

Schlussbericht 2014 (Stand Juli 2014)

QS-Support Holzfeuerungen

- Klagefälle und technischer Support
- Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik und Vollzug LRV
- Olfaktometrie
- Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten
- Brennstoff-Qualität anhand der Bildanalyse



Filter der beheizten Sonde einer guten Anlage (weiss)



Filter der beheizten Sonde einer schlechten Anlage (schwarz)

Kontaktstelle:

Ingenieurbüro Willi Vock
Ausserdorfstrasse 39
CH-8933 Maschwanden
Tel 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

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Einleitung	8
2. Klagefälle und technischer Support	10
2.1. Übersicht	10
2.2. Technischer Support mit Gutachten	10
2.3. Klagefälle	12
3. Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik	12
3.1. Grundlagen	12
3.2. Messresultate der Mess-Serie Okt 2013 und März 2014	18
3.3. Messberichte für Vollzug der LRV, Beispiele für gute/schlechte Anlagen	21
4. Emissionsnachweis für VOC, Staub und sekundäre Aerosole	22
5. Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten	25
6. Brennstoff-Qualität	34
6.1. Bildanalyse für die Kornverteilung an Holzhackschnitzel	34
6.2. Projektskizze für BAFU Abteilung Wald	36
7. Geschwindigkeitsprofile im Abgaskanal	36
8. Schlussfolgerungen	37
9. Weiteres Vorgehen	39
Literatur	42

Hinweis: In dieser Berichtversion sind nur die fettgedruckten Anhänge enthalten

Anhang

- **Anhang 1: Standardbeurteilungen Oktober 2013 und März 2014**
- **Anhang 2: Anlagevergleich mit Standardbeurteilungen Oktober 2013 und März 2014**
- **Anhang 3: Beispiel-Messbericht uwe-LU für Vollzug LRV einer guten Anlage (ohne Anhang)**
- **Anhang 4: Beispiel-Messbericht uwe-LU für Vollzug LRV einer schlechten Anlage (ohne Anhang)**
- Anhang 5A: Vergleichsmessungen rbr J2KN-Ultramat23 14bis19-09-2013 (Verlauf)
- Anhang 5B: Vergleichsmessungen rbr J2KN-Ultramat23 14bis19-09-2013 (5Min-Mittel)
- Anhang 6A: Vergleichsmessungen rbr J2KN-Ultramat23 25bis30-09-2013 (Verlauf)
- Anhang 6B: Vergleichsmessungen rbr J2KN-Ultramat23 25bis30-09-2013 (5Min-Mittel)
- Anhang 7A: Staubbmessungen SM500 (Wöhler) Mess-Serie Oktober 2013 (Verlauf und 5Min-Mittel)
- Anhang 7B: Staubbmessungen SM500 (Wöhler) Mess-Serie Oktober 2013 (Verlauf Staubmasse)
- Anhang 8: Staub- und Vergleichsmessungen Testo 380 Mess-Serie März 2014
- Anhang 9: Geschwindigkeitsprofil im Abgaskanal
- Anhang 10: Geruchsmessung KBP, 3007 Bern
- **Anhang 11: Anlagen mit Begleitung durch QM Holzheizwerke**

Verdankungen für finanzielle Unterstützung

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

- **Bund und Kantone**
 - **Bundesamt für Energie, BFE**
 - **UWE-LU: Messgeräte und Messungen an 10 Anlagen**
 - **AFU-AR: Messungen an 3 Anlagen**
 - **AFU-UR: Messungen an 2 Anlagen**
 - **Private Firmen: Messung an 2 Anlagen**

Verdankungen für technischen Support

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

- **Personen und Institutionen**
 - **Umwelt und Energie, Maschwanden, Ruedi Bühler**
 - **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**
 - **Wanner Emissionsmessungen, 4501 Solothurn, Marcel Schneeberger**
 - **HAYER & BOECKER OHG, Oelde (D), Sven Vennewald, Tim Gerdes**
 - **Wöhler Messgeräte GmbH, D-33181 Bad Wünneberg, Dr. Ester**
 - **Marxer Novotech AG, 8623 Wetzikon, Andreas Rahn**
 - **Testo AG, 8617 Mönchaldorf, Daniel Kiener, Romeo Eicher**

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie und des Bundesamtes für Umwelt, den Fachstellen für Luftreinhaltung der Kantone LU, AR, UR entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren des Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Klagefälle und

Technischer Support Seit Mitte 2013 bis Mitte 2014 wurden insgesamt 105 Anfragen bearbeitet (ohne Anfragen zu laufenden Projekten). In 2 Fällen wurde auf Kosten der Parteien ein Gutachten durch Q-Beauftragte von QM Holzheizwerke (Ruedi Bühler und Andres Jenni) erstellt. Ausserdem wurde ein neuer Klagefall aufgenommen und ein alter Klagefall weiterbearbeitet. Ein technisches Gutachten ist noch in Bearbeitung. In der vorigen Heizperiode wurden 3 Klagefälle und vor zwei Jahren total 8 Klagefälle bearbeitet. Es zeigt sich somit, dass die Anzahl der Klagefälle stetig abgenommen hat.

Messresultate

24h-Messungen

In Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen LU, AR, UR sowie mit zwei privaten Betreibern von Holzfeuerungen konnten in der Heizperiode 2013/14 insgesamt 17 Holzfeuerungen gemessen und beurteilt werden. Dazu wurden die bisherigen Kriterien für drei verschiedene Qualitätsstufen unverändert angewendet: „Hohe Qualität“, „Erfüllt“, „Nicht erfüllt“. Diese Standard-Beurteilungen beinhalten mehrere Beurteilungskriterien für verschiedene Betriebszustände und sind im **Anhang 1 und 2** für alle Anlagen zusammengestellt.

Hinweis: Zum Vergleich werden nachfolgend jeweils der Ergebnisse der Messungen im Oktober 2012 in Klammer aufgeführt. Wo die Angaben fehlen, sind keine Ergebnisse aus früheren Messungen verfügbar. Die Prozent-Angaben für Start, Ausbrand und Glutbettunterhalt (z.B. 88/75/71%) enthalten den Anteil der Anlagen die erfüllt haben für alle drei Beurteilungskriterien ($CO < 2'500 / CO < 1'000 / VOC < 100 \text{mg/m}^3$).

Die Messungen während der Übergangszeit Okt 2013 und März 2014 zeigen, dass bei den Kriterien zur Auslastung (tiefe Anzahl Starts, lange Laufzeiten) deutliche Verbesserungen erreicht wurden. Bei der Anzahl Starts pro Jahr erreichen 88% (30%) der Anlagen „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ und 47% (30%) der Anlagen erreichen „Hohe Qualität“. Nur noch eine von 17 Anlagen weist Laufzeiten von weniger als 4h pro Tag auf.

Bei den CO-Emissionen im stationären Betrieb bei 30-40% Leistung erreichen 70% (50%) der Anlagen „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“. Der Anteil von Anlagen mit „Hoher Qualität“ ist auf 40% (25%) angestiegen. Bei den VOC-Emissionen erreichen 100% (100%) der Anlagen „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ und 88% (100%) der Anlagen „Hohe Qualität“.

Bei den CO-Emissionen im stationären Betrieb bei 50-70% Leistung erreichen 38% (60%) der Anlagen „Erfüllt“. Keine der Anlagen hat „Hohe Qualität“, vorige Heizperiode 40%. Diese Entwicklung erstaunt, weil in der Regel die CO-Emissionen bei mittlerer Teilleistung eher tief sind. Bei den VOC-Emissionen erreichen 71% (100%) der Anlagen „Hohe Qualität“. Mit „Erfüllt“ gibt es wie letztes Jahr keine Anlagen.

Messresultate

24h-Messungen

Bei den CO-Emissionen im stationären Betrieb bei 80-100% Leistung erfolgt keine Kommentierung, weil nur 3 Anlagen für diese Leistung beurteilt werden konnten (d.h. während der Messzeit wurde diese Leistung gar nie benötigt).

In der Startphase werden die Anforderungen für CO und VOC für „Hohe Qualität“ und „Erfüllt“ von 88/75/71% (83/67/83%) der Anlagen erreicht. Die Kriterien für „Hohe Qualität“ erreichen 69/56/50% (75/50/58%). Die teilweise leichte Verschlechterung im Vergleich zu Okt 2012 könnte mit den feuchteren Brennstoffen dieser Heizsaison zusammenhängen.

In der Ausbrandphase werden die Anforderungen für CO und VOC für „Hohe Qualität“ und „Erfüllt“ von 80/70/38% (83/75/50%) der Anlagen erreicht. Die Kriterien für „Hohe Qualität“ erreichen 60/30/38% (67/42/42%). Die teilweise leichte Verschlechterung im Vergleich zu Okt 2012 könnte ebenfalls mit den feuchteren Brennstoffen dieser Heizsaison zusammenhängen. Ausserdem gibt es Hinweise, dass bei erhöhten Emissionen im stationären Betrieb auch die Emissionen im Ausbrand erhöht sind.

Im Glutbettbetrieb werden die Anforderungen für CO und VOC für „Hohe Qualität“ und „Erfüllt“ von 71/100/43% der Anlagen erreicht. Die Kriterien für „Hohe Qualität“ erreichen noch 57/43/43%. Keine Anlage wurde mit „Erfüllt“ bewertet.

Beispiel

gute Anlage

Das Beispiel einer Anlage mit gutem Betrieb gemäss Messbericht in **Anhang 3** zeigt, dass auch während Betriebsphasen mit langem Glutbettunterhalt (6xBrennstoffeinschub, während 7h) die CO- und VOC-Emissionen sehr tief sein können und die Kriterien für „Hohe Qualität“ erfüllt werden. Bisher ist man davon ausgegangen, dass der Glutbettunterhalt nicht länger als 3-4h dauern sollte, da sonst die Emissionen zu hoch würden. Dies zeigt, dass solche Kriterien schnell überholt sind und sich daher nur bedingt als Anforderung für den Vollzug eigenen (z.B. Betriebsvorschriften). *Hinweis: Auf dem Titelbild des vorliegenden Berichtes ist links der Filter der beheizten Sonde einer guten Anlage abgebildet (weisse Staubablagerungen).*

Beispiel

schlechte Anlage

Im Beispiel einer Anlage mit schlechtem Betrieb gemäss Messbericht in **Anhang 4** wird aufgezeigt, dass es nur wenige stationäre Betriebsphasen gibt in denen drei aufeinanderfolgende 5Min-Mittel unter dem CO-Grenzwert der LRV für Feuerungsleistungen unter 1MW von 500mg/Nm³ (bezogen auf 13% O₂) liegen. Es gibt aber auch Betriebsphasen in denen kein 5Min-Mittel unter dem Grenzwert der LRV liegt (z.B. 24.03. ab 21:30Uhr). Die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung werden daher nur vereinzelt eingehalten. Da es sich um eine kleinere Feuerung (100kW) mit erfolgreicher Typenprüfung handelt, stellen sich zwei Fragen. Wie können solche Geräte die Typenprüfung bestehen? Ist dies nach wie vor eine Folge des erlaubten Eingriffs von Hand auf dem Prüfstand bei der Umstellung von Teil- auf Vollast? Wie können

solche Anlage eine Abnahmemessung gemäss LRV erfolgreich bestehen?
Hinweis: Auf dem Titelbild des vorliegenden Berichtes ist rechts der Filter der beheizten Sonde einer schlechten Anlage abgebildet (schwarze Staubablagerung).

- Anreize für Branche** Damit Anreize für die Branche zur Weiterentwicklung der Verbrennungstechnik geschaffen werden können, sollten die Ergebnisse der 24h-Messungen von guten Anlagen auf einer geeigneten Internetplattform publiziert werden.
- Emissionsnachweis** Die bisher im Rahmen der 24h-Messungen verwendete Beurteilung der VOC-5Min-Mittelwerte grösser $100\text{mg}/\text{m}^3$ konnte anhand von olfaktometrischen Geruchsmessungen bestätigt werden. Unterhalb solcher VOC Konzentrationen sind die Gerüche kaum wahrnehmbar und es ist nicht mit Geruchsbelästigungen wegen übermässigen Emissionen zu rechnen. Weitere Messungen mit feuchten Brennstoffen sind mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und falls die kleinere Klimakammer messbereit ist, auch mit dem PSI geplant. Soweit möglich sollten auch weitere Messungen mit dem FID erfolgen. Diese Aktivitäten sollten im Rahmen eines grösseren geplanten Projektes durch die Hochschule Luzern/verenum weitergeführt werden können.
- Vergleichsmessungen** Mit dem kompakten Messgerät rbr J2KN steht für 24h-Messungen ein kostengünstiges und einfach zu bedienendes Messgerät zur Verfügung. Während rund 10x24h wurden eine sehr gute Messgenauigkeit und hohe Zuverlässigkeit bei Heizraumtemperaturen bis $+47^\circ\text{C}$ erreicht. Leider war das Gerät nach diesen Messungen nicht mehr einsatzfähig. Für einen wirtschaftlichen Einsatz in der Praxis müsste das Gerät über eine längere Zeit einsetzbar werden können. Vergleichende Langzeitmessungen für vereinfachte CO-Messgeräte sollten daher weitergeführt werden.
- Die bisherigen Verbesserungen (separate Sondenheizung) am on-line Staubmessgerät Wöhler SM500 haben für Langzeitmessungen (länger als 30Min) nicht die erhofften Erfolge gebracht. Allerdings haben frühere Vergleichsmessungen [1] gezeigt, dass für Kurzzeitmessungen (bis max 30Min) die Messergebnisse gut mit der Referenzmessung (VDI) übereinstimmen (10 von 12 Vergleichsmessungen liegen im gegenseitigen Messbereich für Brennstoff-Feuchte bis W42). Für einen erfolgreichen Praxiseinsatz für Dauermessungen (über 30Min) bei Anlagen mit feuchten Waldhackschnitzel sind daher weitere Verbesserungen erforderlich (Gasheiztemperatur 75°C ist vermutlich zu tief). Für Kurzzeitmessungen bis 30Min ist das Messgerät geeignet.
- Die drei Vergleichsmessungen mit dem on-line Staubmessgerät Testo 380 und der VDI-Messung haben eine gute Übereinstimmung gezeigt. Allerdings scheint das Gerät bei der geprüften Feuerung mit relativ groben Staubpartikel eher zu tiefe Staubkonzentrationen anzuzeigen. Die Empfindlichkeit des Gerätes auf feuchte Brennstoffe konnte nicht abschliessend geprüft werden.

