichtiger Partner konnte jedoch nicht berücksichtigt werden; die Planer.</p> <p>Ziel der 24h-Messungen aus Sicht SFIH</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Vollzugsbehörden haben oft nur mit Problemanlagen zu tun – die Branche will beweisen, dass der Stand der Technik (SdT) bei Neuanlagen gut ist. Nachtrag des UWE-LU, Reto Wüest: Was versteht der SFIH unter Stand der Technik? Der SdT hat sich in den letzten Jahren stark verbessert. Es ist zu erwarten, dass zukünftig für kleine Verbesserungen ein grosser Aufwand geleistet werden muss. Die 24h-Messungen sollen auch aufzeigen, dass eine korrekte Planung / Auslegung der Anlage von zentraler Bedeutung ist.
<p>1.</p>	<p>Resultate der 24h-Messungen</p> <p>Erläuterungen zur Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> Parameter O2: Diese Kenngrösse gibt einen Hinweis auf die Stabilität des Betriebszustandes. Parameter VOC (oder HX): Bei Messcomputer werden nur HX selektiv erfasst – dieser Messwert hat zur Zeit lediglich einen orientierenden Charakter. Trotzdem: Die Erfahrung zeigt, dass ab bestimmten HX-Messwerten mit Geruchsemission zu rechnen ist. Zusammenhang CO / VOC: Der CO korreliert nicht eng mit dem VOC; das Verhältnis VOC/CO kann sehr stark ändern. Aber: wenn der CO sehr tief ist, ist auch der VOC kein Problem. Nachtrag AWEL, Angelo Papis: CO Werte kleiner 800 mg/m³ führen zu tiefen VOC Emissionen. Darüber steigt das VOC korrelierend mit dem CO stark an. Unter 250 mgCO/m³ besteht meist kein Zusammenhang mehr. Bild im Anhang Holzsymposium/Nussbaumer. Messwerte: In dieser Studie wird grundsätzlich mit 5'-Mittel gearbeitet. Nachtrag Schmid AG, Albert Stutz: 5 Min.-Mittelwert ist ok, es darf aber auf keinen Fall sein, dass bei Überschreitung eines 5 Min.-Mittelwertes, die Messung nicht erfüllt ist. Sekundäre Aerosole: Im Rahmen dieser Messungen wurden auch an 3 Anlagen Untersuchungen zur Bildung von sekundären Aerosolen durchgeführt (vgl Anhang). Resultat: Bei modernen Anlagen gemäss SdT ist die Bildung von sekundären Aerosolen vernachlässigbar gering. Es wurden fast ausschliesslich Anlagen mit trockenen Hackschnitzeln gemessen. Es wird ausdrücklich festgehalten, dass die Erkenntnisse nicht pauschal auf Grünschnitzel- oder Restholzfeuerungen übertragen werden können – dazu wären weitere Messungen durchzuführen. <p>Wichtigste Erkenntnisse</p> <p>Für Anlagen mit Hackschnitzeln <W35 gilt:</p> <ul style="list-style-type: none"> Anlagen gemäss SdT sind auch in der Anfahr- und Ausbrandphase unproblematisch. Eher überraschend ist, dass der stationäre Zustand (Teillastbereich, 30-40%) nicht durchwegs problemlos war; so wurden teilweise eher hohe CO gemessen (aber: Ausnahmslos tiefe VOC). Für den emissionsarmen Betrieb ist ein stabiles Glutbett erforderlich. Ein hohes, gleichmässiges Glutbett kann sich nur unter bestimmten Voraussetzungen bilden. Diverse Anlagen- oder Planungsfehler können dazu führen, dass die Voraussetzungen für ein stabiles und gleichmässiges Glutbett nicht vorhanden sind. Dies kann auch zur Folge haben, dass die VOC Emissionen hoch bleiben, auch wenn der CO abnimmt. Eine Triage der Anlage-Qualitäten in hoch / erfüllt / nicht erfüllt ist grundsätzlich möglich. Nachtrag Schmid AG, Albert Stutz: Sollten irgendwann die Beurteilungskriterien für „Hohe Qualität“ Anwendung finden (z.B. für geförderte Anlagen), müssen die Kriterien noch stark erleichtert werden. Diese sind in der Praxis unrealistisch.

	<p>Vorschlag: Anforderungen und Verantwortung</p> <p>Idealerweise sollte die Vollzugsbehörde Anforderungen bezüglich Auslastung und Emissionen verfügen.</p> <p>Verantwortung für Auslastung: Planer, Bauherr und Anlagelieferant</p> <p>Verantwortung für Emissionen: Anlagelieferant (Vorgaben Idealerweise durch Bund, Vollzug durch Kantone / Städte)</p>
<p>2.</p>	<p>Rückmeldung SFIH</p>
	<p>Grundsätzlich wird diese Kampagne ausdrücklich begrüsst – die Resultate haben durchwegs ein positives Echo ausgelöst. Die Hersteller räumen jedoch auch ein, dass es sich hier um „Vorzeiganlagen“ handelt, die von den besten Serviceleuten betreut wurden.</p> <p>Wichtigste Rückmeldungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Resultate / Anforderungen können nicht direkt 1:1 in die Gesetzgebung übernommen werden. • Die Hersteller finden oft Anlagen in einem vernachlässigten Zustand an. Ein regelmässiger Service (gesetzlich vorgeschrieben?) wäre für viele Problemfälle die Lösung. • SdT ist gut, auch in der Anfahr- und Ausbrandphase. • Erhöhte Anforderungen nur für finanziell geförderte Anlagen vorschreiben. • Bei Klagefällen gilt: CO: 500 mg/m³; Staub: 50 mg/m³
<p>3.</p>	<p>Haltung AWEL ZH</p>
	<p>Die Überlegungen / Anforderungen des AWEL sind in der Präsentation dargelegt. Erläuternd wird festgehalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ansprechpartner für die Behörde ist der Betreiber respektive der Planer/Eigentümer. Ergänzung AWEL-ZH, Angelo Papis: Der Planer sorgt für eine genügend grosse Auslastung (System Konzept und Auslegung) und berätet den Betreiber/Eigentümer dahingehend. Der Kessellieferant liefert emissionsarme Produkte auch für instationäre Phasen (Starts, Glutbettunterhaltsbetrieb und Ausbrandphasen). Der Kessellieferant soll dem Planer dazu die Rahmenbedingungen definieren. • Jetzt wird die grosse Sanierungswelle ausgelöst, der SdT muss bei den neuen Anlagen umgesetzt werden können. Ergänzung AWEL-ZH, Angelo Papis: Handlungsschwerpunkt sind lange Regelbetriebsdauer und emissionsarme instationäre Betriebsphasen. • Klare Regelung für Klagefälle. Ergänzung AWEL-ZH, Angelo Papis: Der SFIH soll einen Vorschlag machen, wann nur ein Start gefordert werden soll (z.B. QS Support Kriterium bei „Erfüllt“) und ab welcher Qualität bis 4-5 Starts möglich sein sollten (z.B. QS Support Kriterium bei „hohe Qualität“). • Betriebsvorschriften: In der Regel gilt 1 mal Anfeuern pro Tag Für Anlagen welche für Start und Ausbrand (instationäre Betriebsphasen) Sdt erreichen, können auch 4-5 Starts toleriert werden. Auch wenn nur 1 mal pro Tag gestartet wird, müssen minimale Anforderungen eingehalten werden, sonst sind trotzdem erhöhte Emissionen möglich, wie der Klagefall zeigt. • Die Beweispflicht liegt beim Betreiber / Planer / Anlagehersteller und nicht bei der Behörde. Nachtrag Schmid AG, Albert Stutz: Forderung 1 Start / Tag ist unrealistisch in der Übergangszeit. Meiner Ansicht nach, muss daran gearbeitet werden, dass die Starts und Ausbrandphasen möglichst emissionsarm gefahren werden, so kommt es auch zu keine Reklamationen.
<p>4.</p>	<p>Haltung UWE LU</p>
	<p>Die Anforderungen des UWE sind in der Präsentation dargelegt. Erläuternd wird festgehalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messungen im Teillastbereich bei Anlagen 71-250kW: Die Leistung ist nicht definiert, da diese in der Praxis nicht eingeregelt werden kann. • Empfehlung zur Anlagendimensionierung: Wäre eine Bafu-Empfehlung denkbar? Ergänzung UWE-LU, Reto Wüest: Verfügungen können nur von Kantonen mit Anlagenbewilligungen ausgesprochen werden. Für Kantone, welche keine Bewilligungen kennen, braucht es eine Verankerung der Dimensionierungsrichtlinien von QM Holzheizwerke in der LRV oder eine Empfehlungen des BAFU zur Anlagendimensionierung von Holzfeuerungen.

5.	<p>Diskussion</p> <p>Brennstoffqualität</p> <ul style="list-style-type: none"> Die geeignete Brennstoffqualität ist von zentraler Bedeutung - eine SFIH-Empfehlung ist in Arbeit (Stand?). Problem in der Praxis: Beim Leerfahren von Silo können Ansammlungen von Feinanteil auftreten. Durch geeignete Entnahmesysteme sind jedoch Entmischungen weitgehend vermeidbar. Im Rahmen dieser Arbeit wurde von allen 18 Anlagen eine Doppelprobe entnommen – Bildanalysen sind geplant. <p>Service</p> <ul style="list-style-type: none"> Die SFIH wünscht, dass ein Anlagenservice verbindlich vorgeschrieben werden kann, periodische Messungen könnten dann gegebenenfalls anlässlich des Services durchgeführt werden. Stellungnahme Bafu: Derzeit gibt es für Staub kein vereinfachtes Messverfahren, vorerst ist keine Praxisänderung vorgesehen. Zukünftig wird jedoch eine Regelung unter Einbezug von Servicemessungen nicht grundsätzlich ausgeschlossen. <p>Betriebsphasen</p> <ul style="list-style-type: none"> „Kontrollierter“ Glutbetherhalt ist von zentraler Bedeutung. SdT: Unterscheidung Rost- / Unterschubfeuerung ist nicht notwendig. Anzündphasen: Haltung AWEL: 1 Start wird in der Regel vorgeschrieben, 5 Starts können zugelassen werden, wenn der Hersteller garantiert, dass Anfah- und Ausbrandphase kein Problem ist. Ergänzung AWEL-ZH, Angelo Papis: Anzündphasen: Haltung AWEL: 1xStart wird in der Regel vorgeschrieben, bis 5 können zugelassen werden, wenn die Verfügbarkeit einer ordnungsgemässen Staubabreinigung eingehalten wird und keine Geruchsklagen entstehen. Ansonsten ist eine Nachweispflicht mittels Emissionsmessung (z.B. 24 Stunden-Messung) erforderlich. Nachtrag UWE-LU, Reto Wüest: Was heisst da „kein Problem“? Die abgestuften Anforderungen von QS Support erachten wir als zweckdienlich. Die SFIH will das bestehende Merkblatt entsprechend überarbeiten (Nachtrag zum konkreten Vorgehen erwünscht). <p>„Hohe Anforderungen“</p> <ul style="list-style-type: none"> Grundsätzlich interessieren aus lufthygienischer Sicht die problematischen Betriebszustände. Das Problem liegt primär nicht nur bei den Einzelkomponenten, sondern bei der Steuerung / Auslegung / Zusammenfunktionieren der gesamten Anlage. Verschärfte Grenzwerte sind nicht primäres Ziel der Vollzugsbehörde. Nachtrag UWE-LU, Reto Wüest: Hier sind also die LRV-Grenzwerte gemeint und nicht die Richtwerte, wie sie QS-Support mit ihren Kriterien vorschlägt. Zumindest längerfristig sind wir da anderer Meinung. Die LRV soll den Stand der Technik abbilden, dazu gehören auch tiefere LRV Grenzwerte. Die Anforderung „Hohe Qualität“ von QS Support ist heute Stand der Technik und kann zumindest bei geförderten Anlagen verlangt werden. Es ist eine Frage der Zeit, wann wir diese Qualität auch bei alten Anlagen fordern. Dies kann diskutiert werden. Die Kriterien für „Hohe „Anforderungen“ wie sie von QS-Support vorgeschlagen wurden, sind mit der vorliegenden Diskussion nicht abschliessend ausdiskutiert. Anpassungen werden begrüsst, dies ist jedoch Sache von HES / SFIH über das QS Label. Nachtrag UWE-LU, Reto Wüest: Die Emissionswerte des QS Labels bzw. bei der Konformitätsprüfung sind Laborwerte, also unter optimalen Bedingungen produziert, wie sie in der Praxis kaum je vorkommen. So werden bei der Konformitätsprüfung, welche als Basis für das QS Label dient, keine instationären Betriebszustände gefahren. Zudem wird im QS Label nur die Feuerungsanlage isoliert geprüft und nicht im Verbund mit den anderen Anlagenkomponenten wie dies bei 24 Stunden Messungen geschieht. Ein Vergleich dieser zwei Prüfverfahren ist so gar nicht machbar. Dazu kommt, dass immer noch viele Lieferanten ihre Anlage auf höhere Teilleistung als 30% blockieren. Dies stellt eine inakzeptable Täuschung von Kunden und
-----------	--