- Brennstoff-Qualität** Die Brennstoff-Qualität steht am Anfang des Verbrennungsprozesses und bildet somit die Voraussetzung zur Erreichung tiefer Emissionen, hoher Effizienz, wartungsarmem und wirtschaftlichem Betrieb der Anlagen. Vorallem Hersteller von kleinen Anlagen kennen häufig die Mindestanforderungen für die Brennstoffe zuwenig exakt. Mit einer praxisgerechten und kostengünstigen Qualitätskontrolle der Brennstoffe könnten viele Betriebsprobleme (Klagen wegen Geruchsemissionen, Verschlackungsprobleme, Rostverschleiss etc.) effizienter und kostengünstiger angegangen werden. Die grössten Unsicherheiten bestehen bei der Überprüfung der Kornverteilung von Holzhackschnitzeln (die übrigen Parameter wie Wassergehalt und Heizwert sind weniger kritisch). Wie neuste Forschungsergebnisse zeigen, erweist sich die Bildanalyse (Scanning) für die Überprüfung der Kornverteilung bei Holzhackschnitzeln weit genauer und effektiver als Siebungen. Entsprechende Normen sind in Bearbeitung. In der Schweiz sollte eine Prüfstelle mit Bildanalyse für die umfassende und kompetente Überprüfung der Brennstoff-Qualität von Holzhackschnitzeln zur Verfügung stehen. Damit könnten insbesondere auch das Qualitätsbewusstsein bei den Brennstoff-Lieferanten gefördert und wichtige Inputs für die Überarbeitung der Brennstoff-Normen durch QMH gewonnen werden.
- QM Holzheizwerke** Für die Umsetzung der Anforderungen von QM Holzheizwerke (QMH) zur Auslastung der Feuerungsanlage im Vollzug sollten alle neuen automatisch beschickten Holzfeuerungen über eine Prozess-Visualisierung verfügen. Die relevanten Betriebsparameter sollten damit bis ein Jahr zurück abgefragt werden können (Prozess-History). Die heutigen Forderungen für Planer sollten durch QMH in praxisgerechte Muss-Forderungen für den kantonalen Vollzug umgearbeitet werden. Insbesondere sollten auf der Basis der bereits vorliegenden Messstellen-Listen von QMH zusätzlich einheitliche Vorgaben für die Erfassung und Überprüfung der massgeblichen Betriebsparameter für den Praxisbetrieb erarbeitet werden (differenziert nach Anlagengrössen). Ausserdem sollten auch Vorgaben für die Überprüfung der minimalen Verfügbarkeit von Elektrofilter entwickelt werden. Für die Umsetzung der beschriebenen Massnahmen sollte die Planung und Durchführung der 24h-Messung in der kommenden Heizperiode in enger Zusammenarbeit mit QMH erfolgen.
- Abnahmemessung** Für praxisgerechte Abnahmemessungen im Rahmen des kantonalen Vollzugs der LRV sollten alle neuen automatisch beschickten Holzfeuerungen über einen Lastwahlschalter für 30% und 90-100% Leistung verfügen.

1. Einleitung

QS-Support

Rückblick

Zu Beginn der Heizperiode 2010/11 wurden die kantonalen Fachstellen für Luftreinhaltung über die Zielsetzung von QS-Support Holzfeuerungen detailliert informiert und aufgrund des nachgewiesenen Bedarfs die Etablierung einer gleichlautenden Geschäftsstelle angekündigt. Oberste Priorität hatte bereits damals der effiziente Betrieb von Holzfeuerungen mit minimalen Schadstoff-Emissionen. Offene Fragen und Lücken im Bereich Qualitätssicherung von Holzfeuerungen sollten gezielt mit Projekten in Zusammenarbeit mit interessierten Partnern (BAFU, kantonale Fachstellen, Firmen, Branchen) angegangen:

- Im Rahmen eines Ausbildungsprojektes wurden Servicefachleute von 7 Firmen für den emissionsarmen Betrieb von Holzfeuerungen geschult. Im Anschluss wurden bis Ende 2011 mit den Messgeräten des UWE vom Kanton LU an insgesamt 19 Anlagen Erfolgskontrollen mit 24h-Messungen in Zusammenarbeit mit verschiedenen kantonalen Lufthygienefachstellen durchgeführt.
- Während der Heizsaison 2012/13 wurden in Zusammenarbeit mit Kantonen, dem Branchenverband SFIH und 7 interessierten Firmen an weiteren 18 Anlagen 24h-Messungen durchgeführt. Dabei wurden eher trockene Brennstoffe untersucht.
- Weitere 24h-Messungen wurden während der Heizsaison 2013/14 mit Kantonen durchgeführt (vorliegender Bericht). Insgesamt wurden 17 Messungen mit möglichst feuchten Brennstoffen durchgeführt.

QS-Support

Arbeitsbereiche

Die Arbeiten von QS-Support zum Stand Technik von automatisch beschickten Holzfeuerungen über 70kW gliedern sich grundsätzlich in zwei Bereiche:

- Bereich 1: Erfolgskontrolle mit 24h-Messungen im Rahmen der kantonalen Förderung von Holzfeuerungen und dem kantonalen Vollzug der Luftreinhalte-Verordnung (LRV)
- Bereich 2: Ergänzende und beratende Aktivitäten zur Technologie-, Innovations- und Qualitäts-Förderung für die emissionsarme, effiziente und wartungsarme Holzverbrennung

Bereich 1

Für neu installierte Holzfeuerungen fordern die Kantone einen hohen Stand der Technik bezüglich Emissionen und Effizienz. Vorallem für Anlagen, die im Rahmen der kantonalen Förderprogramme finanziell unterstützt werden, muss die Planung mit den Hilfsmitteln von QM Holzheizwerke erfolgen und mit einer Erfolgskontrolle (Meilenstein 5) abgeschlossen werden. Zusätzlich werden die Anlagen stichprobenweise mit 24h-Messungen über drei Tage im Praxisbetrieb über alle Betriebsphasen und bei ausgeprägtem Schwachlastbetrieb in der Übergangszeit gemessen und beurteilt. Für geförderte Anlagen werden die strengsten Beurteilungskriterien (Hohe Qualität) angewendet. Zur

Verbesserung der gemessenen Anlagen und für die Weiterentwicklung des Standes der Technik werden in den Messberichten zuhanden der Firmen konkrete Optimierungsvorschläge unterbreitet. Gleichzeitig werden mit diesen Stichproben-Messungen die Vollzugsmessungen der kantonalen Fachstellen im Rahmen der Luftreinhalte-Verordnung überprüft (Klagen nach Abnahmemessungen). Die Kantone erhalten damit gleichzeitig wichtige Hinweise für einen effizienten und praxisnahen Vollzug der LRV. Die Kosten für die Aktivitäten in diesem Bereich werden in der Regel von den kantonalen Fachstellen und teilweise auch von Branchenverbänden und Firmen übernommen.

Bereich 2

Die Arbeiten im Bereich 2 erfolgen auf der Basis der Arbeiten im Bereich 1. Es werden Untersuchungen vorangetrieben, welche wichtige Zusammenhänge klären und mithelfen, dass massgebliche Wissenslücken geschlossen werden können. Die Kosten in diesem Bereich werden durch das BFE und teilweise das BAFU finanziert. Folgende Schwerpunkte wurden bis jetzt bearbeitet:

- Durch die Ergänzung der CO-Messungen mit VOC-Emissionen (FID-Technik) und olfaktometrischen Geruchsmessungen, konnten wichtige Zusammenhänge zwischen CO und Geruchsimmissionen aufgezeigt und die aktuellen Beurteilungskriterien überprüft werden.
- Anhand der begleitenden Untersuchungen durch die Fachhochschule Nordwestschweiz (Dr. Alejandro Keller) konnte nachgewiesen werden, dass die Emissionen an sekundären Aerosolen bei automatisch beschickten Holzfeuerungen mit trockenen Brennstoffen gemäss neusten Stand der Technik nicht relevant sein dürften.
- Weil die Brennstoff-Qualität für die emissionsarme, effiziente und wartungsarme Verbrennungstechnik von Holzbrennstoffen entscheidend ist, wurden im Kontakt mit dem Technologie und Förderzentrum Straubing, Deutschland (Dr. Hans Hartmann und Dr. Daniel Kuptz) aussichtsreiche Verfahren für die Bestimmung und Überprüfung der Stückigkeit (Bildanalyse) an den Brennstoffen der gemessenen Anlagen getestet. Beim BAFU-Wald wird zurzeit eine entsprechende Projekteingabe im Rahmen des Aktionsplanes Holz geprüft und vorbereitet.
- Damit in Zukunft kostengünstige vereinfachte Messmethoden für 24hCO- und Staubbmessung (on-line) zur Verfügung stehen, wurden Testmessungen mit aussichtsreichen Neuentwicklungen (Wöhler SM500, Testo380, rbrJ2KN) vorgenommen.
- Von den kantonalen Fachstellen gemeldete Klagefälle und technischen Probleme wurden angegangen, Lösungen vorgeschlagen und beurteilt. Grundsätzlich wird nur eine beschränkte Erstberatung angeboten (keine kostenlose Beratung für Private). Eine weitergehende Bearbeitung ist kostpflichtig und wird durch Q-Beauftragte von QM Holzheizwerke durchgeführt.

2. Klagefälle und technischer Support

2.1. Übersicht

Anfragen Insgesamt wurden 105 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 Q-Beauftragte von QM Holzheizwerke (Andres Jenni und Ruedi Bühler).

Die Anzahl Anfragen können wie folgt zugeteilt werden:

• Gesetzliche Anforderungen	29
• Emissionen	56
• Brennstoff-Qualität	1
• Vereinfachte Messung	4
• Diverses	15
• Total	105

**Weitergehender
Technischer Support
und Klagefälle**

Insgesamt wurden drei Gutachten für Pelletfeuerungen und für ein Industriebackofen erstellt und zwei frühere Klagefälle wurden nochmals aufgenommen bzw. an den Hersteller weitergeleitet. Zusätzlich ist ein neuer Klagefall eingegangen. Eine Anfrage zu den Dienstleistungen von QM wurde direkt an die Geschäftsleitung von QM Holzheizwerke weitergeleitet.

Weitere Beratungen Zu folgenden Aktionen wurden Hilfestellungen und Texte verfasst:

- Referat für das Treffen der beteiligten Kantone beim Labor der Urkantone vom 23.Okt. 2013
- Vorbereitung und fachliche Beratung für die Diskussion zum weiteren Vorgehen bezüglich 24h-Messungen und QM Holzheizwerke vom 26. Mai 2014 beim uwe LU

2.2. Technischer Support mit Gutachten

Übersicht In 2 Fällen wurde auf Kosten der Parteien ein Gutachten durch das Büro Umwelt und Energie, Ruedi Bühler, 8933 Maschwanden erstellt. In beiden Fällen waren Pelletheizungen betroffen. Die Fälle werden nachfolgend beschrieben:

Pelletheizung 1 Situation: Die Doppelkessel-Anlage mit einer Leistung von 2x36kW hat einen Speicher von 800Liter und versorgt eine Liegenschaft mit Raumwärme und ganzjährig auch mit Warmwasser.

Problem: Der Pelletverbrauch und damit die Kosten sind viel höher als erwartet. Beanstandet werden ausserdem Ablagerungen von schwarzer

Flugasche und hoher Russanfall im Kessel und im Kamin. Die Handaufzeichnungen des Betreibers haben ergeben, dass statt der gemäss Empfehlungen des SFIH 1'000 Start pro Jahr (Anlagen unter 100kW) effektiv ca. 10'800 Starts erfolgen. Die Anzahl Start müsste drastisch reduziert werden um die Effizienz der Anlage zu erhöhen und den Staubauswurf zu vermindern.

Pelletheizung 1

Konsequenz: Der Bauherr hat in der Zwischenzeit einen Wärmehähler eingebaut. Damit kann nun der Tagesverbrauch ermittelt und die effektive Lastkennlinie eingebaut werden. Der Kessellieferant ist zurzeit daran die Gründe für die hohe Zahl der Ein/AUS-Schaltungen herauszufinden und zu beheben.

Pelletheizung 2

Situation: Die Anlage mit einer Leistung von 156kW hat einen Speicher von 2x1'000Liter und versorgt 4 Liegenschaften mit Raumwärme und ganzjährig auch mit Warmwasser.

Problem: Während den Kälteperioden kann in den obersten Wohnungen der Häuser die gewünschte Raumtemperatur nicht erreicht werden.

Konsequenz: Der mit zwei Varianten näherungsweise berechnete Leistungsbedarf ist in beiden Fällen tiefer als die Nennleistung des Kessels. Daher sollte durch einen örtlichen Heizungsfachmann abgeklärt werden, ob die Ursache für die mangelnde Wärmeversorgung bei der Wärmeverteilung oder der Wärmeabgabe an die Gebäude liegt. Durch die Installation eines Wärmehählers kann überprüft werden, ob der Pelletkessel die erforderliche Leistung erbringt. Ausserdem kann damit der effektive Wärmebedarf des Gebäudes und der Jahresnutzungsgrad der Feuerung ermittelt werden. Aufgrund der gemäss QM-Anforderungen zu geringen Pufferspeicherkapazität und des zu tiefen minimalen mittleren Tagesleistungsbedarfs, könnte auch eine hohe Anzahl EIN/AUS-Schaltungen vorliegen und zu verminderter Effizienz der Feuerung und zu Geruchsproblemen führen. Auch könnten Probleme bei der Pelletfeuerung selber eine weitere Ursache sein. Dazu ist eine Analyse vor Ort nötig, für welche bisher noch kein Auftrag besteht.

Pelletheizung 3

Situation: Anlage mit einer Leistung von 100kW

Problem: Der Rost der Feuerung muss häufig gereinigt werden.

Konsequenz: Die Schwächen des Produktes sind bekannt. Zusammen mit dem Hersteller wird nach einer technischen Lösung gesucht.

Industriebackofen

Situation: Zwei Pelletbrenner mit einer Gesamt-Leistung grösser 70kW

Problem: Roststäbe neigen zu Verstopfung, dies führt zu instabilen Betrieb. In der Folge können die Grenzwerte der LRF nicht eingehalten werden.

Konsequenz: Die Schwächen des Produktes sind bekannt. Zusammen mit dem Hersteller wird nach einer technischen Lösung gesucht.

2.3. Klagefälle

Übersicht	<p>Während der Heizsaison 2013/14 wurde ein früherer Klagefall (Restholzfeuerung in einer Schreinerei) von einer kantonalen Fachstelle nochmals gemeldet. Auf der Basis der bisherigen 24h-Messungen wird zurzeit mit dem Hersteller das weitere Vorgehen abgeklärt. Zudem wird ein neuer Klagefall (vgl unten) bearbeitet. In der vorigen Heizperiode wurden 3 Klagefälle und vor zwei Jahren total 8 Klagefälle bearbeitet. Es zeigt sich somit, dass die Anzahl der Klagefälle stetig abgenommen hat.</p>
Pelletheizung	<p>Situation: Anlage mit einer Leistung von 100kW und E-Filter</p> <p>Problem: Es werden schwarze Russpartikel ausgestossen und der Rost der Feuerung muss jede Woche von Anbackungen befreit werden.</p> <p>Konsequenz: Das gleiche Produkt gab bereits früher Anlass zu Klagen und musste in der Folge ersetzt werden, weil die störenden Staubemissionen und die betrieblichen Probleme nicht befriedigend gelöst werden konnten.</p>

3. Projekt 24h-Praxismessungen zum Stand der Technik

3.1. Grundlagen

Ausganglage	<p><i>Stand der Technik:</i> Der heutige Stand der Technik für stationäre und instationäre Betriebsphasen von automatisch beschickten Holzfeuerungen mit trockenen Brennstoffen konnte abschliessend aufgezeigt werden. Anhand der Standardbeurteilung wurden die Anlagen nach verschiedenen Beurteilungsniveau („Hohe Qualität“ und „Erfüllt“, „Nicht erfüllt“) beurteilt. Die Messungen in der Übergangszeit zeigen, dass mit trockenen Brennstoffen bereits ein hoher Stand der Technik im Bereich der instationären Betriebsphasen (Start/Ausbrand/Glutbettunterhalt) und etwas weniger ausgeprägt auch bei den stationären Betriebsphasen (30-100% Leistung) erreicht wurde. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass folgende Ursachen zu erhöhten Emissionen führen:</p> <ul style="list-style-type: none">• Brennstoff-Qualität ungenügend auf Feuerungssystem abgestimmt• Anforderungen zur Auslastung nicht erfüllt (Dimensionierung, Min. Tagesheizlast, Min. Laufzeit, Anzahl Starts)• Mangelhafte Optimierung Verbrennungsregelung (benötigt erhöhten Zeitaufwand für Servicepersonal) <p><i>Emissionsnachweis:</i> Bei modernen automatisch beschickten Holzfeuerungen mit trockenen Brennstoffen gemäss Stand der Technik ist der Ausstoss an sekundären Aerosolen nicht relevant und kaum messbar. Bei optimaler Einstellung der Feuerungsanlagen können im Rohgas Staubgehalte im</p>
--------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Bereich von 50mg/m³ erreicht werden und Staubgehalte im Reingas nach E-Filter sinken unter 20mg/m³.</p>
Zielsetzung	<p>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 im wesentlichen auf die Ermittlung der CO-Konzentrationen. Zur Abschätzung der Geruchsemissionen werden während den ersten Messreihen auch VOC mit FID gemessen. Die Anlagen 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 (Schwachlastbetrieb mit minimaler Heizlast). Solche Betriebsphasen verursachen die häufigsten Geruchsprobleme.</p> <p>Die Untersuchung soll aufzeigen, dass automatisch beschickte Holzfeuerungen gemäss heutigem 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. Die Resultate sollen einem breiten Feld von Anbietern erlauben, die Weiterentwicklung ihrer Produkte in Richtung emissionsarme Holzfeuerungs-technik voranzutreiben. Soweit möglich sollten Anlagen mit feuchten Waldhackschnitzel W≥45 untersucht werden.</p>
Vorgehen	<p>In enger Zusammenarbeit mit den Lufthygiene- und Energiefachstellen der Kantone wurden die zu messenden Anlagen bestimmt. Soweit möglich wurden vor allem Anlagen gemessen, welche mit QM Holzheizwerke geplant und ausgeführt wurden. Aus Kostengründen konnte der FID für VOC-Messungen nicht bei allen gemessenen Anlagen eingesetzt werden. Wegen der warmen Witterung waren feuchte Brennstoffe weniger feucht als geplant. Total wurden 17 Messungen von 16 Anlagen ausgewertet (vgl Tab.1).</p>

Vorgehen

Tab.1: Anlageliste 24h-Messungen 2013/14 (Total 17Messungen)

Anlage-Nr	Standort-Kanton	Auftrag-geber	Leistung in kW	Brennstoff* W (Wassergehalt)	QM Holzheizwerke (Anhang 11)
08-2013	Kanton ZH	Betreiber	2'000	Hackholz W37-42	nicht ganz abgeschlossen
09-2013	Kanton AR	AFU AR	2'000	Hackholz W35	
10-2013	Kanton AR	AFU AR	550	Hackholz W50	
11-2013	Kanton AR	AFU AR	1'600	Hackholz W50	
12-2013	Kanton LU	UWE LU	240	Pellets	abgebrochen
13-2013	Kanton LU	UWE LU	100	Hackholz W22	
14-2013 ¹⁾	Kanton LU	UWE LU	110	Hackholz W24	
14a-2013 ¹⁾	Kanton LU	UWE LU	110	Hackholz W8	
15-2013	Kanton LU	UWE LU	200	Hackholz W23	abgebrochen
16-2013	Kanton LU	UWE LU	1'200	Hackholz W42	Nicht abgeschlossen
01-2014 ²⁾	Kanton UR	AFU UR	430	Hackholz W38	
02-2014 ²⁾	Kanton UR	AFU UR	900	Hackholz W43	
03-2014 ²⁾	Kanton ZH	Hersteller	430	Pellets	
04-2014	Kanton LU	UWE LU	590	Hackholz W38	
05-2014 ³⁾	Kanton LU	UWE LU	1'700	Hackholz W40	abgebrochen
06-2014 ⁴⁾	Kanton LU	UWE LU	100	Hackholz W31	
07-2014 ⁴⁾	Kanton LU	UWE LU	150	Hackholz W25	abgebrochen

¹⁾Gleiche Anlage, Brennstoffe mit unterschiedlichem Wassergehalt

²⁾ohne FID somit keine VOC-Messungen verfügbar

³⁾Parallele Feinstaubmessungen mit Hochschule Luzern

⁴⁾Wiederholungsmessung

Standardbeurteilung

Für die Bewertung der Messergebnisse wurde die bisher verwendete provisorische Standardbeurteilung für stationäre und instationäre Betriebsphasen unverändert beibehalten. Auf Wunsch der Branche werden die O₂-Konzentrationen weiterhin aufgeführt, aber nicht mehr beurteilt. Die Standardbeurteilungen für alle 17 Messungen sind in anonymer Form in **Anhang 1** enthalten.

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) als 5Min-Mittel eingehalten werden. Bei der Stufe „**Nicht erfüllt**“ werden diese überschritten (vgl Tab.2-4). Die Stufe „Hohe Qualität“ wird aufgrund der durchgeführten 24h-Praxismessungen als neuester Stand der Technik erachtet, der von guten Anlagen erreicht werden kann.

Hohe Qualität

Tab.2: Anforderungen für „Hohe Qualität“

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3			
Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O ₂)		Leistung 30-40%			
O ₂ in % (Sekundenpeak)		6-10	6-10	6-10	6-10
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<200	<100	<50	<50
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<100	<50	<20	<20
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		<50	<50	<50	<50
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		<10	<10	<10	<10
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³		≤1 (≤5Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³		≤3 (≤15Min)	≤9 (≤45Min)	≤9 (≤45Min)	≤9 (≤45Min)
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³		≤1 (≤5Min)	≤3 (≤15Min)	≤3 (≤15Min)	≤3 (≤15Min)

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

Erfüllt

Tab.3: Anforderungen für „Erfüllt“

Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	4-5			
Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O ₂)		Leistung 30-40%			
O ₂ in % (Sekundenpeak)		5-11	5-11	5-11	5-11
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<500	<500	<500	<500
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<200	<100	<50	<50
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		<150	<150	<150	<150
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		<20	<20	<20	<20
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³		≤3 (≤15Min)	≤12 (≤60Min)	≤12 (≤60Min)	≤12 (≤60Min)
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³		≤6 (≤30Min)	≤24 (≤120Min)	≤24 (≤120Min)	≤24 (≤120Min)
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³		≤3 (≤15Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)	≤6 (≤30Min)

Legende: Angabe in (Min oder h) in Klammer entspricht der Zeitdauer=Anzahl 5Min-Mittelx5Mi

Nicht erfüllt

Tab.4: Anforderungen für „Nicht erfüllt“

Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5			
Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)		Leistung 30-40%			
O ₂ in % (Sekundenpeak)		<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11	<5 - >11
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		>500	>500	>500	>500
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		>200	>100	>50	>50
Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		>150	>150	>150	>150
Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)		>20	>20	>20	>20
Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		Start Ausbrand Glutbettunterhalt			
Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³		>3 (>15Min)	>12 (>60Min)	>12 (>60Min)	>12 (>60Min)
Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³		>6 (>30Min)	>24 (>120Min)	>24 (>120Min)	>24 (>120Min)
Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³		>3 (>15Min)	>6 (>30Min)	>6 (>30Min)	>6 (>30Min)

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

Abgrenzung der Betriebsphasen

Wie die Bilder unten (Bild 1 und 2) zeigen ist die Abgrenzung der Betriebsphasen bei Anlagen mit „Hoher Qualität“ allein aufgrund des O₂-Verlaufes sehr deutlich zu erkennen.

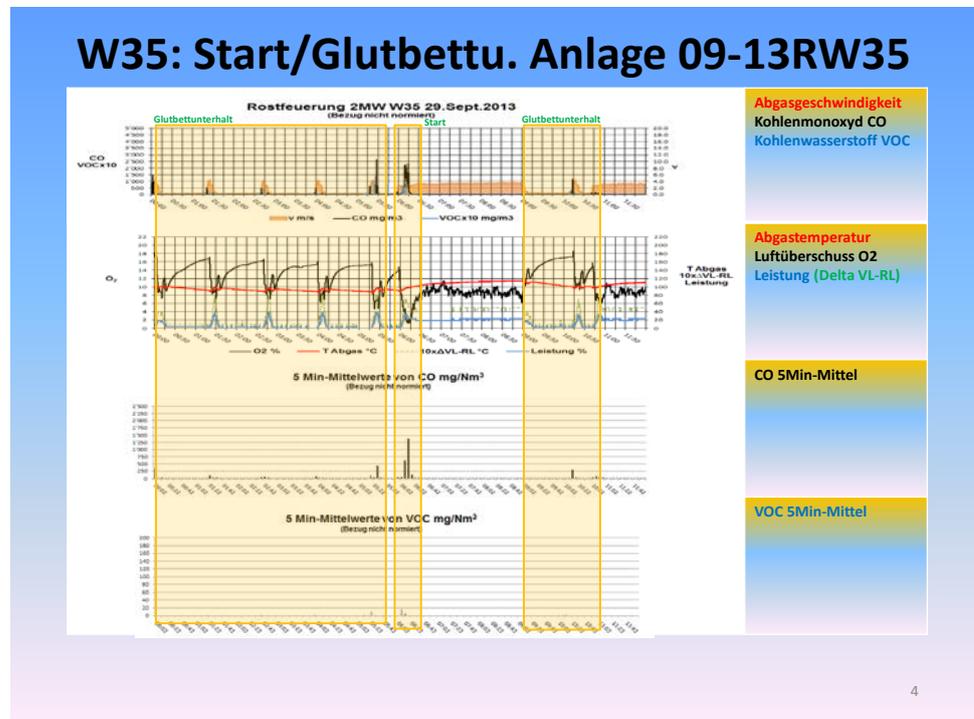


Bild 1: Abgrenzung der Betriebsphasen „Start“ und „Glutbettunterhalt“ einer Anlage mit „Hoher Qualität“

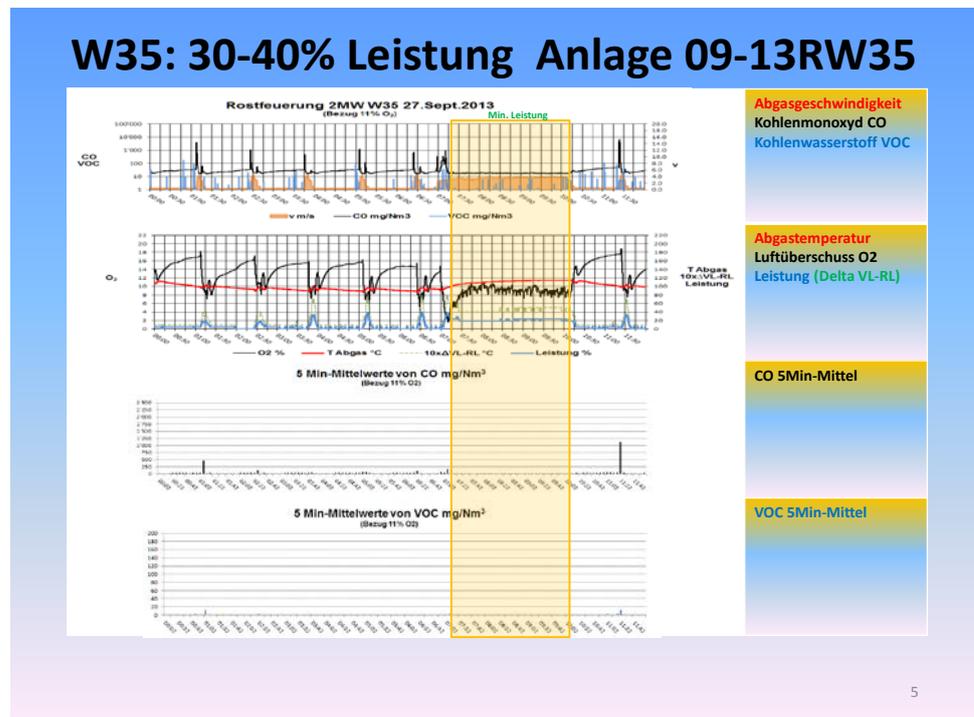


Bild 2: Abgrenzung der Betriebsphasen „Leistungsbrand“ einer Anlage mit „Hoher Qualität“

Abgrenzung der Betriebsphasen

Die Bilder unten (Bild 3 und 4) zeigen die Abgrenzung der Betriebsphasen bei Anlagen mit schlechter Qualität. Auch für diesen Fall ist eine klare Abgrenzung möglich. Neben dem O₂-Verlauf (stetiger Anstieg im Ausbrand) wird aber auch der Verlauf des CO zur Abgrenzung herangezogen. Das Ende von Startphasen ist am Wiederanstieg des CO deutlich zu erkennen und das Ende von Ausbrandphasen wird durch den CO Start-Peak markiert.