	<p>Betreiber dar, weil in allen Messberichten Messresultate bei 30% Teilleistung ausgewiesen werden. Generell sollte von allen automatisch beschickten Anlagen anlässlich der Abnahmeprüfung eine Teilleistung von 30% (unter Berücksichtigung der Messtoleranz) verlangt werden. Eine höhere Teilleistung bedingt höhere Speichervolumen und damit einen höheren Platzbedarf. Dies würde die Holzfeuerungen unnötig verteuern und sollte mit Hilfe einer 30% Teilleistung vermieden werden.</p> <ul style="list-style-type: none">• Aus Sicht der Behörde ist eine Verbindlichkeit der QM-Parameter (im Sinne von QM Holzheizwerke) zentral – dies muss, sofern möglich, durch die Behörde verfügt werden.• Systeme mit mehreren Einzelfeuerungen: Es wird eine Messung der Einzelanlagen verlangt. Nachtrag AWEL-ZH, Angelo Papis: Bei der Erstmessung soll die Funktionstüchtigkeit aller Komponenten nachgewiesen werden. Wenn mehrere Linien (Kessel und Filter) einem Kamin/einer Messtrecke zugeführt werden, wären bei der periodische Abgaskontrollen Vereinfachungen im Einzelfall prüfbar.
7. Fazit	<p>24h Messungen</p> <ul style="list-style-type: none">• Grundsätzlich sind die Rückmeldungen zu dieser Kampagne positiv.• Für Hackschitzanlagen bis W35 gilt: SdT ist gut, auch in der Anfahr- und Ausbrandphase.• Um den SdT zu erreichen muss jedoch die ganze Kette (Planung, Anlagekomponenten, Steuerung, Servicemonteur) zusammenpassen. <p>Infoaustausch</p> <ul style="list-style-type: none">• Der Infoaustausch in diesem Rahmen wird als zielführend betrachtet.• Der SFIH soll im 2014 wieder einladen. <p>Probleme und offene Fragen</p> <ul style="list-style-type: none">• Sensibilisierung / Einbezug der Planer• Brennstoffsortiment• SdT bei Hackschnitzel >W35 und bei Restholzfeuerungen mit unterschiedlichem Brennstoff• Vereinfachte Staubmessungen / Einbezug der Servicemessungen• Klare Regelung bei Klagefällen• <i>Verfügbarkeit der Staubabscheidersysteme (Nachtrag wird von Kantonen erarbeitet</i> <p>Nächste Schritte</p> <p>Vorschlag SFIH:</p> <ul style="list-style-type: none">• Anforderungen für instationäre Betriebsphasen.• <i>Verfügbarkeitsüberwachung von Staubabscheidersystemen (Nachtrag wird von Kantonen erarbeitet</i> <p>Ansprechpartner Kantone: Angelo Papis, AWEL-ZH/Reto Wüest UWE-LU</p>
	<p>Allgemeine Nachträge zum Protokoll</p>
	<p>Nachtrag ANU-GR, Hans Michel: Die gültigen vorsorglichen LRV EGW für Holzfeuerungen > 70 kW müssen aus Sicht des ANU GR nicht verschärft werden. Wichtig erscheint jedoch, dass diese Grenzwerte möglichst über die gesamte Betriebsdauer eingehalten werden. Bei Feuerungen mit nachgeschalteten Staubabscheidersystemen muss häufig festgestellt werden, dass die Abgase während zu langer Betriebsdauer direkt über den Bypass emittiert werden.</p>

<p>1. Die Verfügbarkeit ("FILTER EIN") der nachgeschalteten Staubabscheidesysteme (E-Filter, Gewebefilter) muss gegenüber der Betriebsart "FEUER EIN" eine noch zu definierende prozentuale Zeitdauer erreichen (90-95%?). Der Überwachung und Auswertung der Wirksamkeit (Verfügbarkeit) von E- und Gewebefilter ist demzufolge grössere Beachtung zu schenken als bisher. Die Betriebszeiten "FEUER EIN" und "FILTER EIN" sind genauer zu definieren. Die Betriebsgrösse Verbrennungsluft-Ventilator (VLV) kann anscheinend nicht mehr als Parameter herangezogen werden, da bei neueren Feuerungen auch der Glutbettunterhalt mittels VLV geregelt erfolgt.</p> <p>2. Der falsche Ansatz dieses Ziel zu erreichen ist, die „schildbürgerliche“ Massnahme, lediglich Turbulatoren aus den Kesselzügen auszubauen und dadurch den feuerungstechnischen Wirkungsgrad (neuer energieeffizienten Feuerungen) massiv zu verschlechtern und die Abgastemperatur zu erhöhen! Für eine schnellere Aufheizung der Filtersysteme sind innovativere Massnahmen gefragt; wie Vorheizung mittels Wasserregister ab Kessel-VL, Direktzug-Anheizklappe ab 1. Zug ins Filtersystem, bessere thermische Isolation der Filtergehäuse usw. Es zeigt sich, dass Anlagen in der Betriebsart, bei welchen die E- / oder Gewebefilter ordnungsgemäss funktionieren:</p> <p>a. In der Regel die Feuerraumtemperatur hoch genug ist für eine vollständige Verbrennung.</p> <p>b. Die gemessenen Feststoffkonzentrationen in der Regel deutlich unter dem EGW, bisweilen unter der Messtoleranz liegen.</p> <p>Fazit: bei Holzfeuerungen mit E- oder Gewebefilter ist die Überwachung der Filter-Verfügbarkeit von zentraler Bedeutung. Bei ordnungsgemäsem Filterbetrieb kann davon ausgegangen werden, dass die Grenzwerte der Feststoffkonzentrationen eingehalten werden. Anstelle der zweijährigen periodischen Feststoffmessungen könnten kreativere Modelle und Ideen in Betracht gezogen und andere Überwachungsmethoden angewendet werden (z. Bsp. kombiniert mit periodischem Anlagenservice).</p> <p>c. Die CO-Konzentrationen mehrheitlich eingehalten werden. Beanstandungen wegen zu feuchter Schnitzel, Undichtheiten, defekten oder (vielfach wegen fehlendem Anlagen-service) schlecht eingestellten Anlagenbauteilen sind bekannt!</p> <p>d. Die Abgase im Kamin bisweilen annähernd geruchslos sein können.</p> <p>3. Planerische Voraussetzung für hohe Verfügbarkeit von E- / und Gewebefilter: Wenig „FEUER EIN/FEUER AUS“ Befehle und dadurch wenige aber zeitlich längere Betriebsarten „FEUER EIN“. Nur möglich, wenn die erforderliche Feuerungswärmeleistung nicht enormen Schwankungen (Saisonbetrieb) unterliegt (Lösung = Bivalente- oder Mehr-kesselanlagen!). Die Steuerung der Wärmeabnehmer richtig geplant ist (z.B. Sperrzeiten in der Wärmeverteilung!), ausreichend grosse Wärmespeicher vorhanden sind und diese mit möglichst hohem Δ-Temperatur zwischen VL – RL bewirtschaftet werden.</p> <p>4. Brennstoff: Schnitzelqualität muss den Anforderungen der Feuerungen entsprechen (vielfach zu hohe Feuchtigkeit, zu viel Feinanteil)</p> <p>5. Betriebliche Voraussetzungen: Anlagenbetreiber ist vom Feuerungs- und/oder Filterlieferant umfassend zu instruieren. Insbesondere muss auf Störungen rasch möglichst reagiert werden. Idealerweise werden Störungen automatisch an den Feuerungs- und/oder Filterlieferant weitergeleitet.</p>
<p>Nachtrag AWEL-ZH, Angelo Papis: Das AWEL bedankt sich bei der Branche für das offene und konstruktive Gespräch. Es soll aber ausdrücklich festgehalten werden, dass die obigen Ausführungen in dieser Diskussion mit der Branche zur Information und für das gegenseitige Verständnis bestimmt sind. Es können daraus keine Rechtsansprüche irgendwelcher Art abgeleitet werden können.</p>

<p>Nachtrag SFIH, Hansjürg Schmid und Koni Imbach:</p> <ul style="list-style-type: none">• Der SFIH ist mit dem Protokoll Inhalt einverstanden. Das Protokoll gibt den Sitzungsverlauf wieder. Herzlichen Dank.• Wir verstehen nicht, dass nun Kommentare ins Protokoll aufgenommen werden sollten, die nicht geäußert wurden.• Wenn etwas am Protokoll nicht stimmt, was an der Sitzung anders dargestellt wurde, muss dies angepasst werden. Nicht aber, dass man neue Ansichten, die nicht geäußert wurden ins Protokoll aufnimmt.• Werden trotzdem Ergänzungen zum Protokoll gemacht, so müssen diese an einer weiteren Sitzung diskutiert werden, bevor man das Protokoll genehmigt.• Wir werden die endgültige Fassung entsprechend prüfen.
<p>Nachtrag QS-Support, Andres Jenni und Willi Vock</p> <ul style="list-style-type: none">- Die Resultate zeigen, dass es keine Korrelation zwischen CO und VOC, Staub, Sekundäre Aerosole sowie Gerüchen im engeren Sinne gibt. Es hat sich aber gezeigt, dass alle Emissionen bei sehr tiefen CO ebenfalls tief, resp. nicht relevant sind. Auch wenn wir jetzt in den stationären Phasen tiefe VOC (unter 100mg/m³) nachweisen konnten, gehen wir davon aus, dass in allen Betriebsphasen möglichst tiefe CO erreicht werden sollten, damit in Zukunft keine Klagen mehr zu befürchten sind.- Wir teilen die Meinung nicht, dass Klagefälle nur einen kleinen Teil der Anlage betreffen. Im Gegenteil, es braucht sehr viel bis in der Schweiz jemand klagt und aufgrund von unseren Erfahrungen gehen wir davon aus, dass eine grosse Anzahl Holzfeuerungen insbesondere auch neue Anlage heute nicht optimal betrieben werden und früher oder später zu Klagen führen werden.- Wir teilen die Meinung nicht, dass für weitere Verbesserungen ein grosser Aufwand betrieben werden muss. Im Gegenteil, wir sind der Auffassung, dass wenn die Anforderungen für die Auslastung erfüllt werden und das Brennstoffsortiment den Bedürfnissen der Feuerung entspricht (daran arbeiten wir), dann können mit relativ kleinem Optimierungswand sehr viel tiefere Emissionen erreicht werden.- Es stimmt, dass die bestehenden Probleme nicht nur auf der Ebene des Servicepersonals gelöst werden können. Die heute verwendeten Regelungen und insbesondere die Regelungsparameter der Feuerungen müssen von den Regelspezialisten optimiert werden. Die vorliegenden Probleme werden durch die Regelspezialisten noch zuwenig wahrgenommen.- Beim Servicepersonal gibt es innerhalb der Firmen noch grosse Unterschiede bezüglich Ausbildung und Sensibilität für Emissionsprobleme. Es herrscht immer noch die Haltung vor, dass in erste Linie betriebliche Pannen und Ausfälle der Feuerungsanlagen vermieden werden müssen. Dies reicht nicht, um die Qualität der Holzfeuerungen weiter zu bringen und der wachsenden Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Geruchsemissionen zu begegnen.- Mit den beiden Mess-Serien Okt 2012 und März 2013 wurde vorallem der Stand der Technik mit trockenen Brennstoffen nachwiesen. Die vereinzelt verwendeten Brennstoffe bis W42 genügen nicht für zuverlässige Aussagen. Wir beabsichtigen daher in der kommenden Heizsaison weitere Messungen mit nassen Brennstoffe bis W50 zu fahren und hoffen, dass die betroffenen Firmen, welche solche Anlage anbieten, an einer weiteren Zusammenarbeit interessiert sind.- Die Ausbildung der Planer wird durch QM angegangen.- Bei schlechter Auslastung, also kurzen Betriebszeiten und häufigen Starts (wie dies bei vielen der gemessenen Anlage der Fall war) ist es schwierig die Abgrenzung der Emissionen für instationären (Start/Ausbrand) und stationären Betrieb vorzunehmen. Wenn die Anlagen längere Laufzeiten ausweisen, ist davon auszugehen, dass die Emissionen im stationären Betrieb generell tiefer ausfallen. Es wäre daher nicht sinnvoll und technisch nicht gerechtfertigt, die Anforderungen im stationären Betrieb abzuschwächen, bevor mehr Erfahrungen mit gut betriebenen Anlagen vorliegen. In der nächsten Heizperiode sollte darauf geachtet werden, dass nur Anlagen mit guter Auslastung und genügend langen Laufzeiten gemessen werden. Mit feuchten Brennstoffen ist dies besonders wichtig.

Für das Protokoll:

St. Gallen, 11.06.2013, 27.06.2013

Dominik Noger (Ergänzungen und Nachträge durch Willi Vock)
AFU SG

QS-Support Holzfeuerungen 24h-Praxismessungen autom. beschickte Feuerungen

Ein Projekt von:

- *Bundesamt für Energie BFE*
- *Bundesamt für Umwelt BAFU*

In Zusammenarbeit mit:

- *Kantonalen Fachstellen: UWE-LU, AFU-SG, AFU-SO, AWEL-ZH*
- *SFIH, Holzfeuerungen Schweiz*
- *Firmen: Hata, Heitzmann, Lopper, Rieben, Schmid, Sigmatic, Viessmann*

**Diskussionsgrundlage
für 28.Mai 2013 beim AWEL-ZH**

Vorschlag «Hohe Qualität»

Hohe Qualität	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung		
		30-40%	50-70%	80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10	6-10
	CO in mg/lm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	VOC in mg/lm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50	<20
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/lm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/lm ³ (15Min-Mittel)	<1	<1	<1
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	≤9 (≤45Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	≤3 (≤15Min)

3

- Stand der Technik für «Hohe Qualität»: Alle Anforderungen übernehmen

Vorschlag «Erfüllt»

Erfüllt (LRV stationär)	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung		
		30-40%	50-70%	80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11	5-11
	CO in mg/lm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500	<500
	VOC in mg/lm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/lm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/lm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50	<50
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)			
		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt
	Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	≤12 (≤60Min)
	Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	≤24 (≤120Min)
	Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)

4

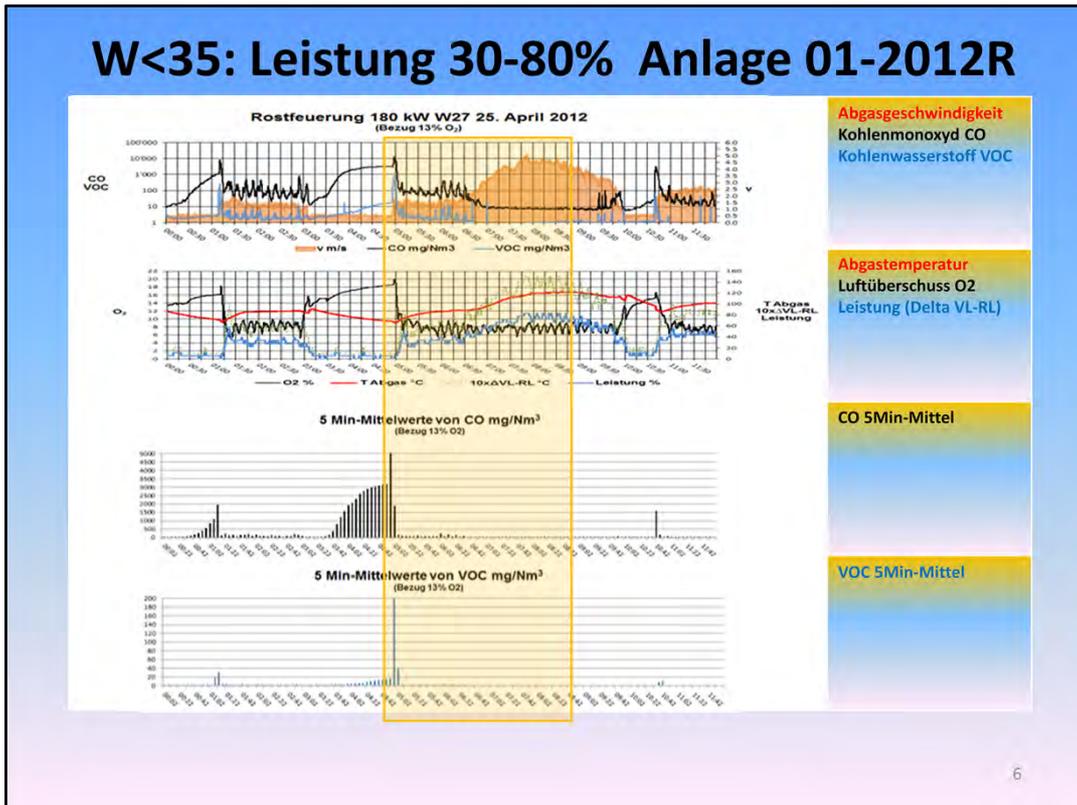
- Stand der Technik für «Erfüllt»: Nur Anforderungen für CO >2'500 übernehmen

Okt 12 (W<35): Rostfeuerungen

30-100% Leistung (normiert)

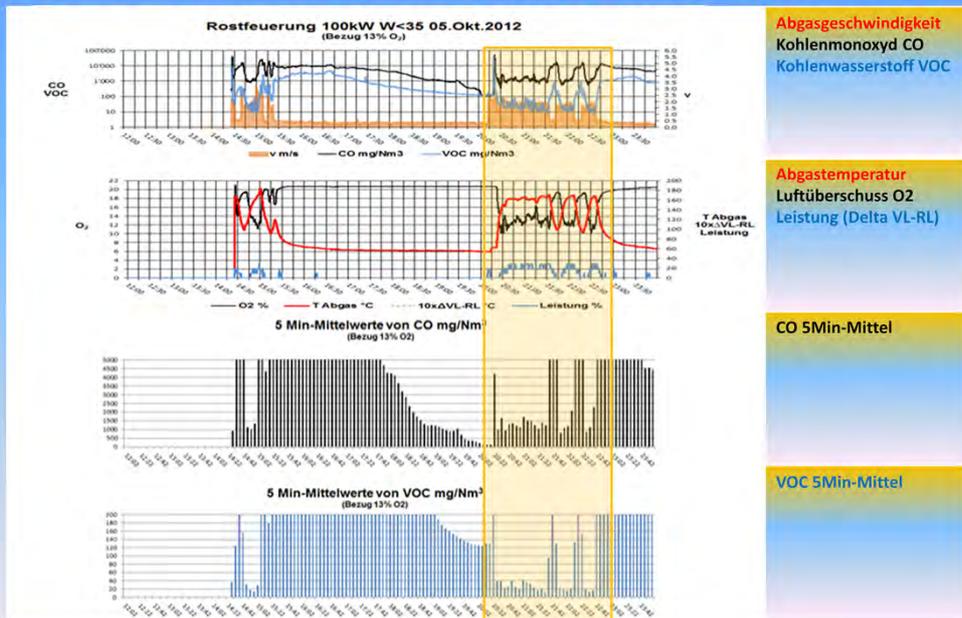
- Mess-Serie Okt 2012: Übergangszeit, trockene Brennstoffe (W<35) im Einsatz

W<35: Leistung 30-80% Anlage 01-2012R



- Bei Teil- und Nennleistung tiefe CO und VOC
- Bei Teilleistung tendenziell O₂ instabiler und höhere CO als bei Nennleistung

W<35: Leistung 30-40% Anlage 05-2012R



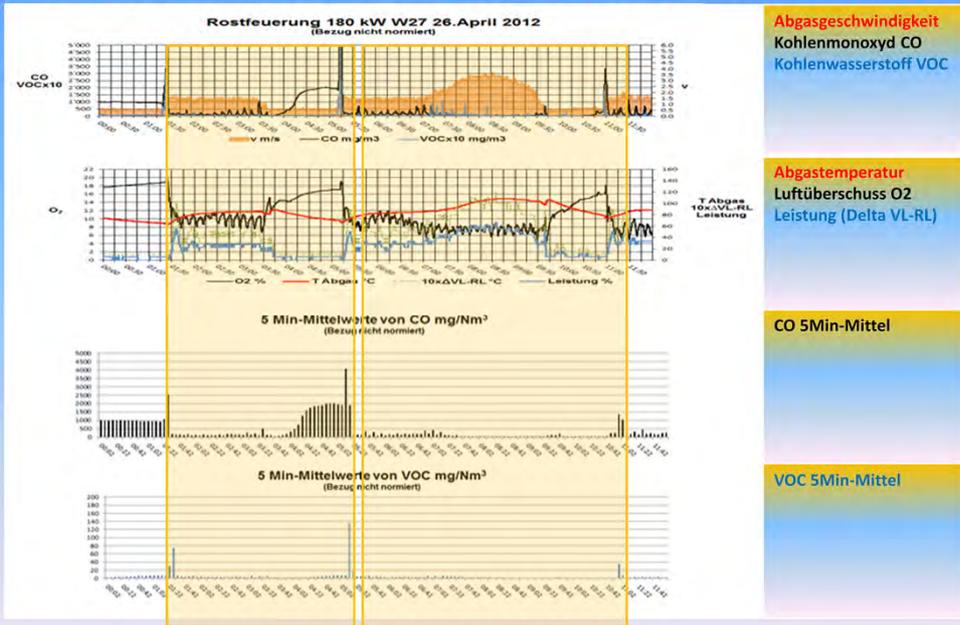
7

- Anlage seit 2 Jahren in Betrieb und noch keine Wartung gemacht
- Hohe CO- und VOC-Emissionen bei Teilleistung infolge kurzen AUS-Schaltungen