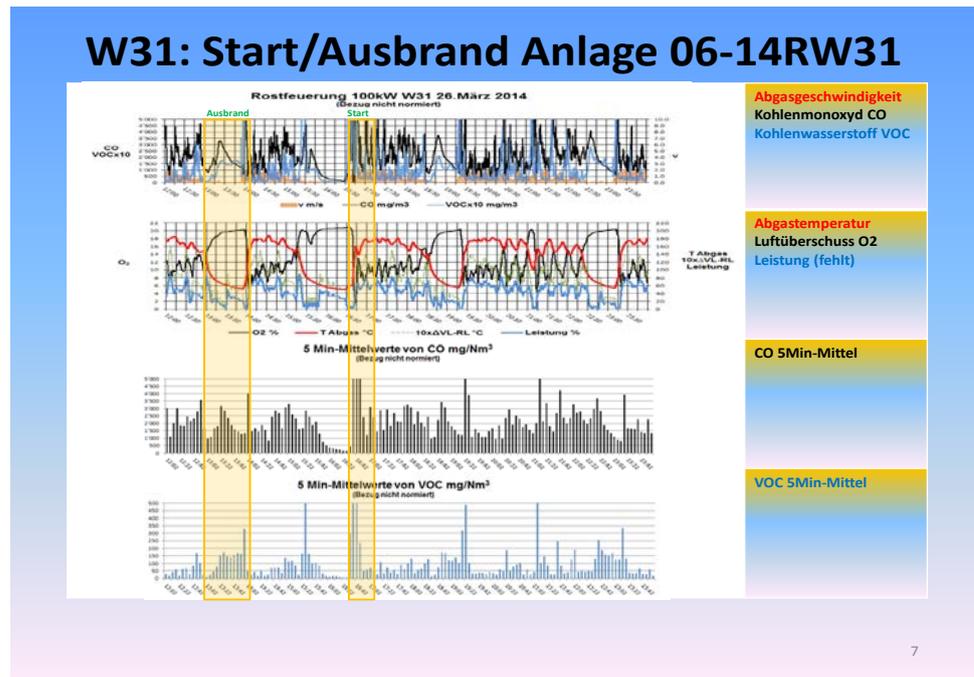


Bild 3: Abgrenzung der Betriebsphasen „Start“ und „Ausbrand“ (instationärer Betrieb) einer Anlage mit schlechter Qualität („Nicht erfüllt“)

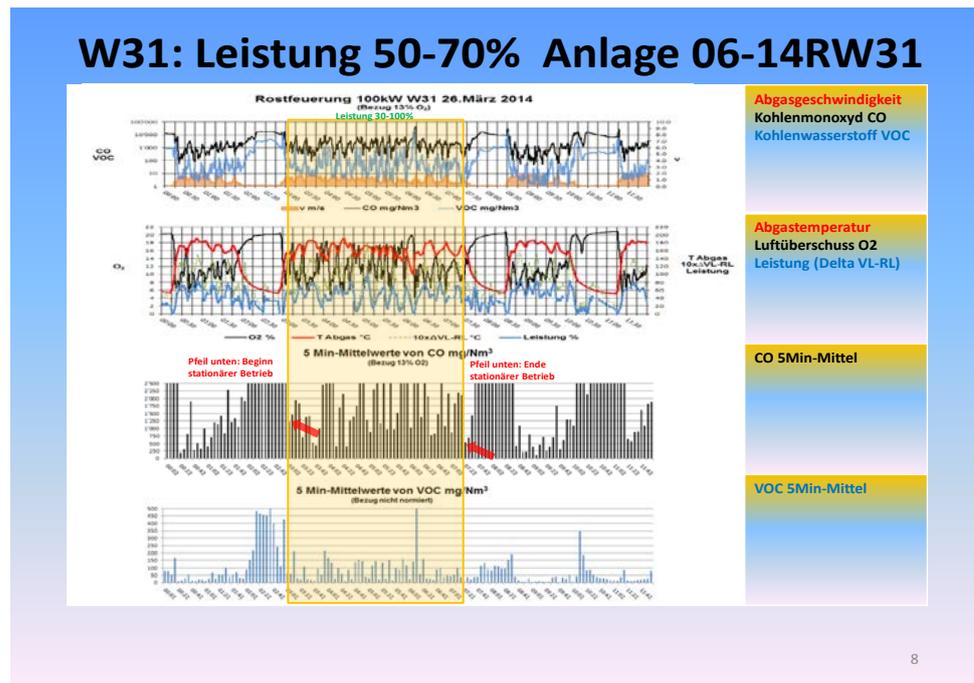


Bild 4: Abgrenzung der Betriebsphasen 30-100% Leistung (stationärer Betrieb) einer Anlage mit schlechter Qualität („Nicht erfüllt“)

3.2. Messresultate der Mess-Serie Okt 2013 und März 2014 (Brennstoff-Wassergehalt 8-50%)

Im Folgenden werden die Anlagen anhand **Anhang 1 und 2** kommentiert und mit den Messungen vom Okt 2012 (wärmere Übergangszeit in der vorigen Heizperiode) verglichen. Die Messungen vom März 2013 (Kälteperiode) sind dazu nicht geeignet (kein Schwachlastbetrieb). Tabelle 5 enthält dazu eine Übersicht.

Übersicht

Tab.5: Übersicht Anlagevergleich mit Standardbeurteilungen 2013/14 und Okt 2012: Anteil Anlagen in %, welche ein Kriterium erfüllen

Kriterien	Heizperiode 2013/14		Okt 2012	
	Hohe Qualität oder Erfüllt	Hohe Qualität	Hohe Qualität oder Erfüllt	Hohe Qualität
Anzahl Starts pro Tag	88%	47%	30%	30%
Laufzeit pro Tag	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
CO bei 30-40% Leistung	70%	40%	50%	25%
VOC bei 30-40% Leistung	100%	88%	100%*	100%*
CO bei 50-70% Leistung	38%	0%	60%	40%
VOC bei 50-70% Leistung	71%*	71%*	100%*	100%*
CO bei 80-100% Leistung	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
VOC bei 80-100% Leistung	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
CO >2'500mg/m ³ Start	88%	69%	83%	75%
CO >1'000mg/m ³ Start	75%	56%	67%	50%
VOC >100mg/m ³ Start	71%	50%	83%	58%
CO >2'500mg/m ³ Ausbrand	80%	60%	83%	67%
CO >1'000mg/m ³ Ausbrand	70%	30%	75%	42%
VOC >100mg/m ³ Ausbrand	38%*	38%*	50%	42%
CO >2'500mg/m ³ Glutbettunterhalt	71%	57%	n.b.	n.b.
CO >1'000mg/m ³ Glutbettunterhalt	100%	43%	n.b.	n.b.
VOC >100mg/m ³ Glutbettunterhalt	43%*	43%*	n.b.	n.b.

Legende: n.b. nicht beurteilt
* Keine Anlage mit „Erfüllt“

Anzahl Starts pro Tag 15 von 17 Anlagen erreichen die Anforderung für „Hohe Qualität,, oder „Erfüllt“ und 8 von 17 Anlagen erreichen die Anforderung für „Hohe Qualität,,. Bei einer Anlage wird bis 8-10x pro Tag gestartet (Anlage ist deutlich überdimensioniert)

und bei einer weiteren 13-22x pro Tag (Anlagentyp weist regelungstechnische Probleme auf, neue Typenreihe ab 2015). Im Vergleich zur vorigen Heizsaison hat der Anteil von Anlagen, welche die Anforderungen für „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“, erreichen von 30% auf 88% zugenommen. Der Anteil von Anlagen, welche „Hohe Qualität“ erreichen hat von 30 auf 47% zugenommen.

Laufzeit in h pro Tag	Die Laufzeit pro Tag wird nicht beurteilt. Es werden aber möglichst lange Laufzeiten angestrebt. Nur noch eine von 17 Anlagen weist Laufzeiten von weniger als 4h auf. In der vorigen Heizsaison waren es noch 7 von 12 Anlagen.
Mittlere Tages-Heizlast in %	Die mittlere Tages-Heizlast wird ebenfalls nicht beurteilt. Aufgrund der messtechnischen Ermittlung (Delta Vor-Rücklauf) kann diese nur approximativ ermittelt werden.
Stationärer Betrieb bei 30-40% Leistung	<p><i>CO-Emissionen:</i> Von 10 Anlagen erreichen 7 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“. Im Vergleich zur vorigen Heizsaison ist der Anteil von 50 auf 70% gestiegen. Auch der Anteil von Anlagen die „Hohe Qualität“ erreichen (4 von 10) ist angestiegen (von 25 auf 40%). Angesichts des höheren Anteils von Anlagen mit feuchten Brennstoffen ist diese Entwicklung erfreulich.</p> <p><i>VOC-Emissionen:</i> Alle 9 Anlagen erreichen „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“. 8 von 9 Anlagen erreichen „Hohe Qualität“. Die Anteile liegen in einem ähnlich hohen Bereich (88-100%) wie in der vorigen Heizsaison.</p>
Stationärer Betrieb bei 50-70% Leistung	<p><i>CO-Emissionen:</i> Von 8 Anlagen erreichen 3 „Erfüllt“. Im Vergleich zur vorigen Heizsaison ist der Anteil von 60 auf 38% gesunken. Keine der Anlagen hat „Hohe Qualität“ erreicht. In der vorigen Heizsaison waren es noch 40%. Diese Entwicklung erstaunt, weil in der Regel die CO-Emissionen bei mittlerer Teilleistung eher tief sind.</p> <p><i>VOC-Emissionen:</i> Von 7 Anlagen erreichen 5 Anlagen „Hohe Qualität“. Mit „Erfüllt“ gibt es keine Anlagen. Die Anteile sind im Vergleich zur vorigen Heizsaison von 100% auf 71% gesunken und stimmen mit der Entwicklung bei den CO-Emissionen überein.</p>
Stationärer Betrieb bei 80-100% Leistung	Weil nur 3 Anlagen für diese Leistung beurteilt werden konnten, erfolgt keine Kommentierung.
Startphase Max Anzahl 5Min- Mittel CO>2'500mg/m³	Von 16 Anlagen erreichen 14 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (88%). „Hohe Qualität“ wird von 11 Anlagen (69%) erreicht. Die Anteile liegen damit in ähnlicher Grössenordnung wie in der vorigen Heizsaison (83/75%).
Startphase Max Anzahl 5Min- Mittel CO>1'000mg/m³	Die Anteile sind etwas tiefer als für CO>2'500mg/m ³ . Von 16 Anlagen erreichen 12 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (75%). Davon haben 9 Anlagen „Hohe Qualität“ erfüllt (56%). Vorige Heizsaison lagen diese Anteile etwas tiefer (67/50%).

Startphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC>100mg/m³ Von 14 Anlagen haben 10 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ erreicht (71%). 7 Anlagen haben die Kriterien für „Hohe Qualität“ erreicht (50%). Im Vergleich zur vorigen Heizsaison sind die Anteile gesunken (83/58%). Dies könnte mit den feuchteren Brennstoffen dieser Heizsaison zusammenhängen.

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>2'500mg/m³ Von 10 Anlagen erreichen 8 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (80%). „Hohe Qualität“ wird von 6 Anlagen (60%) erreicht. Die Anteile liegen damit leicht tiefer als in der vorigen Heizsaison (83/67%).

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>1'000mg/m³ Von 10 Anlagen erreichen 7 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (70%). Davon haben 3 Anlagen „Hohe Qualität“ erfüllt (30%). Die Anteile liegen damit ebenfalls leicht tiefer als in der vorigen Heizsaison (75/42%).

Ausbrandphase

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC>100mg/m³ Von 8 Anlagen haben 3 „Hohe Qualität“ erreicht (38%). Keine Anlage wurde mit „Erfüllt“ bewertet. Im Vergleich zur vorigen Heizsaison sind die Anteile ebenfalls gesunken (50/42%).

Hinweis für alle drei Beurteilungskriterien in der Ausbrandphase: Die leichte Verschlechterung im Vergleich zur vorigen Heizsaison (Okt 2012) könnte mit den feuchteren Brennstoffen dieser Heizsaison zusammenhängen. Ausserdem gibt es Anzeichen, dass bei erhöhten Emissionen im stationären Betrieb auch die Emissionen im Ausbrand erhöht sind.

Glutbettunterhalt

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>2'500mg/m³ Von 7 Anlagen erreichen 5 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (71%). „Hohe Qualität“ wird von 4 Anlagen (57%) erreicht.

Glutbettunterhalt

Max Anzahl 5Min-

Mittel CO>1'000mg/m³ Von 7 Anlagen erreichen 7 „Hohe Qualität“ oder „Erfüllt“ (100%). Davon haben 3 Anlagen „Hohe Qualität“ erfüllt (43%).

Glutbettunterhalt

Max Anzahl 5Min-

Mittel VOC>100mg/m³ Von 7 Anlagen haben 3 „Hohe Qualität“ erreicht (43%). Keine Anlage wurde mit „Erfüllt“ bewertet.

Hinweis für alle drei Beurteilungskriterien im Glutbettunterhalt: Ein Vergleich mit der vorigen Heizsaison ist nicht möglich, weil im Okt 2012 keine Anlagen mit Glutbettunterhalt gemessen wurden.

Fazit Überraschenderweise haben trotz feuchteren Brennstoffen die Anteile von Anlagen die bei kleinster Teilleistung (stationärer Betrieb) „hohe Qualität“, oder „Erfüllt“ erreichen zugenommen. Bei mittlerer Teilleistung konnte dieser Trend nicht bestätigt werden. Die Messungen zeigen, dass mit feuchteren Brennstoffen im Ausbrand die Beurteilung leicht schlechter ausfällt. Bei einzelnen Anlagen geben die Kriterien $<1'000\text{mg}/\text{m}^3$ eher einen Hinweis für erhöhte VOC. Weitere VOC-Messungen mit FID zur Absicherung der Beurteilungskriterien sind erforderlich.

3.3. Messberichte für den Vollzug der LRV, Beispiele für gute/schlechte Anlagen

Vollzug der LRV Für die kantonalen Lufthygienefachstellen ist es wichtig, dass die Resultate der 24h-Messungen auch unmittelbar für den Vollzug der LRV verwendet werden können. Dazu wurde insbesondere der Qualitätsstandard „Erfüllt“ entwickelt. Im stationären Betrieb (30-100% Leistung) basieren diese Anforderungen auf den Emissionsgrenzwerte der LRV. Damit grosse Schwankungen besser erfasst und beurteilt werden können, werden anstelle von Stunden- resp Halbstunden- oder Viertelstunden-Mittel die 5Min-Mittel überprüft. Mit den dadurch erhöhte Anforderungen im stationären Betrieb werden insbesondere für einen anschliessenden Ausbrand oder Glutbettunterhalt optimalere Bedingungen geschaffen. *(Hinweis: ein optimaler Start schafft gute Voraussetzungen für einen stabilen stationären Betrieb).*

Beispiel einer guten Anlage Das Beispiel einer Anlage mit gutem Betrieb vgl Messbericht in **Anhang 3** zeigt, dass auch während Betriebsphasen mit langem Glutbettunterhalt (6xBrennstoffeinschub, während 7h) die CO- und VOC-Emissionen sehr tief sein können und die Kriterien für „Hohe Qualität“ erfüllt sind. Bisher ist man davon ausgegangen, dass der Glutbettunterhalt nicht länger als 3h dauern sollte, da sonst die Emissionen zu hoch würden. Solche Kriterien sind noch zu wenig gesichert und eignen sich daher nur bedingt als Anforderung für den Vollzug (z.B. Betriebsvorschriften). *Hinweis: Auf dem Titelbild des vorliegenden Berichtes ist links der Filter der beheizten Sonde einer guten Anlage abgebildet (weisse Staubablagerungen).*

Beispiel einer schlechten Anlage Im Beispiel einer Anlage mit schlechtem Betrieb vgl Messbericht in **Anhang 4** wird aufgezeigt, dass es nur wenige stationäre Betriebsphasen gibt in denen drei aufeinanderfolgende 5Min-Mittel unter dem CO-Grenzwert der LRV für Feuerungsleistungen unter 1MW von $500\text{mg}/\text{Nm}^3$ (bezogen auf 13% O_2) liegen. Es gibt aber auch Betriebsphasen in denen kein 5Min-Mittel unter dem Grenzwert der LRV liegt. Die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung werden daher nur vereinzelt eingehalten. Da es sich um eine kleinere Feuerung (100kW) mit erfolgreicher Typenprüfung handelt, stellen sich zwei Fragen. Wie können solche Geräte die Typenprüfung bestehen? Ist dies nach

wie vor noch eine Folge des erlaubten Eingriffs von Hand auf dem Prüfstand bei der Umstellung von Teil- auf Volllast? Wie können solche Anlage eine Abnahmemessung gemäss LRV erfolgreich bestehen? *Hinweis: Auf dem Titelbild des vorliegenden Berichtes ist rechts der Filter der beheizten Sonde einer schlechten Anlage abgebildet (schwarze Staubablagerungen).*

4. Emissionsnachweis für VOC, Staub und sekundäre Aerosole

Ziel Die bereits im Schussbericht 2013 von QS-Support beschriebenen Arbeiten für den Emissionsnachweis sollen mit den vorliegenden Untersuchungen vervollständigt werden.