Okt 12 ($W < 35$):
Rostfeuerungen (autom. Zünden)

Start/Ausbrand (nicht-normiert)

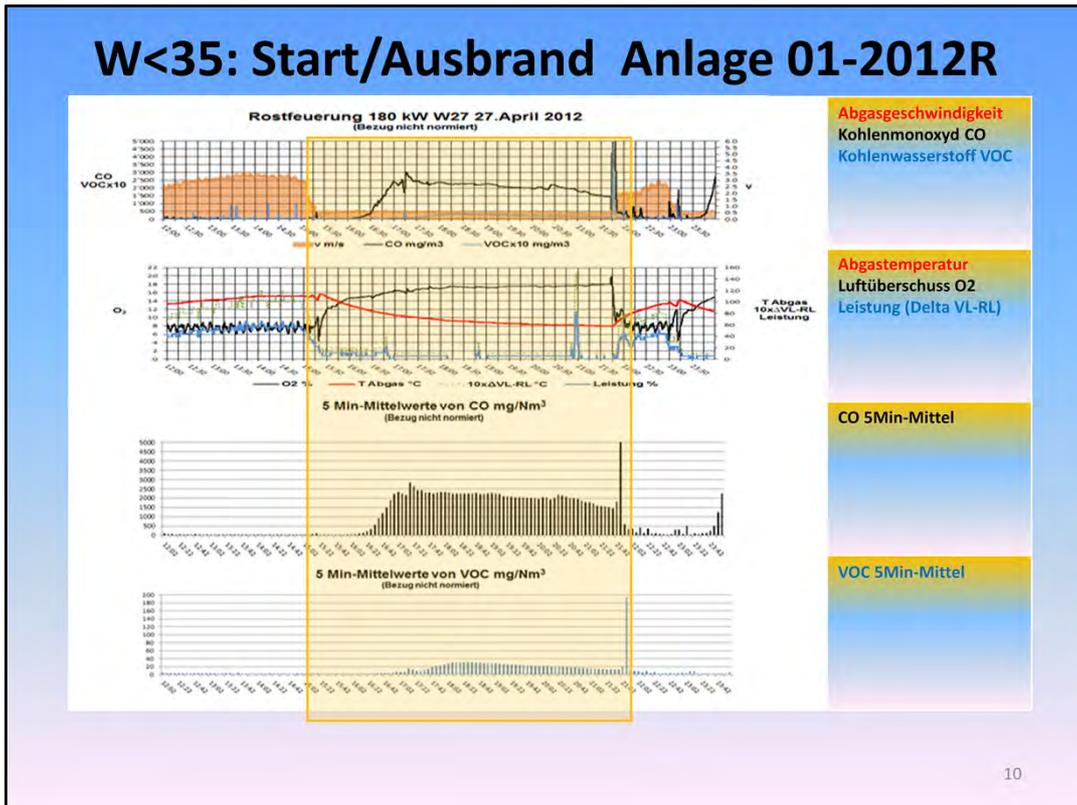
W<35: Start/Ausbrand Anlage 01-2012R



9

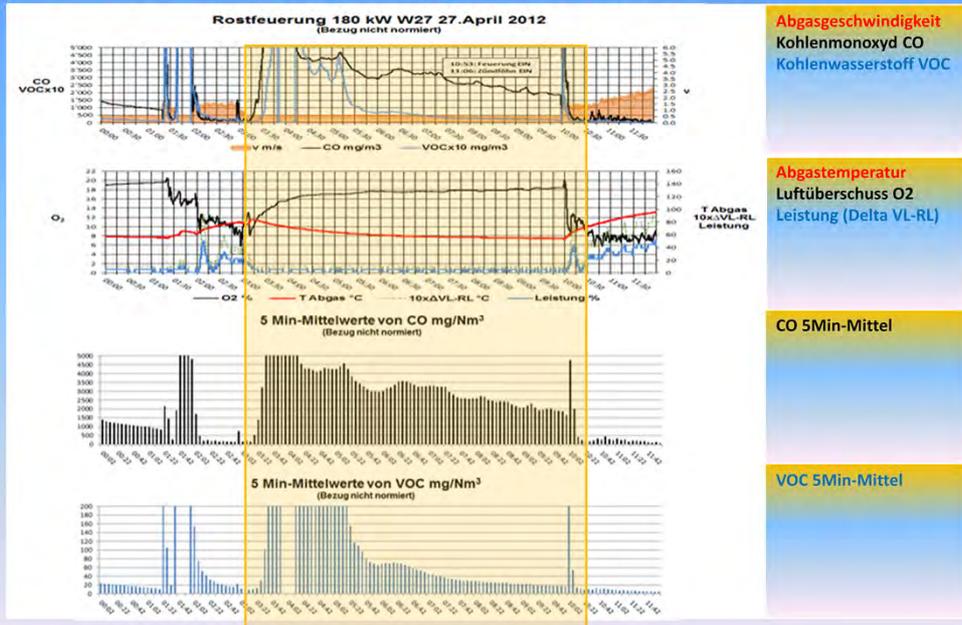
- Nach längerer Betriebsphase sind die CO-Emissionen im Ausbrand und beim anschliessenden Start tiefer

W<35: Start/Ausbrand Anlage 01-2012R



- Nach längerer Ausbrandphase im Start tendenziell erhöhte CO und VOC, aber nur ein 5Min-Mittel -> bei tiefer Auslastung steigen die Emissionen wieder -> Anforderung für Auslastung ist wichtig!
- Gute Korrelation CO und VOC im Ausbrand und beim Start

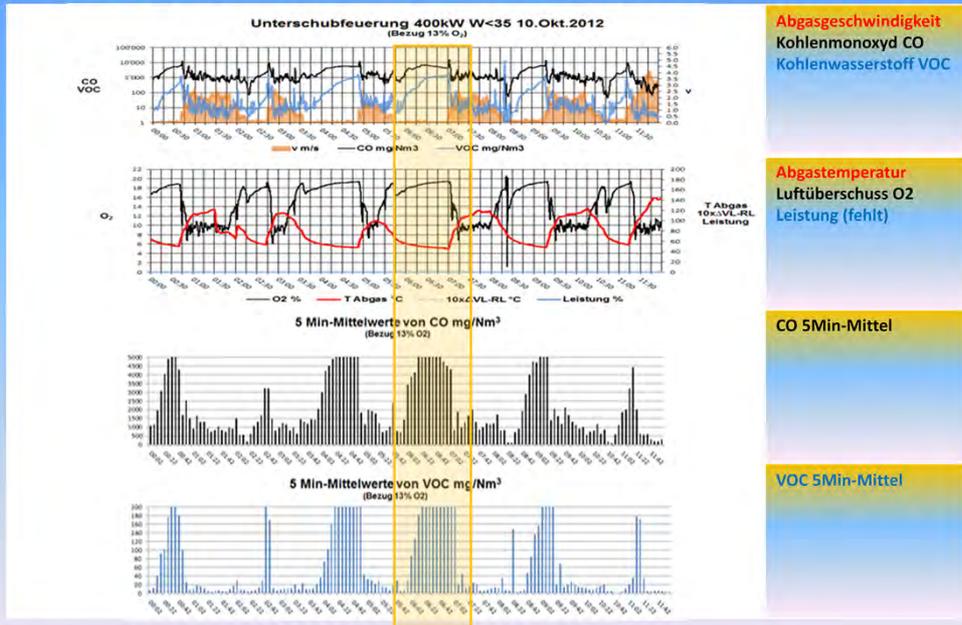
W<35: Start/Ausbrand Anlage 01-2012R



11

- Eindrückliches Beispiel: Nach kurzer Betriebsphase sind die CO- und VOC-Emissionen im Ausbrand und beim anschliessenden Start deutlich erhöht
- Gute Korrelation CO und VOC im Ausbrand und beim Start

W<35: Start/Ausbrand Anlage 06-2012U



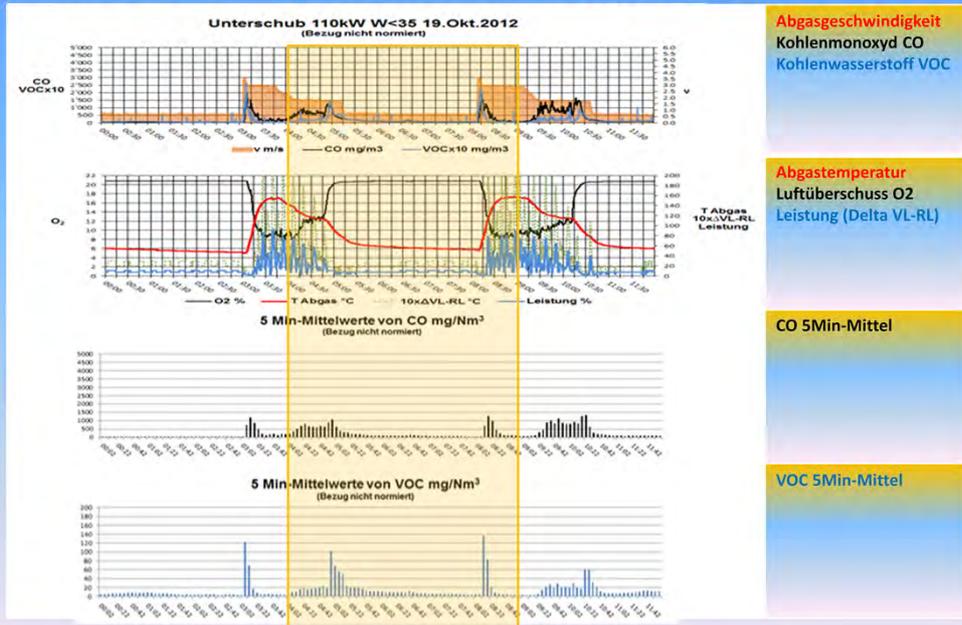
12

- Erhöhte CO und VOC infolge kurzen Betriebszeiten und schlechten Einstellungen im stationären Betrieb

**Okt 12 (W<35):
Unterschubfeuerungen
(autom. Zünden)**

Start/Ausbrand (nicht-normiert)

W<35: Start/Ausbrand Anlage 09-2012U



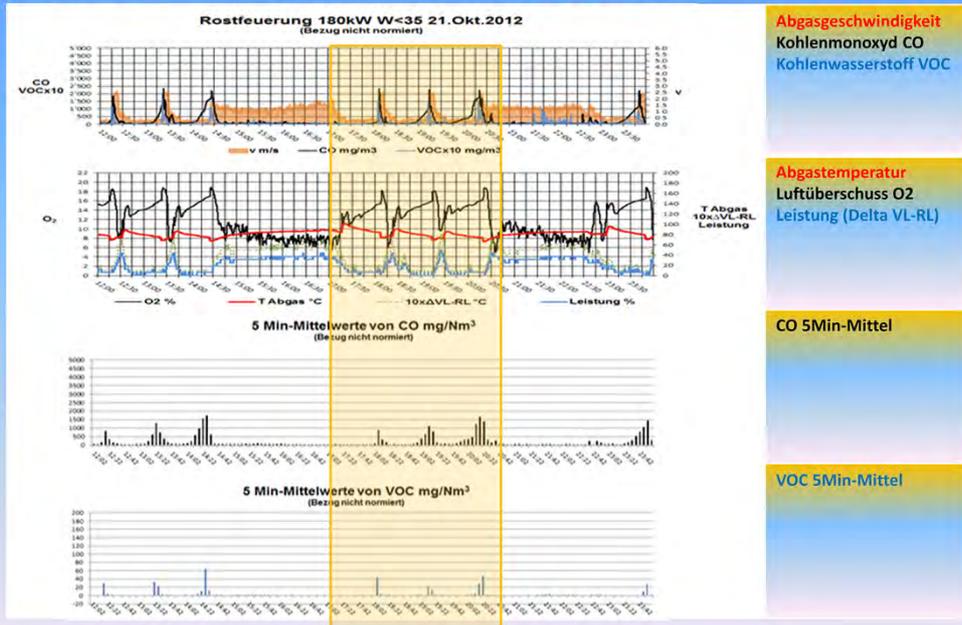
14

- Bei Start und Ausbrand tiefe CO und VOC-Emissionen
- Gute Korrelation bei CO/VOC~10-20
- Optimaler O₂-Verlauf in der Start-/und Ausbrandphase

**Okt 12 (W<35):
Rostfeuerungen
(Glutbettunterhalt)**

Start/Ausbrand (nicht-normiert)

W<35: Start/Ausbrand Anlage 10-2012RG



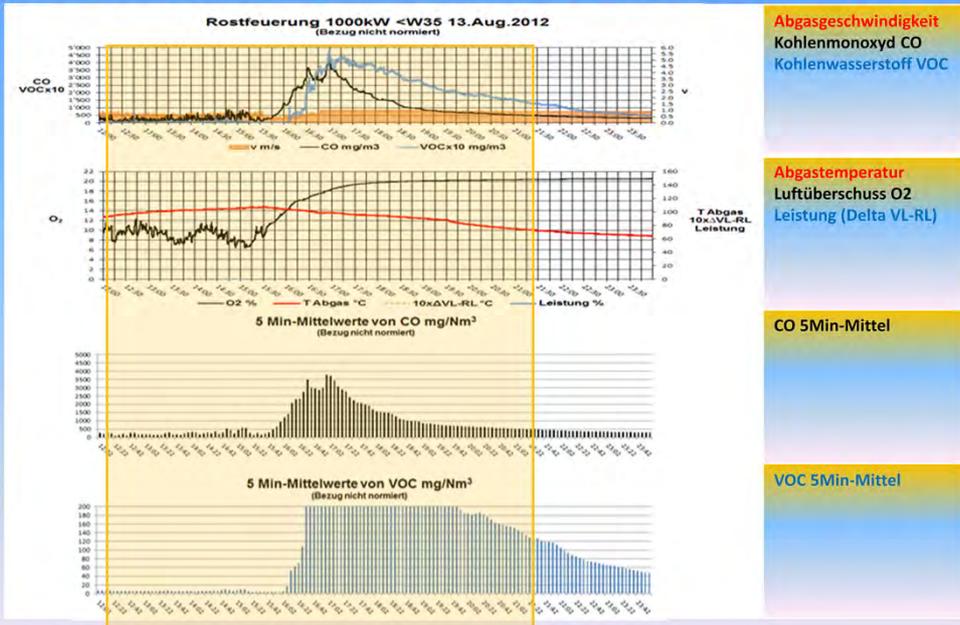
16

- Glutbettunterhalt: Start und Ausbrand sehr tiefe CO und VOC, vergleichbar mit sehr guter automatischer Zündung
- Tiefe CO und VOC-Emissionen
- Gute Korrelation bei $CO/VOC \sim 10-20$

**Aug 12 Klagefall W<35:
Rostfeuerungen
(autom. Zünden)**

Start/Ausbrand (nicht-normiert)

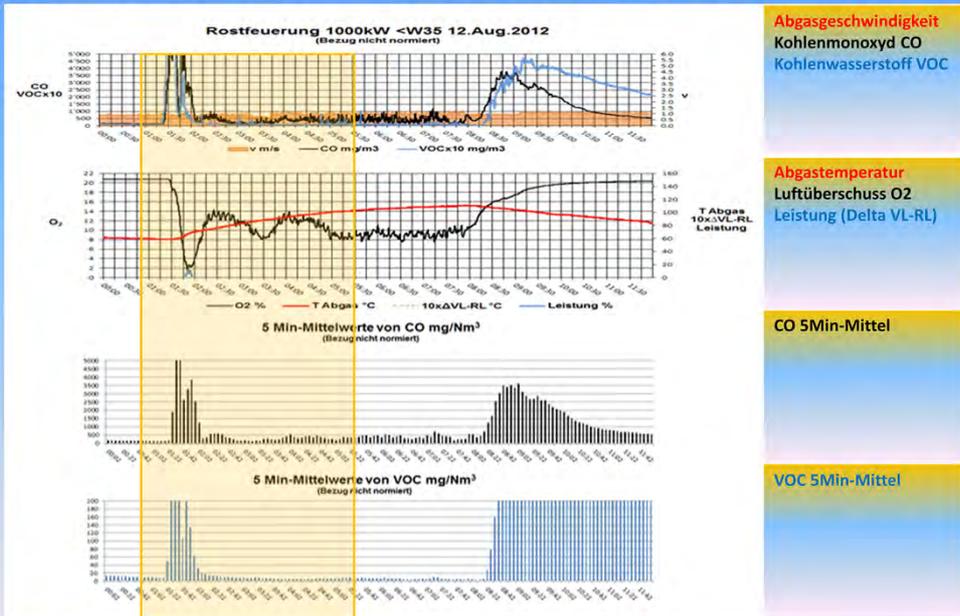
W<35: Start/Ausbrand Anlage 00-2012R*



18

- Vor dem Ausbrand, stationär: O₂ instabil und CO erhöht
- Ausbrand: VOC bleiben hoch, bei abgesunkenen CO
- Langsamer Anstieg des O₂-Werts auf 21% in der Ausbrandphase

W<35: Start/Ausbrand Anlage 00-2012R*



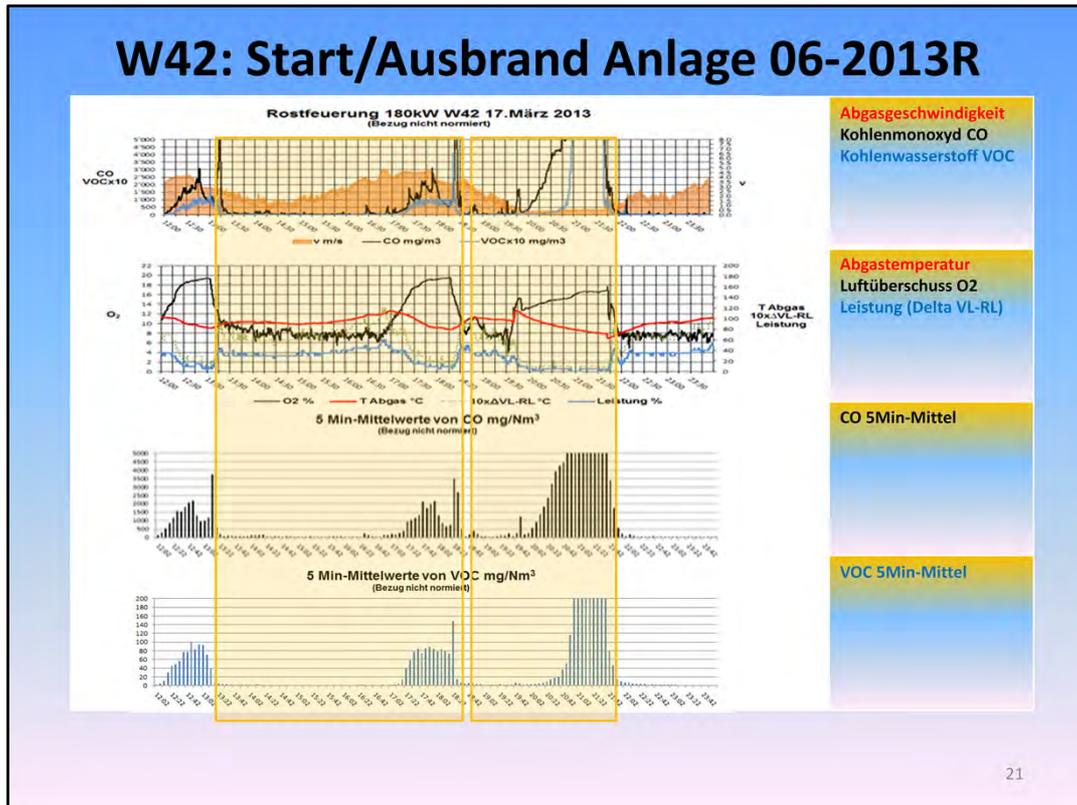
19

- Startphase mit zu hoher Brennstoffmenge -> dauert lange bis zur Zündung -> ausgeprägter Luftmangel (2% O₂) -> Hohe CO und VOC -> Geruchsimmissionen
- O₂ erst 4h nach Start optimal -> LRV-Grenzwerte für stationären Betrieb nicht eingehalten

**März 13 (W>35):
Rostfeuerungen (autom. Zünden)**

Start/Ausbrand (nicht-normiert)

W42: Start/Ausbrand Anlage 06-2013R



- Nach längerer Betriebszeit (5h) im Start und im Ausbrand mit optimierter Luftführung tiefe CO und VOC
- Nach kurzer Betriebszeit (1h) im Ausbrand erhöhte CO und VOC

Vorschlag: Anforderungen und Verantwortung

- **Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage***
 - **Planer**, respektive Installateur (Kesseldimensionierung, Systemwahl)
 - **Betreiber/Bauherr** (Betriebskonzept bei Prozesswärmebedarf)
 - Feuerungslieferant/Regelsystemlieferant (Regelung Feuerungsleistung)
- **Emissions-Anforderungen****
 - **Feuerungslieferant (vor Ort durch Monteur kontrollierbar)**
 - Vollzug durch Kantone
 - Harmonisierung durch Bund

* Abstimmung mit QM Holzheizwerke

** nur wenn Anforderungen zur Auslastung erfüllt sind!

22

Wenn Dimensionierungs-Anforderungen durch Planer nicht erfüllt werden, kann der Feuerungslieferant nicht für Einhaltung der Emissions-Anforderungen verpflichtet werden (QM-Holzheizwerke)

Vorschlag: Anforderungen und Umsetzung

- **Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage**
 - Brennstoff-Definition (in Bearbeitung)
 - Minimale mittlere Tagesheizlast (QM Holzheizwerke Q-Leitfaden 2011)
 - Minimale Laufzeit: 3h (Minimale Betriebszeit zwischen EIN/AUS)
 - Maximale Anzahl Starts: 5 Starts/Tag
(entspricht bei Ganzjahresbetrieb ca. 2'000 Starts pro Jahr)
- **Emissions-Anforderungen (Entwurf Standardbeurteilung)**
 - Kurzfristig (1 Jahr): «Erfüllt» (Stichproben nur CO)
 - Mittelfristig (3 Jahre): «Hohe Qualität» (Stichproben CO und VOC)
- **Zeithorizont**
 - Neuanlagen mit Förderung: «Hohe Qualität» ab 2014
 - Neuanlagen ohne Förderung: «Erfüllt» ab 2014
 - Neuanlagen ohne Förderung: «Hohe Qualität» ab 2016

23

- Praxisnahe und einfache Definition der Dimensionierungs-Anforderungen, einfach kontrollierbar
- Emissionsanforderungen werden laufend dem Stand der Technik angepasst (Ziel: Hohe Qualität)
- Priorität vorest bei den Neuanlagen
- Minimal 3h Betriebsdauer und minimal 2h Pause (Pelletfeuerungen) ergibt maximal 5 Starts pro Tag (auch kurze Ausschaltzeiten sind nicht erwünscht!)