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.

Vorgehen Geplant war eine weitere Messreihe für sekundäre Aerosole an Feuerungen mit feuchten Brennstoffen mit der Mikro-Klimakammer in Zusammenarbeit mit der Fachhochschule Nordwest-CH, Dr. Alejandro Keller. Leider konnten diese Arbeiten wegen Kapazitätsengpässen bei der Fachhochschule nicht durchgeführt werden. Stattdessen wurden Geruchsproben vor Ort mit der menschlichen Nase beurteilt und mit den VOC-Konzentrationen des FID verglichen sowie olfaktometrische Geruchsmessungen durchgeführt. Alle Beprobungen wurden ausschliesslich an den trockenen Abgasen im Ausbrand durchgeführt. Dazu wurden Anlagen ausgewählt, welche in dieser Betriebsphase tiefe oder erhöhte VOC-Konzentrationen aufgewiesen haben. In der Startphase sind die VOC-Peak zu kurz für eine Probenahme und für olfaktometrische Messungen sind die Abgase zu feucht. Folgende Messungen wurden durchgeführt:

- Anlage 10-2013U, 1.6MW, W50: Mehrere Geruchsproben mit der menschlichen Nase am 05.10.2013 beurteilt (Bild 5).
- Anlage 15-2013R, 200kW, W23: Olfaktometrische Geruchsmessungen (Bild 6) am 24.10.2013 anhand von zwei gefüllten Gassammelsäcken (VOC 70-90mg/m³ und 500-550mg/m³)

Vorgehen



Bild 5: Gassammelsack und Absaugpumpe (anapol) für die Geruchmessung



Bild 6: Olfaktometrische Einrichtung (Olfaktometer) für die Geruchmessung mit kalibrierten Probanden (KBP NaturUmweltVerkehr, 3007 Bern)

Resultate

Anhand der Geruchsproben konnte der Zusammenhang zwischen der Geruchswahrnehmung mit der menschlichen Nase (Geruchsintensität) und den mit dem FID gemessenen, nicht normierten VOC-Konzentrationen ermittelt werden (vgl Tab.6):

Tab. 6: Zusammenhang Geruchswahrnehmung mit der menschlichen Nase (Geruchsintensität) und gemessenen VOC-Konzentrationen in der Ausbrandphase von Feuerungen für Waldhackschnitzte

Geruchswahrung mit der menschlichen Nase Geruchsintensität	Gemessene VOC-Konzentrationen mg/m ³ (nicht normiert)
Schwach wahrnehmbar	< 100
Deutlich wahrnehmbar	100 - 200
Stark wahrnehmbar	200-500
Sehr stark wahrnehmbar	> 500

Es bestätigt sich, dass bei nicht normierten VOC-Konzentrationen im Ausbrand unter 100mg/m³ nur schwach wahrnehmbare Gerüche freigesetzt werden. Bei nicht normierten VOC-Konzentrationen über 500mg/m³ werden sehr stark wahrnehmbare und deutlich störende Gerüche emittiert.

Resultate

	<i>tiefe VOC-Konzentration</i>	<i>hohe VOC_Konzentration</i>
Geruchsmessung	GE/m ³	GE/m ³
• Mittelwert Z ₅₀	290	4'000
• UG / OG *	530 / 150	6'000 / 2'700

*Obere und Untere Grenze des 95%-Vertrauensintervalls (vgl. Anhang).

Bild 7: Resultat der olfaktometrischen Geruchsmessung an Gasproben in zwei Gassammelsäcken (tiefe VOC-Konzentration = 70-90mg/m³; hohe VOC-Konzentration = 500-550mg/m³) in Geruchseinheiten (GE/m³), vgl Anhang 10, KBP NaturUmweltVerkehr, 3007 Bern

Hinweis (vgl Anhang 10): Als Geruchseinheit wird jene Stoffmenge bezeichnet, die - verteilt in 1 m³ Neutralluft – gerade eine Geruchsempfindung auslöst.

Die allgemeinen Praxiserfahrungen mit olfaktometrischen Geruchsmessungen zeigen, dass bis 300 GE/m³ in der Regel nicht mit Geruchsklagen wegen übermässigen Emissionen zu rechnen ist. Die bisher im Rahmen der 24h-Messungen verwendete Beurteilung VOC-5Min-Mittelwerte grösser 100mg/m³ wird damit bestätigt.

Fazit

Die bisher im Rahmen der 24h-Messungen verwendete Beurteilung der VOC-5Min-Mittelwerte grösser 100mg/m³ wird bestätigt. Unterhalb solcher VOC Konzentrationen sind die Gerüche kaum wahrnehmbar und es ist nicht mit Geruchsbelästigungen wegen übermässigen Emissionen zu rechnen.

5. Vergleichsmessungen mit vereinfachten CO- und Staubmessgeräten

Ziel	<p>Die bereits im Schussbericht 2013 von QS-Support beschriebenen Vergleichsmessungen sollen mit den vorliegenden Untersuchungen vervollständigt werden.</p> <p>Einerseits sollen die bisherigen Untersuchungen am modifizierten Staubmessgerät der Firma Wöhler (SM500) weitergeführt werden. Das Gerät wurde dazu von Fa. Wöhler mit einer zusätzlichen Sondenheizung ausgerüstet. Zusätzlich sollten erste Testmessungen mit dem Staubmessgerät von der Firma Testo (Testo 380) anlässlich einer Abnahmemessung (VDI) durchgeführt werden. Erstmals waren auch Vergleichsmessungen mit dem neuen vereinfachten CO-Messgerät für 24h-Messungen, der Firma rbr (J2KN) und dem Ultramat 23 von Siemens (VDI) geplant.</p>
Vorgehen	<p>Die Vergleichsmessungen mit den Geräten für vereinfachte Messmethoden (Mess-Computer) wurden parallel zu geplanten 24h-Messungen durchgeführt. Nachfolgend werden die Messungen mit den einzelnen Messgeräten beschrieben:</p> <p>rbr J2KN (O₂, CO) Es wurden zwei Messreihen durchgeführt, eine vom 14. bis 19.09.2013 an der Anlage 08-2013 (Dauer ca 5x24h) und eine zweite vom 25. bis 30.10.2013 an der Anlage 09-2013 (Dauer ca 5x24h). In beiden Fällen handelt es sich um Anlagen gemäss neuestem Stand der Technik und tiefen Emissionen. Die erste Anlage war allerdings noch nicht einreguliert und bei der zweiten Anlage hat ein technischer Defekt zu einer Not-Abschaltung mit teilweise erhöhten Emissionen geführt. Eine weitere Messung war nicht mehr möglich, weil das Gerät den Spülvorgang nicht mehr abgebrochen hatte. Nach insgesamt 9x24h musste das Gerät zur Servicestelle. Vermutlich war das Gerät bereits vor diesen Messungen während 2-3 Tagen für 24-Messungen im Einsatz. Es ist nicht klar, was die Ursache war, dass die Messungen nicht weitergeführt werden konnten.</p> <p>Wöhler SM500 (Staub) Es wurden insgesamt 4 online-Messungen während je ca. 1.5h an drei Anlagen durchgeführt (Anlagen 14a-2013, 15-2013, 16-2013). Zur Untersuchung der Feuchtigkeitsaufnahme der Filterhülsen wurden die Messungen im Ausbrand weitergeführt (trockene Abgase) und die Gewichtsabnahme der Filterhülsen beobachtet. Alle Messungen wurden im Automatikbetrieb vorgenommen.</p> <p>Testo 380 (Staub) Anlässlich der Abnahmemessung (VDI-Messung) vom 18.März 2014 durch Firma WANNER Expert GmbH an den Anlagen 04-2014 und 05-2014 wurden auch Parallel-Messungen mit dem Testo 380 durchgeführt.</p>

Resultate

Im Anhang werden die Resultate der Vergleichsmessungen aufgeführt:

Anhang 5A, 5B, 6A, 6B: rbr J2KN, CO- und O₂-Messung

In den Diagrammen werden zuerst die nicht normierten CO (mg/m³) und dann die normierten CO (mg/m³, O₂ 11%) verglichen und die absoluten (Δ) und relativen Differenzen in % (Δ%) angeben. In Anhang 5A und 6A sind die Verläufe für die Sekunden-Messwerte angegeben. Darin sind die Spülvorgänge (alle 120Min während 5Min) ersichtlich. Anhang 5B und 6B enthalten die 5Min-Mittelwerte. Weil die Messungen an zwei Anlagen mit 2MW vorgenommen wurden, beträgt der Bezug O₂ 11%. Anlässlich des mehrmaligen Gutbettunterhaltsbetriebes (Bild 8-11) bei der Anlage 08-2013 vom 19.03.2013 können die Vergleichsmessungen mit zunehmender CO-Konzentration beobachtet werden. Dabei zeigt sich, dass bei nicht normierten CO-Konzentrationen bis rund 5'000mg/m³ oder normierten CO-Konzentrationen bis rund 18'000mg/m³ relative Abweichungen bis +15 resp +17% auftreten. Auch bei hohen Konzentrationen liegt bei dieser Messreihe die maximale Abweichung der CO-Konzentrationen unter +20%. Bei normierten CO-Konzentrationen unter 10'000mg/m³ liegen die Abweichungen unter +15%. Hohe CO-Konzentrationen werden tendenziell überschätzt. Sehr tiefe CO-Konzentrationen werden im Bereich der Messunsicherheit unterschätzt.

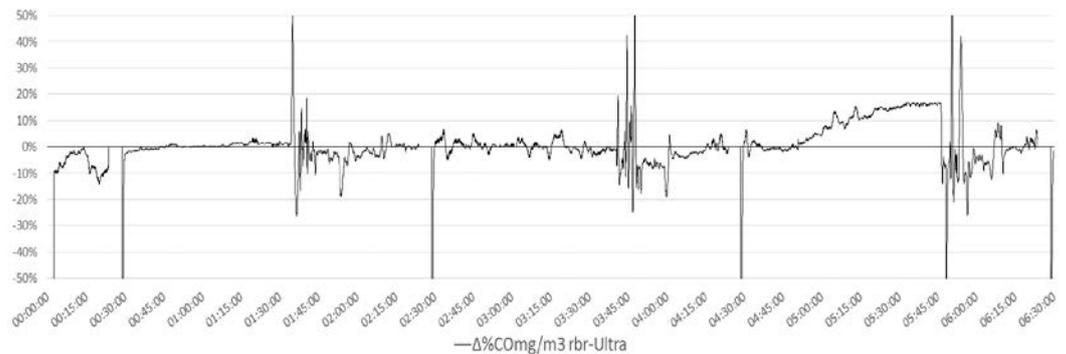


**Bild 8: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 19.09.2013
Anlage 08-2013 (1Messwert pro Sekunde): CO in mg/m³ (nicht normiert)**

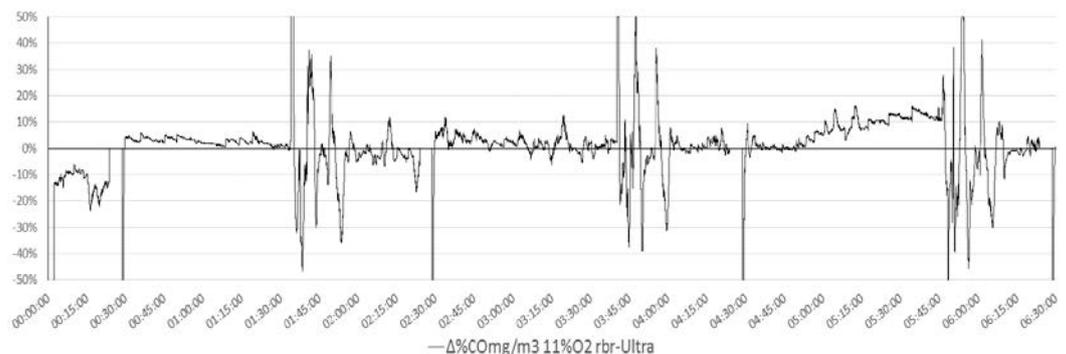


**Bild 9: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 19.09.2013
Anlage 08-2013 (1Messwert pro Sekunde): CO in mg/m³ bezogen auf 11%O₂**

Resultate



**Bild 10: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 19.09.2013
Anlage 08-2013 (1Messwert pro Sekunde): Relative Abweichung der nicht normierten CO-Konzentrationen in %**

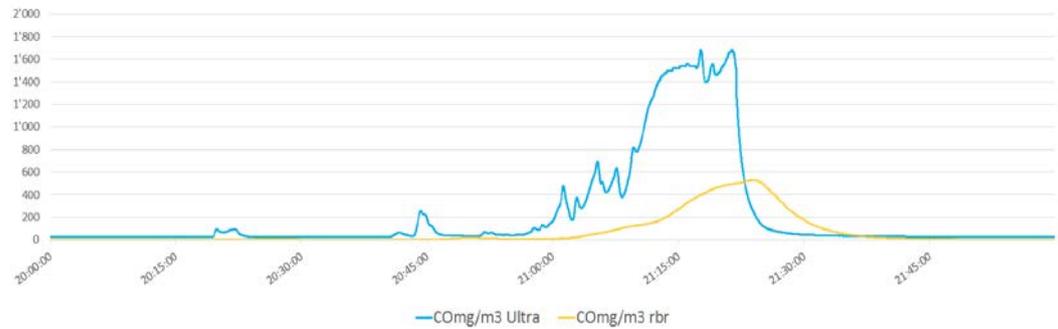


**Bild 11: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 19.09.2013
Anlage 08-2013 (1Messwert pro Sekunde): Relative Abweichung der normierten CO-Konzentrationen in %**