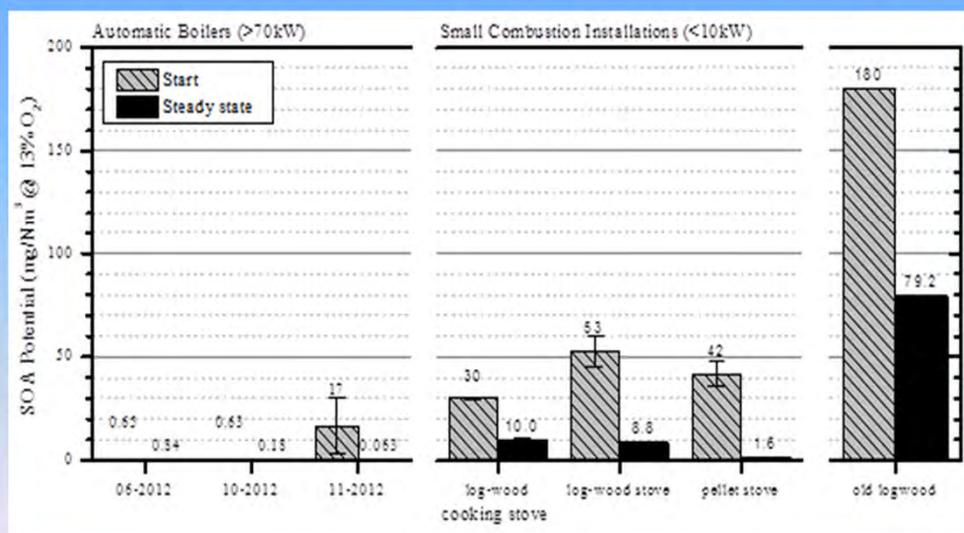
Vorschlag: Emissions-Anforderungen

- **«Erfüllt»**
 - 30-100% Leistung: LRV-Grenzwerte eingehalten (CO und Staub)
 - Start/Ausbrand: $\text{CO} > 2'500 \text{ mg/m}^3$ (nicht normiert)
 - Start: 3x5Min-Mittel (15Min)*
 - Ausbrand: 12x5Min-Mittel (60Min)
 - **«Hohe Qualität»**
 - 30-100% Leistung: strenger als LRV-Grenzwerte (CO)
 - Start/Ausbrand: $\text{CO/CO/VOC} > 2'500/1'000/100 \text{ mg/m}^3$ (nicht norm.)
 - Start: 1/3/1x5Min-Mittel (5/15/5Min)**
 - Ausbrand: 6/9/3x5Min-Mittel (30/45/15Min)**
- * Option-Vereinfachung: nur maximale 5Min-Mittel $\text{CO} < 2'500$ (keine Dauer)
- ** Option-Vereinfachung: nur $\text{CO} > 2'500/1'000$ ohne VOC

24

- «Erfüllt» wird vereinfacht: Nur $\text{CO} > 2'500$ (ohne VOC)
- Start und Ausbrand nicht als eine Forderung zusammenlegen (guter Ausbrand und sehr schlechter Start sollten vermieden werden!)
- «Hohe Qualität»: alle Anforderungen vom Entwurf Standardbeurteilung QS-Support übernehmen (inkl VOC)

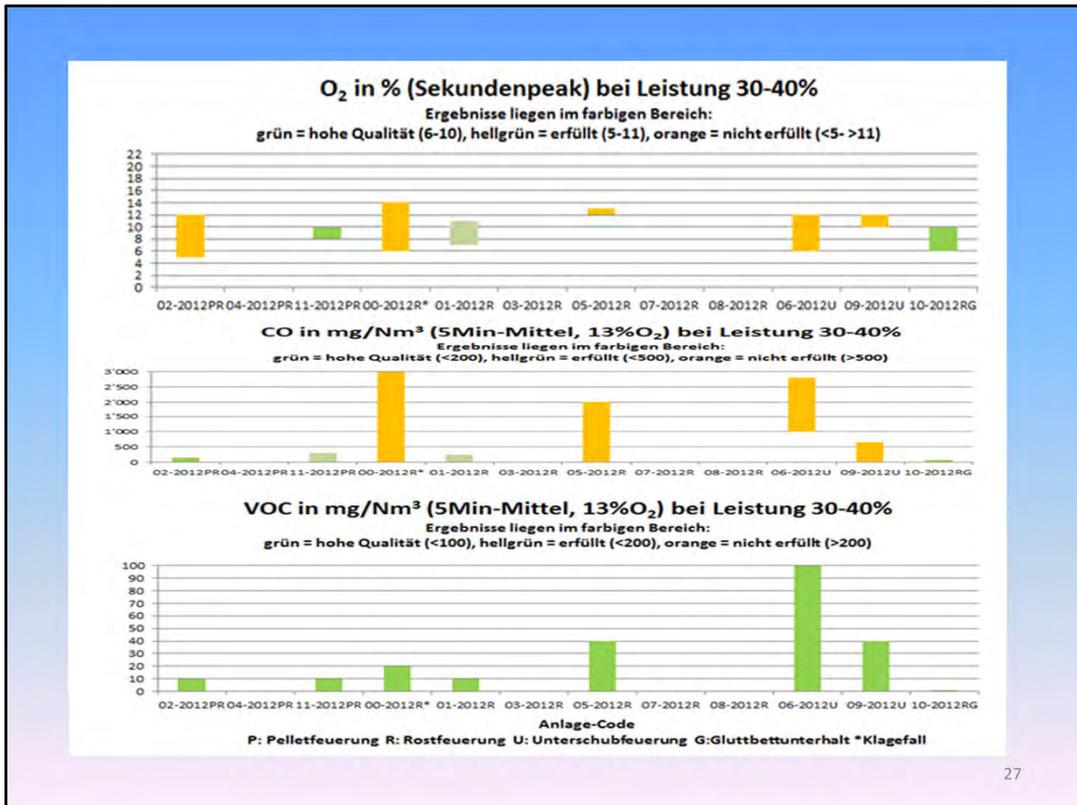
Sekundäre Aerosole Fachhochschule Norswestschweiz Dr. Alejandro Keller



25

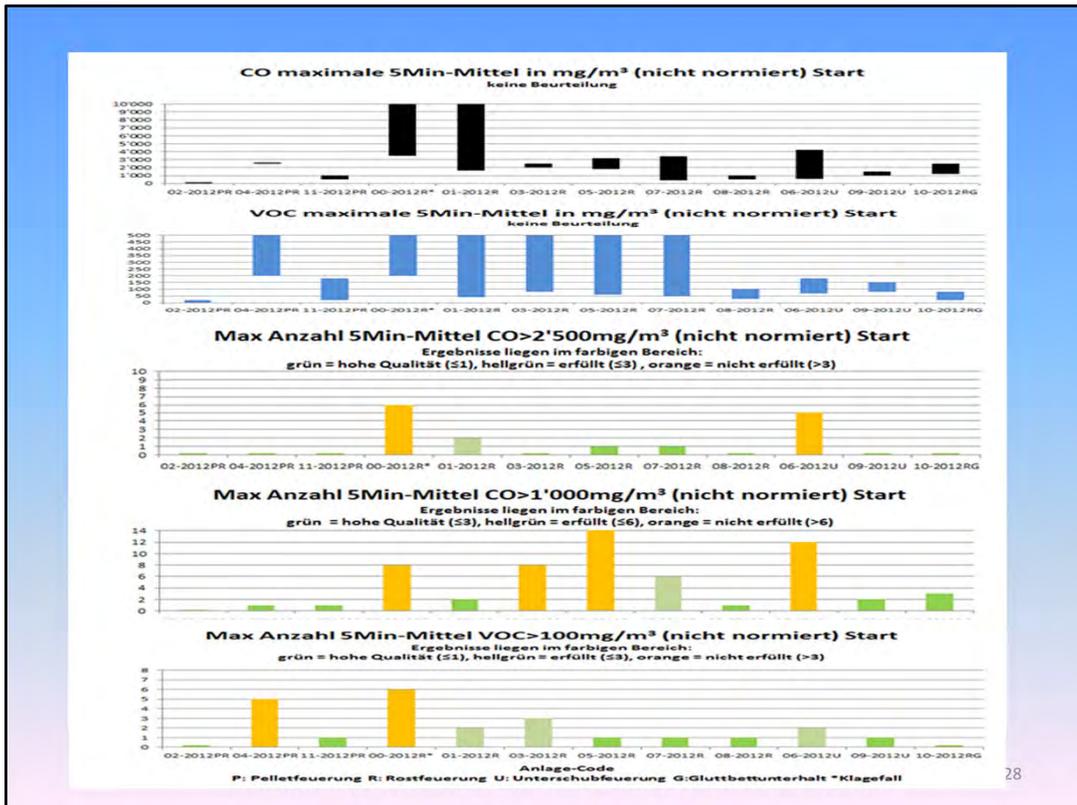
- Es wurden drei Anlage gemessen durch FH-NW Dr. Alejandro Keller
- Anlage 06-2012U, 400kW, W<35, erhöhte Emissionen bei Teilleistung -> keine nachweisbaren SOA
- Anlage 10-2012R, 180kW, W<35, tiefe Emissionen stationär und instationär -> keine nachweisbaren SOA
- Anlage 11-2012PR, 300kW, Pellets, erhöhte bei Teilleistung -> nachweisbare SOA
- Bei Anlage gemäss Stand der Technik: SOA nicht relevant