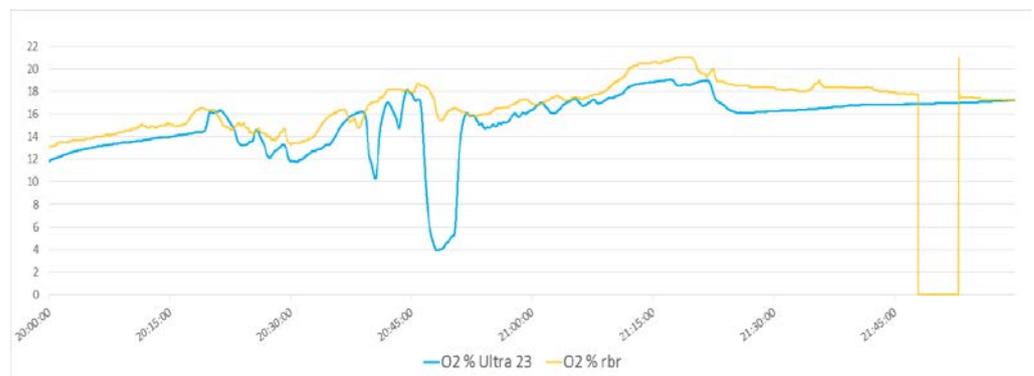
Die Bilder 12 bis 14 (Anhang 5A und 5B) zeigen das Verhalten des Gerätes kurz vor dem Ausfall. Am 29.09.2013 21:15Uhr konnte die aufgetretene CO-Spitze (Ultramat bis $1'700\text{mg/m}^3$) nicht mehr erfasst werden (rbr bis knapp 600mg/m^3). Die O_2 -Konzentrationen wurden in dieser Zeit vom rbr überhöht angezeigt (Ultramat bis 19%, rbr bis 21%). In der Folge wurden die normierten CO-Konzentrationen vom rbr teilweise überschätzt, rsp eine Normierung war nicht mehr möglich (O_2 gegen 21%). Das Bild 15 zeigt am 30.09.2013 kurz vor dem Ausfall die grossen Abweichungen des rbr bei tieferen CO-Konzentrationen. Auch bei den O_2 -Konzentrationen (Bild 13) sind nach dieser Betriebszeit grössere Abweichungen aufgetreten.

Hinweis: Weil Geräte für die vereinfachte Messung von zugelassenen Firmen jährlich gewartet und überprüft werden müssen, wurde keine Überprüfung der Messgeräte vor und nach der Messung mit zertifizierten Messgasen vorgenommen. Zudem sind die Abweichungen nur zeitweise aufgetreten und wären mit einer Überprüfung vor und nach der Messung kaum erkannt worden. Bei den regelmässigen Nullanzeigen beim CO handelt es sich um Spülvorgänge alle 120Min.

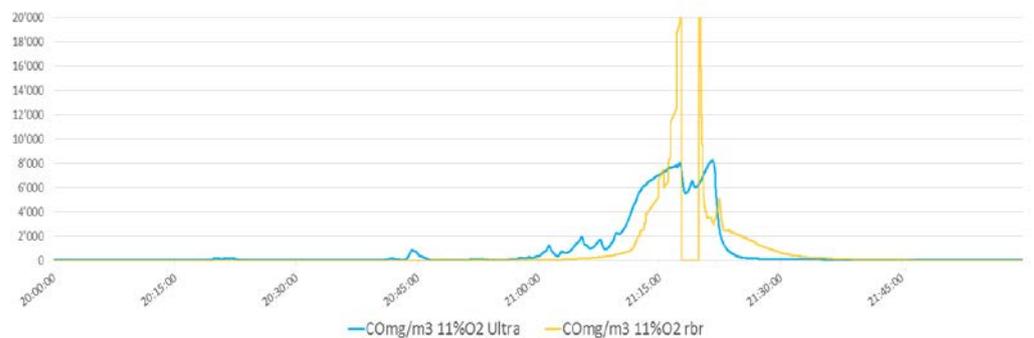
Resultate



**Bild 12: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 29.09.2013
Anlage 09-2013 (1Messwert pro Sekunde): CO in mg/m³ (nicht normiert)**

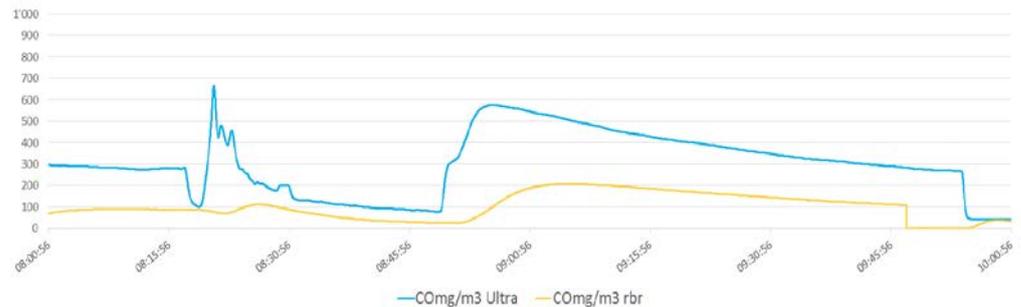


**Bild 13: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 29.09.2013
Anlage 09-2013 (1Messwert pro Sekunde): O₂ in %**



**Bild 14: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 29.09.2013
Anlage 09-2013 (1Messwert pro Sekunde): CO in mg/m³ bezogen auf 11%O₂**

Resultate



**Bild 15: Vergleichsmessung rbr J2KN contra Ultramat 23 vom 30.09.2013
Anlage 09-2013 (1Messwert pro Sekunde): CO in mg/m³ (nicht normiert)**

Folgende Fragen sind somit noch offen:

- Welche Messgenauigkeit wird bei Feuerungen mit erhöhten Emissionen (ältere Holzfeuerungen) über lange Messzeiten erreicht?
- Wie viele 24h-Messungen können durchgeführt werden, ohne dass teure Revisionen nötig sind?
- Wie stabil sind die eingesetzten Sensoren, wird die Messgenauigkeit nach 10x24h bereits ungenügend?

Anhang 7A, 7B: Wöhler SM500, Staubmessung

Bei der ersten Anlage am 20.Okt. 2013 (14a-2013 ohne Filter) wurden Qualischnitzel (W8) eingesetzt. Die Messungen zeigen einen deutlichen Anstieg der 5Min-Staubmittel auf über 200mg/m³ direkt nach dem Start (Bild 16 um 16:45Uhr). Die erhöhten CO-Konzentrationen (3'000 bis 4'000mg/m³ bei 13% O₂) nach dem Start haben somit auch Staubgehalte deutlich über 50mg/m³ zur Folge.

Resultate

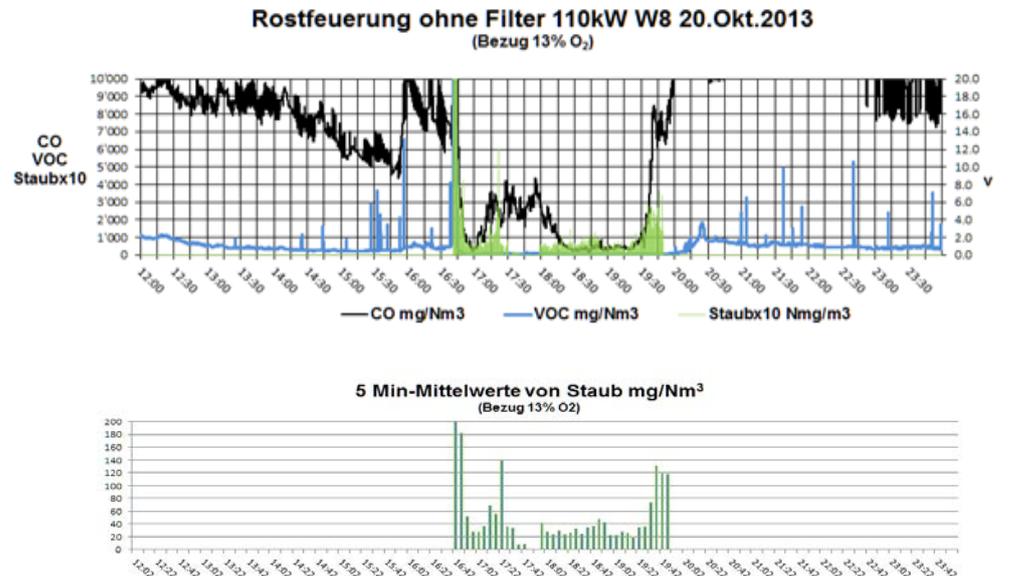


Bild 16: Online-Staubmessungen Anlage 14a-2013 ohne Filter: Feinstaub in Nmg/m³ bezogen auf 13%O₂, Verlauf und 5Min-Mittel

Bei der zweiten Anlage am 24.Okt. 2013 (15-2013 mit Filter) wurden relativ trockene Schnitzel (W23) eingesetzt. Direkt nach dem Start sind die Staubemissionen ebenfalls kurzzeitig erhöht (Bild 17 um 14:00Uhr). Im anschliessenden stationären Betrieb liegen diese aber nur kurz nach dem AUS-Schalten unter 50mg/m³.

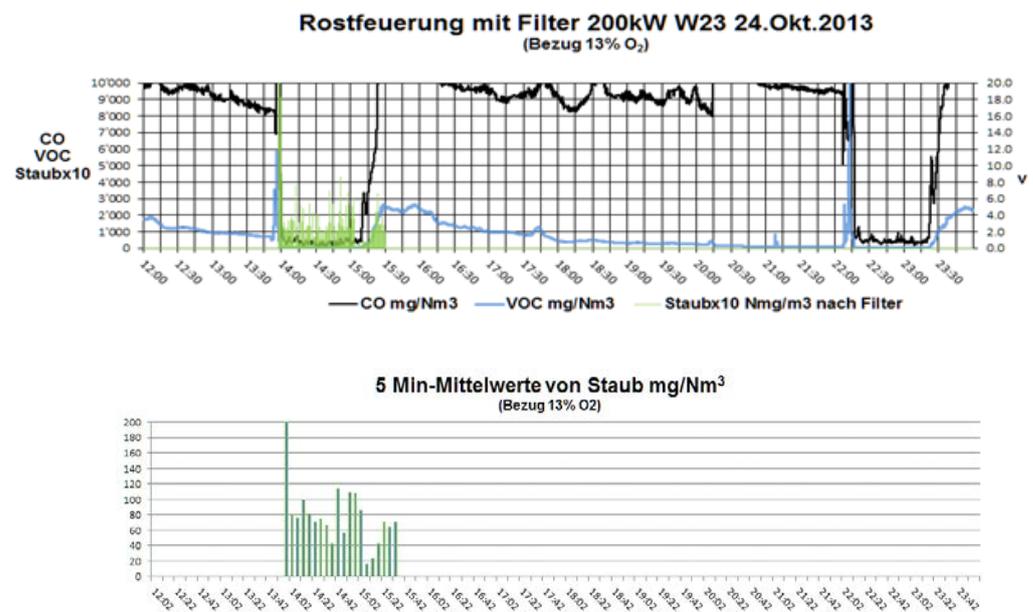


Bild 17: Online-Staubmessungen Anlage 15-2013 ohne Filter: Feinstaub in Nmg/m³ bezogen auf 13%O₂, Verlauf und 5Min-Mittel

Resultate

Bei der dritten Anlage am 26.Okt. 2013 (16-2013 mit Filter) wurden feuchtere Schnitzel (W42) eingesetzt. Die Messungen wurden vor und nach dem Filter durchgeführt (Bild 18). EIN-Schaltspitzen sind auch nach dem Filter erkennbar.

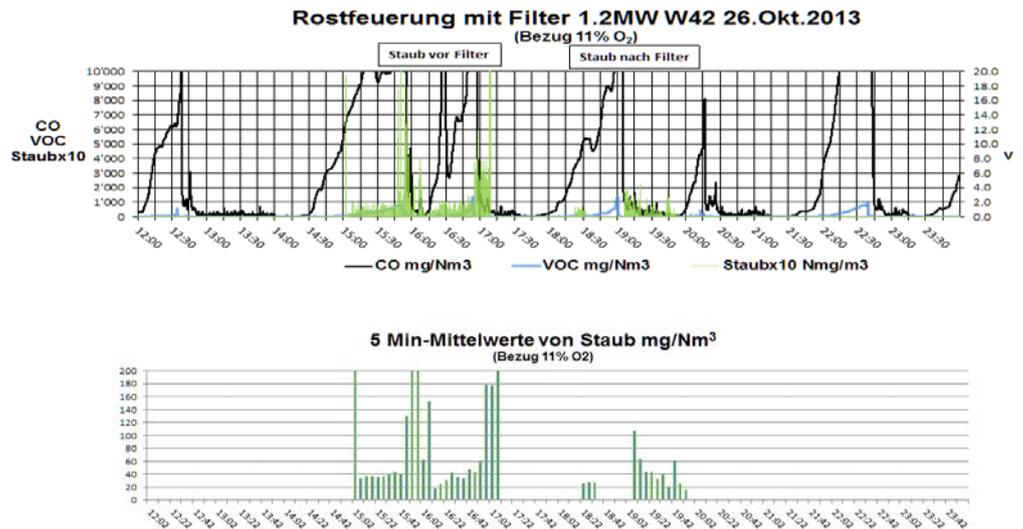


Bild 18: Online-Staubmessungen Anlage 16-2013 ohne Filter: Feinstaub in Nmg/m³ bezogen auf 13%O₂, Verlauf und 5Min-Mittel

Im Ausbrand wurde eine deutliche Gewichtsabnahme bei der Filterhülle an der Anlage 15-2013 mit relativ trockenen Waldhackschnitzel (W23) beobachtet (Bild 19).

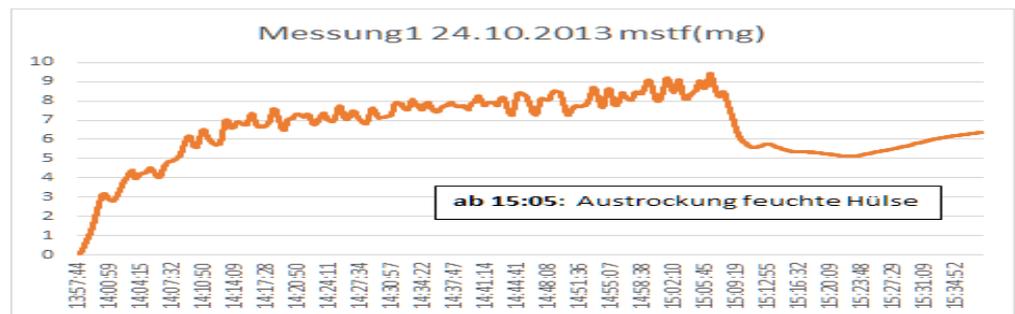


Bild 19: Austrocknung der feuchten Filterhülle im Ausbrand bei Anlage 15-2013 (W23)

Auch die Kondensatspuren an der Hülshalterung sind ein deutlicher Hinweis für Feuchtigkeit im Messsystem und damit für erhöhte Messunsicherheit (Bild 20). Bei diversen Messungen haben sich ausserdem die Filterhülsen während den Messungen gelöst.