Übersicht 2012

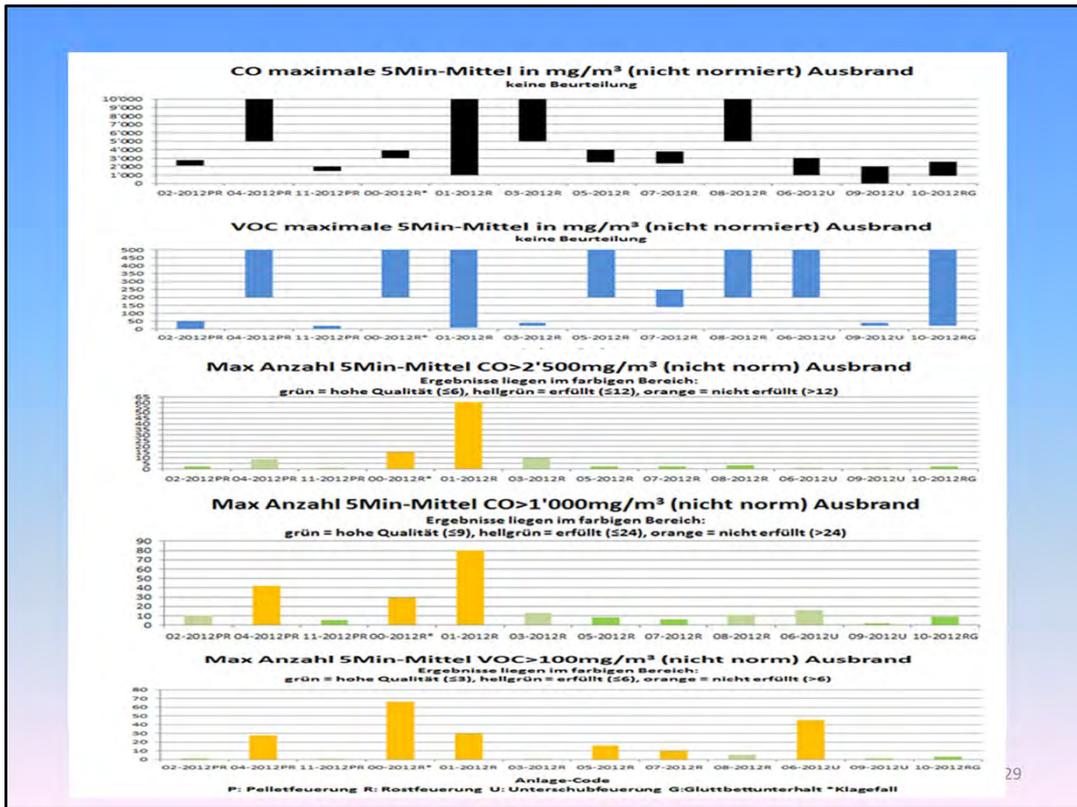


27

- Leistung 30-40% CO 2'500 Hohe Qualität: Wird von 2 von 8 Anlagen erfüllt
- Leistung 30-40% CO 1'000 Hohe Qualität: Wird von 2 von 8 Anlagen erfüllt
- Leistung 30-40% VOC 100 Hohe Qualität: Wird von 8 von 8 Anlagen erfüllt

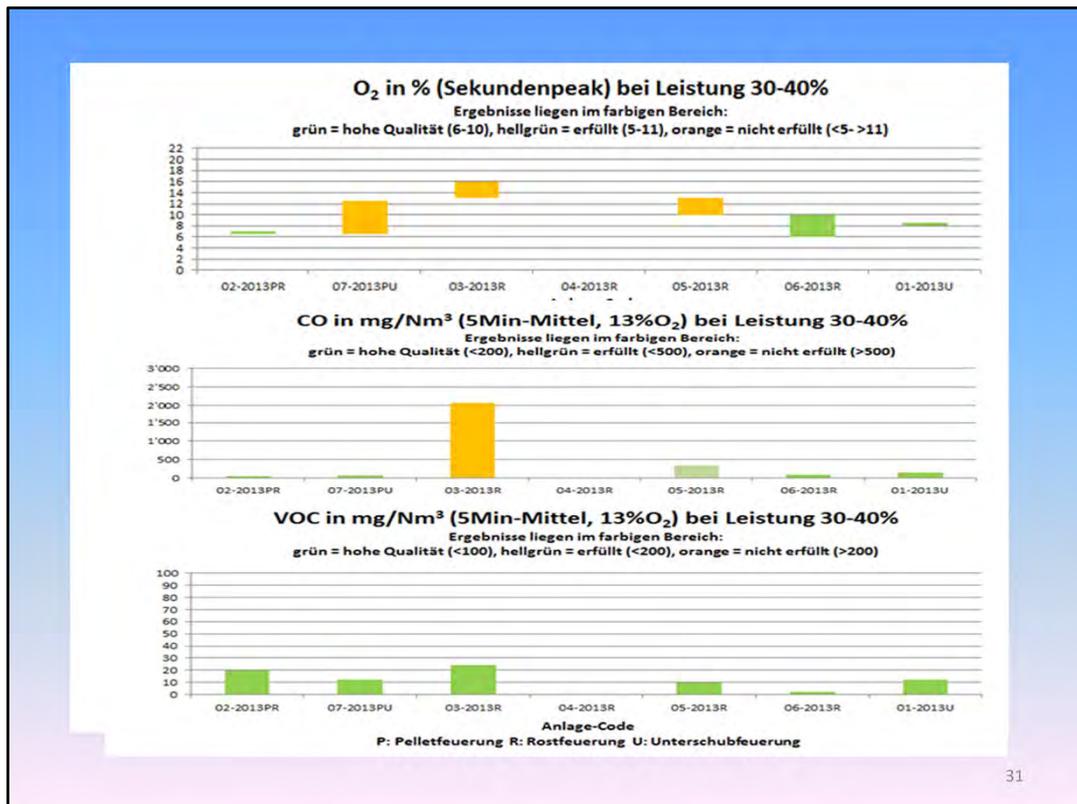


- Start CO 2'500 Hohe Qualität: Wird von 9 von 11 Anlagen erfüllt
- Start CO 1'000 Hohe Qualität: Wird von 7 von 11 Anlagen erfüllt
- Start VOC 100 Hohe Qualität: Wird von 7 von 11 Anlagen erfüllt



- Ausbrand CO 2'500 Hohe Qualität: Wird von 8 von 11 Anlagen erfüllt
- Ausbrand CO 1'000 Hohe Qualität: Wird von 5 von 11 Anlagen erfüllt
- Ausbrand VOC 100 Hohe Qualität: Wird von 6 von 11 Anlagen erfüllt

Übersicht 2013



- Leistung 30-40%: Bei guter Auslastung erreichen 4 von 6 Anlagen bei CO und VOC «Hohe Qualität»
- Leistung 30-40%: Eine Anlage konnte nicht mit Teilleistung betrieben werden, weil bei der Regelung noch grundsätzliche Probleme zu lösen sind.

Verdankungen für finanzielle Unterstützung

Bund und Kantone

- Bundesamt für Energie, BFE
- Bundesamt für Umwelt, BAFU
- UWE-LU: Messgeräte und Messungen an 10 Anlagen
- AWEL-ZH: Messungen 3 Anlagen
- AFU-SG: Messungen an 2 Anlagen
- AFU-SO: Messung an 1 Anlage

Branche

- SFIH, Holzfeuerungen Schweiz
- Firmen: Hata, Heitzmann, Lopper, Rieben, Schmid, Sigmatic, Viessmann
- Missbrauchsfond, Holzenergie Schweiz

Verdankungen für technischen Support

Personen und Institutionen

- Heinz Jenal, UGZ Stadt Zürich
- Dr. Jürgen Good, FH Luzern
- Dr. Alejandro Keller, FH NW-CH

Messfirmen

- PanAcon AG, 4617 Gunzgen
- Anapol AG, 2555 Brügg
- Schiltknecht AG, 8625 Gossau/ZH
- DELTATECH AG, 5502 Hunzenschwil
- RÜEGG ECOTEC AG, 8492 Wila
- Mess-bar GmbH, 4513 Langendorf
- Kost+Partner AG, 6210 Sursee

**Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!**

**Willi Vock
Andres Jenni**



Projekt 24 h Messungen

28. Mai 2013 AWEL, Zürich



Traktandenliste

1. Begrüssung

2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Traktandenliste

1. Begrüssung
- 2. Ziel und Zweck der 24-Messungen**
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Ziel und Zweck der 24-Messungen

- Der SFIH lancierte das Projekt um Grundlagen, Argumente zu erhalten um die hohen Anforderungen der Kantone bezüglich der Anzahl Einschaltungen zu erhalten.
- Einen Stand der Technik mit den 24h Messungen abzubilden.
- Lehren zu ziehen aus den Messungen für die Zukunft



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
- 3. Projektresultate**
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung**
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung**
 - 3.3 Emissionsanforderung**
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
- 4. Stellungnahme SFIH**
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Stellungnahme SFIH (I)

- Bei Anlagen die den Stand der Technik erfüllen sind die **Start- und Ausbrandphasen** sind **nicht problematisch!**
- Der Stand der Technik zeigt auf, dass die Anlagen in den stationären Phasen die heutigen Anforderungen auch erfüllen.
- Jede Firma hat durch die Messungen profitiert.



Stellungnahme SFIH (II)

- «Hohe Qualitätsanforderungen» sollen nur im Zusammenhang mit Förderungen gefordert werden
- Wir sind nicht verantwortlich für die Kesseldimensionierung!
- Forderungen der Kantone können nicht im stillen Kämmerlein entworfen werden, sondern sollten zusammen mit der Industrie erarbeitet werden.



«Hohe Anforderungen» Stellungnahme SFIH

Emissionen im stationären Betrieb 70 – 500kW (normiert)	Leistung 40%	Leistung 80- 100%
CO in mg/Nm ³ (5 Min-Mittel)	400	250
Staub im Reingas VDI (15 Min-Mittel)	25	25



«Hohe Anforderungen» (I)

Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage

- Brennstoff-Definition (in Bearbeitung)
- Minimale mittlere Tagesheizlast (QM Holzheizwerke Q-Leitfaden 2011)
- Maximale Anzahl Starts: 5 Starts/Tag
(entspricht bei Ganzjahresbetrieb ca. 2'000 Starts pro Jahr)



«Hohe Anforderungen» (II)

Zeithorizont

- Neuanlagen mit Förderung: «Hohe Qualität» ab 2016
- Neuanlagen ohne Förderung: «Erfüllt» ab 2016
- Neuanlagen ohne Förderung: «Hohe Qualität» ab 2020



Klagefall

Bei einem Klagefall müssen die Kriterien von «erfüllt» mit einem einfachen Messverfahren nachgewiesen werden

Emissionen im stationären Betrieb 70 – 500kW (normiert)	Leistung 40%	Leistung 80- 100%
CO in mg/Nm ³ (5 Min-Mittel)	< 500	< 500
Staub im Reingas VDI (15 Min-Mittel)	< 50	< 50



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
- 5. Stellungnahme Kanton Luzern**
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
- 6. Stellungnahme Kanton Zürich**
7. Diskussion
8. Verschiedenes



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
- 7. Diskussion**
8. Verschiedenes



Traktandenliste

1. Begrüssung
2. Ziel und Zweck der 24-Messungen
3. Projektresultate
 - 3.1 Anforderungen und Verantwortung
 - 3.2 Anforderungen und Umsetzung
 - 3.3 Emissionsanforderung
4. Stellungnahme SFIH
5. Stellungnahme Kanton Luzern
6. Stellungnahme Kanton Zürich
7. Diskussion
- 8. Verschiedenes**



Betriebsvorschriften Massnahmenplan 2014

28. Mai 2013, Walcheturm, Zürich

Angelo Papis, Emissionskontrolle

Warum Betriebsvorschriften?

-Vorbeugen ist besser als heilen.

Die Akzeptanz gegenüber Gerüchen auch aus Holzfeuerungsabgasen nimmt in dicht besiedelten Gebieten ab. Mögliche Gründe: Störende Immissionen, Investitionsschutz und erhöhtes Gesundheitsbewusstsein.

Kurze Regelbetriebsdauer mit nachfolgendem langem Glutbettunterhaltsbetrieb oder lange emissionsreiche Ausbrandphasen führen zu hohen Geruchsimmissionen. Allenfalls wird auch die erforderliche Abgastemperatur infolge starker Auskühlung für die Einschaltung der Staubabreinigung nicht erreicht.

Warum Betriebsvorschriften? -Vorbeugen ist besser als heilen.

Schwachlastbetrieb mindert die Energieeffizienz.

Gute Energieholzqualität wird voraussichtlich in Zukunft knapper und teurer werden. Schlechte Schnitzelqualität benötigt beste Verbrennungs- und Betriebsbedingungen.

Die Betriebsvorschriften sollen auch klare und transparente Spielregeln bei Konflikten zwischen Anlagebetreiber und Nachbarschaft bieten. Sie sollen bei neuen Anlagen gelten und sind im Klagefall auch bei bestehenden Anlagen eine Beurteilungsgrundlage.