Resultate

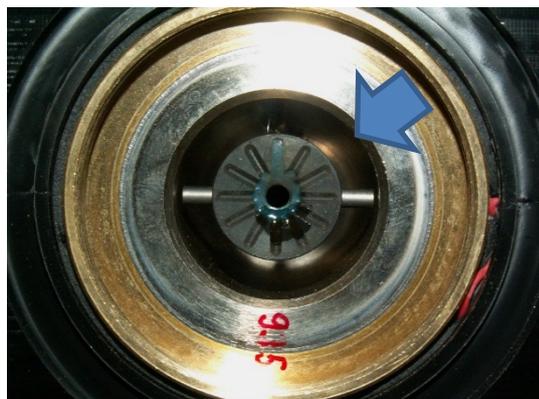


Bild 20: Kondensatspuren an der Hülshenhalterung am 26.Okt. 2013, Anlage 16-2013, Waldhackschnitzel W42

Anhang 8: Testo 380, Staubmessung an Anlage 04-2014

Bei allen drei Vergleichsmessungen zeigt das Testo 380 einen Unterbefund (Tab.7). Aufgrund der Messtechnik wird vermutet, dass vorallem bei Anlagen mit grobem Staubausswurf die Staubemissionen mit dem Testo 380 eher unterschätzt werden. Bei der gemessenen Anlage werden die Drehzahlen der Abgasventilatoren kurz vor dem Ausbrand hochgefahren und vermehrt Staubteile aufgewirbelt. Im Sondenfilter des Staubmessgerätes wurde daher eine grössere Anzahl grober Staubteile >0.3mm gefunden. Die Abweichungen sind entsprechend hoch bei ausgeschaltetem Filter. Mit eingeschaltetem Filter (Messung 1 und 2) und ohne Hochfahren der Ventilatoren (Staubgehalte unter 20mg/m³) liegen die Abweichungen zwischen -9 bis -14mg/m³. Bei ausgeschaltetem Filter (Staubgehalt grösser 200mg/m³) beträgt die Abweichung -84mg/m³. Für Messung Nr. 1 und 2 (tiefe Staubgehalte) liegen die Messergebnisse knapp nicht im Bereich der gegenseitigen Messunsicherheiten. Für Messung Nr. 3 (erhöhte Staubgehalte) liegen diese im Bereich der gegenseitigen Messunsicherheiten.

Tab.7: Vergleich Staubmessungen gemäss VDI und vereinfachte Messung mit Testo 380, Anlage 04-2014, W27 (Wassergehalt-Brennstoff)

Messung Nr.	Leistung Filter EIN/AUS	Staub-VDI mg/m ³ (13%O ₂) ±15%	Staub-Testo mg/m ³ (13% O ₂) ±K*	Delta VDI-Testo mg/m ³ (13% O ₂)	Resultate liegen im gegenseitigen Messbereich (min. Differenz in mg/m ³)	CO-VDI mg/m ³ (13% O ₂)	CO-Testo mg/m ³ (13% O ₂)
1	80%, EIN	17±3	7±3**	-10	Nein (-4)	114	114
2	80%, EIN	14±2	<5±2**	-9 bis -14	Nein (-5)	88	59
3	80%, AUS	234±35	150±65***	-84	Ja	1396	1437

Legende: * K gemäss Angaben Fa. Testo: ** Annahme:±36% *** Annahme: ±43%
 Grenzwert 20mg/m³: 36%
 Grenzwert 60mg/m³: 36%
 Grenzwert 90mg/m³: 56%
 Grenzwert 100mg/m³: 46%
 Grenzwert 150mg/m³: 43%

Testo 380, Staubmessung an Anlage 05-2014

Ursprünglich waren Parallelmessungen mit dem Testo 380 und VDI-Messungen durch Hochschule Luzern geplant. Weil die Einstellarbeiten durch den Servicetechniker länger gedauert hatten, war dies nicht möglich. Es wurden dann am folgenden Tag Messungen allein mit dem Testo 380 bei EIN- und AUS-geschaltetem E-Filter durchgeführt und mit früheren Messungen der Hochschule Luzern verglichen (Tab.8).

Resultate

Die Messergebnisse der Messungen Nr. 1, 2 und 4 können nicht beurteilt werden, weil die Anlage nicht in einem stabilen, stationären Betrieb war und keine Parallelmessungen zur Verfügung stehen. Bei Messung Nr. 3 wurde die Anlage mit eingeschaltetem E-Filter und stabil mit einer Leistung von 36% betrieben. Das Messergebnis (im Reingas) mit dem Testo 380 (3.2 mg/m³ bei 11% O₂) wird mit dem Messbereich aus früheren Ergebnissen von VDI-Messungen an der gleichen Anlage verglichen. Die analoge Auswertung für Messung Nr. 5 erfolgt mit ausgeschaltetem Filter (im Rohgas). Beide Auswertungen zeigen, dass die Ergebnisse im gegenseitigen Messbereich liegen.

Tab.8: Vergleich Staubmessungen gemäss VDI und vereinfachte Messung mit Testo 380

Anlage Wassergehalt- t-Brennstoff	Messung Nr.	Leistung Filter EIN/AUS	Messbereich Staub-VDI mg/m ³ (11%O ₂) ±15%	Staub- Testo mg/m ³ (11% O ₂) ±K*	Resultate liegen im gegenseitigen Messbereich (min. Differenz in mg/m ³)	Delta VDI- Testo mg/m ³ (11% O ₂)
05-2014 W40	1	36% Filter teilweise AUS	k.M.	144.5		
	2	36% Filter 2Min AUS	k.M.	18.8		
	3	36% Filter EIN	4.5 - 6±1	3.2±1**	Ja	-1.3 bis -2.8
	4	Feuerung kurz AUS Filter EIN/AUS	kM	348.7		
	5	36% Filter AUS	87.8±13	78- 114±52***	Ja	-9.8 bis +26.2

Legende: * K gemäss Veröffentlichung im Bundesanzeiger: ** Annahme:±36% *** Annahme: ±46% von 114
 Grenzwert 20mg/m³: 36%
 Grenzwert 60mg/m³: 36%
 Grenzwert 90mg/m³: 56%
 Grenzwert 100mg/m³: 46%
 Grenzwert 150mg/m³: 43%
 kM: keine Messung

Fazit

Mit dem kompakten Messgerät rbr J2KN steht für 24h-Messungen ein kostengünstiges und einfach zu bedienendes Messgerät zur Verfügung. Während rund 10x24h wurden eine sehr gute Messgenauigkeit und hohe Zuverlässigkeit bei Heizraumtemperaturen bis +47°C erreicht. Leider war das Gerät nach dieser Zeit nicht mehr einsatzfähig. Für einen wirtschaftlichen Einsatz in der Praxis müsste das Gerät über eine längere Zeit eingesetzt werden können.

Die bisherigen Verbesserungen (separate Sondenheizung) am on-line Staubmessgerät Wöhler SM500 haben für Langzeitmessungen (länger als 30Min) nicht die erhofften Erfolge gebracht. Auch bei relativ trockenen Holzbrennstoffen ($W < 35\%$) werden die Filterhülsen feucht und das Messergebnis wird beeinflusst. Allerdings haben frühere Vergleichsmessungen [1] gezeigt, dass für Kurzzeitmessungen (bis max 30Min) die Messergebnisse gut mit der Referenzmessung (VDI) übereinstimmen (10 von 12 Vergleichsmessungen liegen im gegenseitigen Messbereich für Brennstoff-Feuchte bis W_{42}). Für einen erfolgreichen Praxiseinsatz für Dauermessungen (über 30Min) bei Anlagen mit feuchten Waldhackschnitzel sind weitere Verbesserungen erforderlich (Gasheiztemperatur 75°C ist vermutlich zu tief). Die Fixierung der Filterhülsen sollte zudem verbessert werden, damit die Filterhülsen sich während den Dauermessungen nicht lösen können. Für Kurzzeitmessungen bis 30Min ist das Messgerät geeignet.

Die drei Vergleichsmessungen mit dem on-line Staubmessgerät Testo 380 und der VDI-Messung haben eine gute Übereinstimmung gezeigt. Allerdings scheint das Gerät bei der geprüften Feuerung mit relativ groben Staubpartikel eher zu tiefen Staubkonzentrationen zu neigen. Die Empfindlichkeit des Gerätes auf feuchte Brennstoffe konnte nicht abschliessend geprüft werden. Wegen der grossen Luftverdünnung und der erhöhten Gasheiztemperatur (120°C) ist der Einfluss der Brennstoff-Feuchte vermutlich geringer.

6. Brennstoff-Qualität

6.1. Bildanalyse für die Kornverteilung an Holz hackschnitzel

Ausgangslage

In der Schweiz werden heute Brennstoff-Analysen bezüglich der Kornverteilung an Holz hackschnitzel von Holzenergie Schweiz durchgeführt. Solche Analysen beinhalten eine Handsiebung mit Lochblechsieben 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 Analysen auch von Intertek Schweiz AG, 8952 Schlieren und von der Fachhochschule Biel angeboten. Für die Bestimmung der Korngrössenverteilung werden Hand- oder Maschinensiebe eingesetzt. Neben dem grossen zeitlichen Aufwand und den erhöhten Kosten weisen solche Siebresultate eine breite Streuung auf. Die Resultate von Handsiebungen sind unterschiedlich je nach Fachperson, welche die Siebungen durchführt. Maschinensiebungen sind stark abhängig von den Maschineneinstellungen. Dies hängt damit zusammen, dass Holz hackschnitzel in der Regel stark von der Kugelform abweichen und für eine konventionelle Siebung nicht so gut geeignet sind wie z.B. mineralische Stoffe (Kies etc). Heute können die Eigenschaften der Brennstoffe zu wenig exakt auf die Bedürfnisse der Feuerungen abgestimmt werden, insbesondere für kleinere Hackschnitzelfeuerungen, welche

empfindlich auf die Kornverteilung des Brennstoffes reagieren. Die Folge sind hohe Kosten für übermässigen Verschleiss an Rostelementen und Ausmauerungen der Feuerungsanlagen. Im Falle von rechtlichen Auseinandersetzungen zwischen Brennstofflieferanten und Feuerungshersteller gibt es zurzeit keine zuverlässigen Beurteilungsmethoden. Die heute verfügbaren Normen basieren auf der Siebung. Entsprechende Normen für die wesentlich genauere Bildanalyse sind vom Technologie und Förderzentrum in Straubing (TFZ) Dr. Hans Hartmann und Daniel Kuptz 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 umfassenden Angebotes für kompetente und kostengünstige chemische und physikalische Analysen von Holzbrennstoffen und für den Aufbau einer erfolgreichen Prüfstelle.

Ausgangslage

Mit Vorversuchen an 13 Proben aus dem Silo der gleichen Anlage wurde aufgezeigt, dass die Kornverteilungen aller Proben mit Bildanalyse in engen Grenzen nahe beieinander liegen. Somit konnte nachgewiesen werden, dass eine zuverlässige Probenahme (über der Queraustragung vom Silo) 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. Zwei Brennstoff-Proben aus älteren Rückständen im Silo (dunkle Farbe), weichen nicht nur bei den unteren sondern auch bei den oberen Korngrössen deutlich ab.

Anlässlich der bisher durchgeführten 24h-Emissionsmessungen wurden an 7 automatisch beschickten Holzfeuerungen insgesamt 34 Brennstoffproben à 5Liter gezogen. Weil Betreiber und Kessellieferanten an guten Ergebnissen interessiert waren, kann man davon ausgehen, dass vor allem gute Brennstoff-Qualitäten eingesetzt wurden. Die visuelle Prüfung vor Ort hat dies auch bestätigt. Alle Kornverteilungskurven dieser Proben liegen in einem engen Bereich zusammen und Vergleiche mit „Problembrennstoffen“ zeigen deutliche Abweichungen. Daher gehen wir davon aus, dass mit der Bildanalyse eine zuverlässige Überprüfung der Korngrössenverteilung von Hack-schnitzeln möglich ist. Mit dieser Prüfmethode lassen sich die Brennstoff-Qualitäten optimal auf die einzelnen Feuerungssysteme anpassen und die Voraussetzungen für eine praxisgerechte und kostengünstige Überprüfung der Brennstoff-Qualität sind gegeben.

6.2. Projektskizze für BAFU Abteilung Wald

Ziel	In der Schweiz sollte eine zentrale Prüfstelle für eine umfassende Beurteilung von Holzbrennstoffen geschaffen werden. Dringender Handlungsbedarf besteht zurzeit im Bereich der Holzhackschnitzel. Neben den Routineuntersuchungen wie Wassergehalt, Heizwert und optische Beurteilung auf Rinden-, Laub- und Nadelgehalt sowie Fremdbestandteilen, sollte auch eine praxisgerechte Beurteilung der Korngrößenverteilung angeboten werden können.
Vorgehen	In Zusammenarbeit mit dem Labor der Urkantone wurde eine Projektskizze zuhänden des BAFU Wald eingereicht. Im Kontakt mit Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TZF) in Straubing verfolgen wir den Abschluss eines grösseren EU-Projektes über die Qualität von Hackschnitzel. Aufgrund der Erkenntnis, dass bei gängigen Sieb-analyseverfahren die Anteile von schmalen und langen Partikel systematisch unterschätzt werden, wurden alle Untersuchungen mit dem wesentlich genaueren Bildanalyseverfahren durchgeführt.
Resultate/Fazit	Erste provisorische Ergebnisse der Untersuchungen in Straubing konnten dem BAFU für den internen Gebrauch zur Verfügung gestellt werden. Der Schlussbericht des TFZ liegt vor, wurde aber noch nicht veröffentlicht. Sobald die Schlussberichte verfügbar sind, werden wir das BAFU informieren. Das BAFU prüft zurzeit, ob das Projekt im Rahmen des Aktionsplanes Holz finanziell unterstützt werden kann. Damit könnten insbesondere auch das Qualitätsbewusstsein bei den Brennstoff-Lieferanten gefördert und wichtige Inputs für die Überarbeitung der Brennstoff-Normen durch QMH gewonnen werden.

7. Geschwindigkeitsprofile im Abgaskanal

Ziel	Für Abschätzung von Frachten müssen die mittleren Abgasgeschwindigkeiten 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. Ausserdem können solche Messungen nur in einem genügend lange andauernden stationären Betrieb vorgenommen werden. Während der Heizsaison 2013/14 war dies nur einmal möglich.
Resultate	In Anhang 9 sind die Resultate des ausgemessenen Geschwindigkeitsprofils enthalten (Bild 21).