Warum Betriebsvorschriften? -Vorbeugen ist besser als heilen

Überdimensionierte Holzfeuerungsanlagen führen zu Schwachlastbetrieb und sind ein lufthygienisches Problem. Auch mit dem Einbau des „besten Kessels“ ist dies schwierig wertzumachen. Es braucht Anforderungen an das System/Betriebsvorschriften, damit die nächste Generation Holzfeuerungen (die nächsten 30 Jahre!) die Voraussetzungen für einen emissionsarmen, energieeffizienten und ökonomischen Betrieb erhält!

Rechtliche Grundlagen aus der LRV

Art. 15 LRV Beurteilung der Emissionen

.....

5 Die Emissionen während der An- und Abfahrzeiten der Anlage werden von der Behörde unter Berücksichtigung der besonderen Umstände beurteilt.

Art. 16 Umgehungsleitungen und Betriebsstörungen

- 1 Eine Umgehungsleitung zum Schutze von Abgasreinigungsanlagen darf nur mit Zustimmung der Behörde verwendet werden.
- 2 Können durch die Verwendung von Umgehungsleitungen oder bei Betriebsstörungen erhebliche Emissionen auftreten, so legt die Behörde fest, welche Massnahmen zu treffen sind.

AWEL Beurteilungskriterien gemäss Art. 15 LRV:

- **Anzahl Geruchsklagen reduzieren. CO EGW als Leitwert für geruchsintensive VOC zu mindestens 80%^{1,3} eingehalten.**
- **Staub EGW zu mindestens 95%^{1,2} eingehalten.**

¹ EGW Einhaltung in % (= Regelbetriebsdauer). Dauer Feuer Ein/Flamme im Kessel. Glutbett = keine Flamme ($O_2 > 18\%$ und unerheblicher Abgasmassenstrom).

² Wird bei der Staubabreinigung die Vorgabe nicht erreicht, muss mittels Jahresmittelwert eine abschliessende Beurteilung vorgenommen werden.

³ Während 20% der Feuer Ein Dauer sind EGW durch instationäre Betriebsphasen überschritten. Aber keine übermässigen Immissionen!

Übersicht angepasste Formulierung Betriebsvorschriften als Vorschlag

Brennstoff/Betrieb	Regelbetrieb³	Schwachlastbetrieb (<30% der Volllast)
Stückholz	möglichst im Vollbrand den Wärmespeicher laden	In der Regel 1x Anfeuern/Tag
Pellet	Mind. 1h kontinuierlicher Betrieb bei Volllast oder >1h bei > Minimallast (>30%)	automatische Zündung vorgeschrieben
Bei Holzschnitzel ist der Betrieb mit automatischer Zündung vorgeschrieben ²	Mind. 12h kontinuierlicher Betrieb/Tag bei > Minimallast (>30%)	In der Regel 1x Anfeuern/Tag ¹
Glutbettunterhaltsbetrieb bei Holzschnitzel	Mind. 20h kontinuierlicher Betrieb/Tag bei > 50% der Volllast	max. 20% des Regelbetriebes (max. 4h/Tag) ¹

Übersicht angepasste Formulierung Betriebsvorschriften als Vorschlag

- ¹“**Ventilklausel**“: In der Regel 1xAnfeuern unter der Voraussetzung, dass keine übermässigen Immissionen entstehen. Bei Anlagen mit tiefen Emissionen im Anfahr-, Ausbrand- und Glutunterhaltsbetrieb, darf die Behörde unter bestimmten Voraussetzungen die Anzahl Starts pro Tag bei trockenen Schnitzel erhöhen, Glutbettunterhaltsbetrieb bei trockenen Schnitzel zulassen und die geforderte minimale Regelbetriebsdauer reduzieren, solange keine übermässigen Immissionen entstehen oder die minimal geforderte Abreinigungsleistung des Staubabscheiders erreicht wird. Nachweispflicht beim Betreiber.
- ² Soweit technisch möglich. **Glutbettunterhalt erst, wenn Betrieb mit automatischer Zündung technisch nicht möglich ist** (z.B. grosse Holzheizkessel ab 1000 kW oder bei zu feuchtem Brennstoff).
- ³ Regelbetrieb bedeutet, dass Emissionsgrenzwerte noch eingehalten werden. Wird bei Emissionskontrolle überprüft.

Mögliche Erleichterungen, wenn die Voraussetzungen/AWEL Beurteilungskriterien erfüllt sind (*)

Anforderung	Rostfeuerung	Unterschubfeuerung	Pellet
Systemanforderung bei automatischer Zündung	12h/24h Anzahl Feuer Ein 1 (max. 4)	12h/24h Anzahl Feuer Ein 1 (max. 5)	1h NWL Anzahl Feuer Ein 1 (max. 6)
Systemanforderung bei Glutbettunterhalt	20h (min16h)/24h Anzahl Feuer Ein 1 (max. 2)	20h (min. 16h)/24h Anzahl Feuer Ein 1 (max. 2)	-

***Nachweispflicht über 24 Stundenmessung, wenn Staubabreinigungsvorgabe nicht erreicht wird oder im Klagefall.**

Struktur der Emissionsmessungen bei Holzfeuerungen im Kanton Luzern ab Winter 2013 / 2014

	Abnahmemessung von Geförderte Anlagen	Abnahmemessung	Periodische Messungen
40 – 70 kW FWL Ab Januar 2014	<ul style="list-style-type: none"> - Vereinfachtes Verfahren nach Messempfehlung BAFU für Brennstoff a und b - Marktöffnung 		
70 – 250 kW FWL	<ul style="list-style-type: none"> - VDI - Bei min. Teillast und Volllast >90% - Je 2x15 Min. Messdauer 		<ul style="list-style-type: none"> - Vereinfachtes Verfahren - Alternierend min. Teillast und Volllast >90% - 2x15 Min. Messdauer
250 – 500 kW FWL	<ul style="list-style-type: none"> - VDI - Bei Teillast 30% und Volllast >90% - Je 2x15 Min. Messdauer 		<ul style="list-style-type: none"> - Vereinfachtes Verfahren - Alternierend Teillast 30% und Volllast >90% - 2x15 Min. Messdauer
> 500 kW FWL	<ul style="list-style-type: none"> - VDI - Bei Teillast 30% und Volllast >90% - Je 2x15 Min. Messdauer 		<ul style="list-style-type: none"> - VDI - Alternierend Teillast 30% und Volllast >90% - 2x15 Min. Messdauer
Beurteilung	<ul style="list-style-type: none"> - Nach LRV 		

	Geförderte Neuanlagen	Neuanlagen	Altanlagen
Qualitätsicherung	- 24 h Messung, bezahlt uwe	- 24 h Messung, bezahlt uwe	- 24 h Messung, bezahlt uwe
QS Beurteilung	- Ab 2014 hohe Qualität	<ul style="list-style-type: none"> - Ab 2014 Qualität erfüllt - Ab 2016 hohe Qualität 	- Ab 2014 „Qualität erfüllt“ im Klagefall

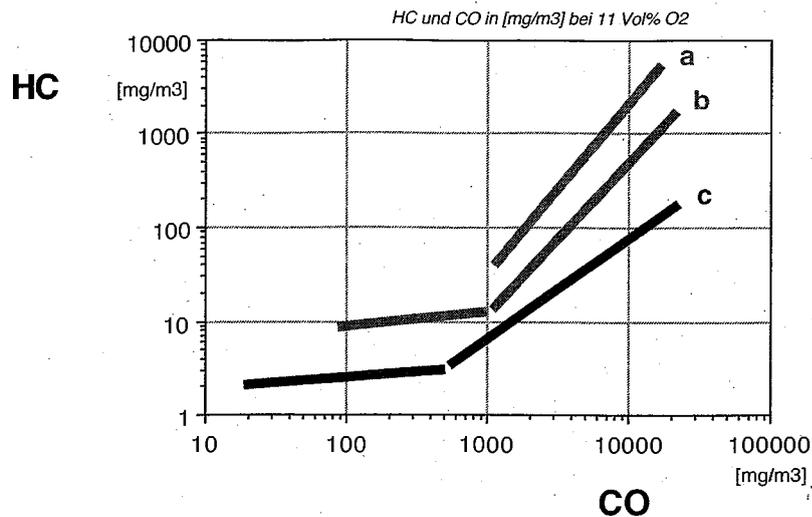


Abbildung 6 Korrelation zwischen Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxidemissionen bei Holzfeuerungen: a) Cheminée geschlossen, b) Stückholzkessel mit unterem Abbrand, c) Unterschubfeuerung, [Nussbaumer 1989].

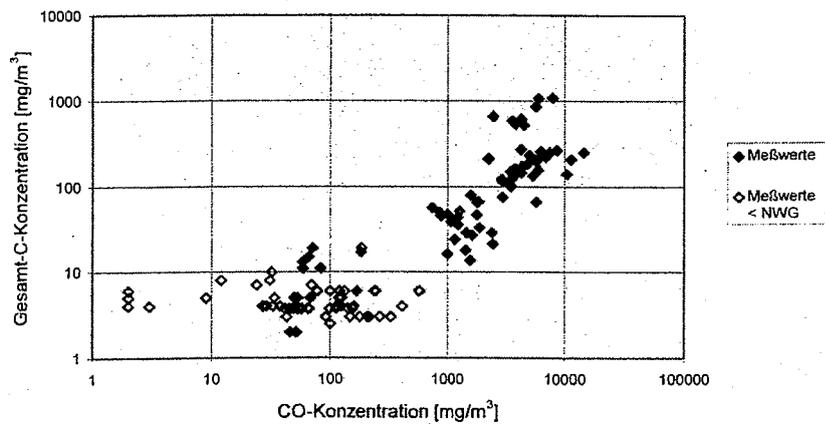


Abbildung 7 Korrelation zwischen Kohlenwasserstoff- und Kohlenmonoxidemissionen bei Verbrennung von Holzschnitteln, Rinde, Spänen und Spanplatten in Stückholz-, Unterschub- und Rostfeuerungen [Schmoekel et al. 1997].

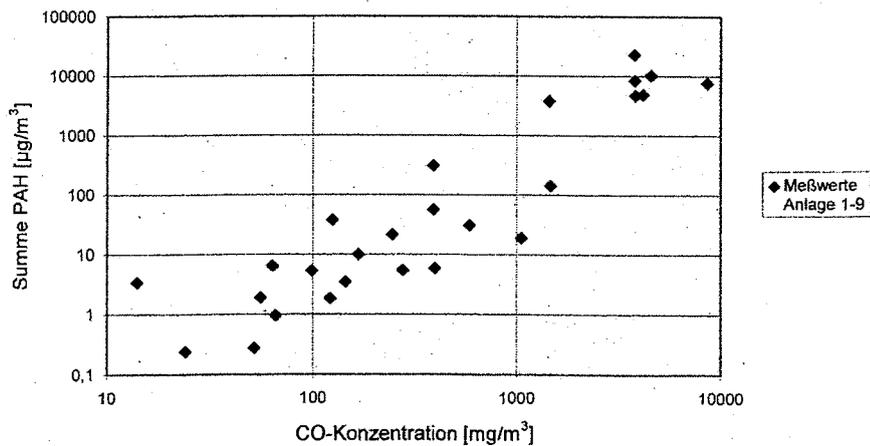


Abbildung 8 Korrelation zwischen PAK- und Kohlenmonoxidemissionen [Schmoekel et al. 1997].