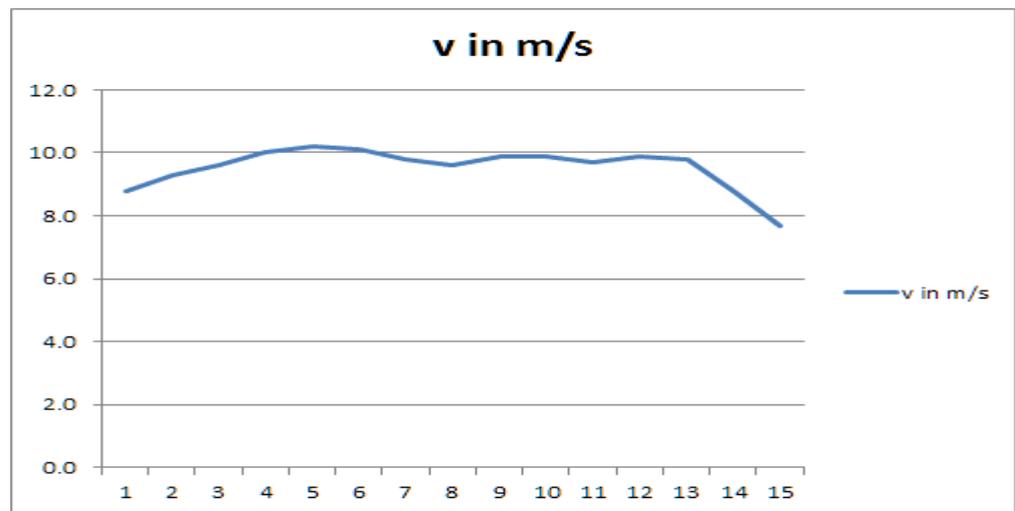


Bild 21: Geschwindigkeitsprofil an Holzfeuerung für Waldhackschnitzel 550kW, kein EMPA-Messstutzen, ideale Messstelle mit genügend langer Beruhigungsstrecke. Der Geschwindigkeits-Mittelwert über das ganze Profil beträgt 9.5m/s und die Geschwindigkeit in der Mitte des Abgasquerschnitts beträgt 9.6m/s (Abweichung -1%).

8. Schlussfolgerungen

Klagefälle und

Technischer Support Die Anzahl der erstellten Gutachten hat deutlich abgenommen und es musste erfreulicherweise nur ein neuer Klagefall bearbeitet werden. Es bleibt abzuwarten, ob dieser Trend anhält.

24h-Messungen Überraschenderweise haben trotz feuchteren Brennstoffen die Anteile von Anlagen die bei kleinster Teilleistung (stationärer Betrieb) „hohe Qualität“, oder „Erfüllt“ erreichen zugenommen. Bei mittlerer Teilleistung konnte dieser Trend nicht bestätigt werden. Die Messungen zeigen, dass mit feuchteren Brennstoffen im Ausbrand die Beurteilung eher schlechter ausfällt.

Anreize für Branche Damit Anreize für die Branche zur Weiterentwicklung der Verbrennungstechnik geschaffen werden können, sollte die Ergebnisse der 24h-Messungen von guten Anlagen auf einer geeigneten Internetplattform publiziert werden.

Emissionsnachweis Die bisher im Rahmen der 24h-Messungen verwendete Beurteilung der VOC-5Min-Mittelwerte grösser $100\text{mg}/\text{m}^3$ wird bestätigt. Unterhalb solcher VOC Konzentrationen sind die Gerüche kaum wahrnehmbar und es ist nicht mit Geruchsbelästigungen wegen übermässigen Emissionen zu rechnen.

Vergleichsmessungen Mit dem Messgerät für vereinfachte Langzeit-Messungen rbr J2KN steht für 24h-Messungen ein kostengünstiges und einfach zu bedienendes Messgerät zur Verfügung. Während rund 10x24h wurden eine sehr gute Messgenauigkeit und hohe Zuverlässigkeit bei Raumtemperaturen bis $+47^\circ\text{C}$ erreicht. Leider war das Gerät nach dieser Zeit nicht mehr einsatzfähig. Für einen

wirtschaftlichen Einsatz in der Praxis müsste das Gerät über eine längere Zeit eingesetzt werden können.

Die bisherigen Verbesserungen (separate Sondenheizung) am on-line Staubmessgerät Wöhler SM500 haben für Langzeitmessungen (länger als 30Min) nicht die erhofften Erfolge gebracht. Auch bei relativ trockenen Holzbrennstoffen ($W < 35\%$) werden die Filterhülsen feucht und das Messergebnis wird beeinflusst. Allerdings haben frühere Vergleichsmessungen [1] gezeigt, dass für Kurzzeitmessungen (bis max 30Min) die Messergebnisse gut mit der Referenzmessung (VDI) übereinstimmen (10 von 12 Vergleichsmessungen liegen im gegenseitigen Messbereich für Brennstoff-Feuchte bis W_{42}). Für einen erfolgreichen Praxiseinsatz für Dauermessungen (über 30Min) bei Anlagen mit feuchten Waldhackschnitzel sind daher weitere Verbesserungen erforderlich (Gasheiztemperatur 75°C ist vermutlich zu tief). Die Fixierung der Filterhülsen sollte zudem verbessert werden, damit die Filterhülsen sich während den Messungen nicht lösen können. Für Kurzzeitmessungen bis 30Min ist das Messgerät geeignet.

Die drei Vergleichsmessungen mit dem *on-line Staubmessgerät Testo 380* und der VDI-Messung haben eine gute Übereinstimmung gezeigt. Allerdings scheint das Gerät bei der geprüften Feuerung mit relativ groben Staubpartikel eher zu tiefe Staubkonzentrationen anzuzeigen. Die Empfindlichkeit des Gerätes auf feuchte Brennstoffe konnte nicht abschliessend geprüft werden. Wegen der grossen Luftverdünnung und der erhöhten Gasheiztemperatur (120°C) ist der Einfluss der Brennstoff-Feuchte vermutlich geringer.

**Entwicklungen der
Branche (Beispiele)**

Eine Abschätzung der bisherigen Auswirkungen des Projektes auf die Hersteller und Lieferanten von Holzfeuerungen wird anhand von Rückmeldungen erläutert. Diese Liste ist unvollständig und beispielhaft:

Firma A: Seit Jahren ist die Firma dafür bekannt, dass bei Verkaufsgesprächen betont wird, dass schwierige Brennstoffen z.B. mit hohem Wassergehalt problemlos eingesetzt werden können. Wenn in der Praxis technische Schwierigkeiten aufgetreten sind, wurde dies meistens aber trotzdem auf mangelnde Brennstoff-Qualität zurückgeführt. Mit der Ankündigung der 24h-Messungen wird der maximale Wassergehalt des bisher verkauften Fabrikates ab sofort klar beschränkt ($W < 35$). Für feuchte Brennstoffe wird ein neues Fabrikat ins Verkaufsprogramm aufgenommen.

Firma B: Die Schwierigkeiten bei der technischen Weiterentwicklung wurden immer damit begründet, dass der Markt für die ausländischen Hersteller in der Schweiz zu klein und wirtschaftlich nicht rentabel sei. Seit der Ankündigung der 24h-Messung wurden plötzlich bedeutende Fortschritte gemeldet, mit technischen Neuerungen, welche schon wenige Minuten nach dem Start zu sehr tiefen Emissionen führen sollen.

Firma C: Seit Jahren war bekannt, dass Schwierigkeiten mit der Schnittstelle zwischen übergeordnetem Leitsystem (Speichermanagement) und Kessel-Regelung zu problematischen Betriebszuständen mit hohen Emissionen führen. Aber erst kurz nach Ankündigung der 24h-Messungen wurde eine neue Software für das übergeordnete Leitsystem installiert, mit der eine verfeinerte Parametereinstellung für Sommer- und Winterbetrieb und ein optimalerer Betrieb möglich sein sollte.

Firma D: Anlässlich der 24h-Messung hat sich gezeigt, dass die Anlagen der Firma einen schlechten Ausbrand (hoher Anteil unverbrannte Holzkohle in den Ascherückständen) und hohe CO- und VOC-Emissionen im Ausbrand aufweisen. Dies obwohl die Einstellungen der Feuerung vor der 24h-Messung durch den Service einer umfassenden Nachoptimierung unterzogen worden sind. Nach Vorliegen der ungenügenden Messergebnisse hat der Hersteller/Lieferant umgehend eingeräumt, dass man das Problem im Zusammenhang mit Klagefällen kenne und jeweils die Ventillaufzeiten anpassen musste. Dies werde jetzt umgehend auch bei der gemessenen Anlage nachgeholt.

Bei allen diesen Beispielen werden Nachkontrollen mit 24h-Messungen zeigen müssen, wie weit mit den angekündigten Verbesserungen im Praxisbetrieb in allen Betriebszuständen tiefere Emissionen erreicht werden. Die Beispiele illustrieren, dass zurzeit eine grosse Dynamik in der Branche im Gang ist und dass mit einer gewissen Kontinuität der bisherigen Bemühungen in relativ kurzer Zeit weitere bedeutende Fortschritte möglich sind.

9. Weiteres Vorgehen

Klagefälle und

Technischer Support Es wird empfohlen den Technischen Support im bisherigen Rahmen (nur kostenlose Erstberatung) weiterzuführen und auch Klagefälle weiter zu bearbeiten. Es stehen zurzeit gute Basis-Grundlagen für eine umfassende Beurteilung der Anlagen zur Verfügung.

Verantwortlichkeiten Grundsätzlich sollte zwischen der Verantwortlichkeit zur Einhaltung der Anforderungen zur Auslastung der Feuerungsanlage und der Emissions-Anforderungen unterschieden werden. Wenn eine Anlage optimal ausgelastet ist, können auch im Schwachlastbetrieb (Leistung kleiner 30%) eine übermässige Auskühlung des Feuerraumes und damit erhöhte Emissionen verhindert werden. Mit einer solchen 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 (QM-Mini). Entscheidend sind 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.
- 24h-Messungen** Mit den beiden Mess-Serien Okt 2013 und März 2014 sollten gemäss Zielsetzung vorallem feuchte Brennstoffe (grösser W45) gemessen werden. Aufgrund der warmen Witterungsverhältnissen war dies leider nur in Einzelfällen möglich. Soweit wie möglich sollten daher auch in der kommenden Heizperiode feuchte Brennstoffe gemessen werden. Voraussichtlich können in der nächsten Heizperiode wieder 10 Anlagen im Kanton Luzern gemessen werden. Von anderen Kantonen sind bisher noch keine Anfragen eingegangen.
- Anreize für Branche** Damit Anreize für die Branche zur Weiterentwicklung der Verbrennungstechnik geschaffen werden können, sollte die Ergebnisse der 24h-Messungen von guten Anlagen auf einer geeigneten Internetplattform publiziert werden.
- Emissionsnachweis** Weitere Messungen der sekundären Aerosole mit feuchten Brennstoffen sind mit der Fachhochschule Nordwestschweiz und falls die Klimakammer messbereit auch mit dem PSI geplant. Soweit möglich sollten auch weitere VOC-Messungen mit dem FID erfolgen. Damit können auch die Korrelationen zwischen CO und VOC vertieft verifiziert werden. Zusätzlich kann damit geklärt werden, ob die Vorgaben für CO <2'500mg/m³ gemäss Musterausschreibung von QMH genügen, oder ob diese allenfalls auch die Anforderungen für CO<1'000mg/m³ umfassen sollten (wie die heutige Standardbeurteilung von QS-Support). Diese Aktivitäten sollten im Rahmen eines grösseren Projektes durch die Hochschule Luzern/Verenum weitergeführt werden.
- Vergleichsmessungen** Vergleichende Langzeitmessungen für vereinfachte CO-Messgeräte sollten weitergeführt werden. Auf Anfrage hat METAS grundsätzlich die Methodik solcher Vergleichsmessungen als zielführend bestätigt. Die Lancierung eines entsprechenden Projektes müsse aber über das BAFU erfolgen. Damit sollte insbesondere aufgezeigt werden, ob die mit elektrochemischen Sensoren ausgerüsteten Messgeräte für vereinfachte Langzeitmessungen im Vollzug genügen können.
- Geruchsemissionen** Die im Rahmen der Standard-Beurteilung angewendeten Kriterien für die Beurteilung der VOC-Emissionen wurden mit den bereits durchgeführten olfaktometrischen Untersuchungen bestätigt. Weitere Untersuchungen zur Absicherung der Befunde werden aber trotzdem als sinnvoll erachtet.
- Brennstoff-Qualität** Falls beim BAFU Wald die Prüfung der eingereichten Projektskizze für die Ausrüstung einer Prüfstation mit Bildanalyse für die Überprüfung der Brennstoff-Qualität von Holzhackschnitzel positiv beantwortet wird, sollte der Aufbau der Prüfverfahren durch QS-Support Holzfeuerungen fachtechnisch begleitet und mit QM Holzheizwerke koordiniert werden können.

- QM Holzheizwerke** Für die Umsetzung der Anforderungen von QM Holzheizwerke (QMH) zur Auslastung der Feuerungsanlage im Vollzug sollten alle neuen automatisch beschickten Holzfeuerungen über eine Prozess-Visualisierung verfügen. Die relevanten Betriebsparameter sollten damit bis ein Jahr zurück abgefragt werden können (Prozess-History). Die heutigen Forderungen für Planer sollten durch QMH in praxisgerechte Muss-Forderungen für den kantonalen Vollzug umgearbeitet werden. Insbesondere sollten auf der Basis der bereits vorliegenden Messstellen-Listen von QMH zusätzlich einheitliche Vorgaben für die Erfassung und Überprüfung der massgeblichen Betriebsparameter für den Praxisbetrieb erarbeitet werden (differenziert nach Anlagengrössen). Ausserdem sollten auch Vorgaben für die Überprüfung der minimalen Verfügbarkeit von Elektrofilter entwickelt werden. Für die Umsetzung der beschriebenen Massnahmen sollte die Planung und Durchführung der 24h-Messung in der kommenden Heizperiode in enger Zusammenarbeit mit QMH erfolgen.
- Abnahmemessung** Für Abnahmemessungen im Rahmen des kantonalen Vollzugs der LRV sollten alle neuen automatisch beschickten Holzfeuerungen über einen Lastwahlschalter für 30% und 90-100% Leistung verfügen.

Literatur

- [1] Schlussbericht QS-Support Holzfeuerungen, Stand Juli 2013, BFE, Juli 2013
- [2] Schlussbericht QS-Support Holzfeuerungen, Stand Feb 2012, BFE, Feb 2012
- [3] Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Schweizerischer Bundesrat, Stand 1. September 2007
- [4] Empfehlungen über die Emissionsmessung von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Januar 1996
- [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] Kuptz, D.; Hartmann, H. (2014): Hackschnitzelqualität (physikalisch) – Entwurfsfassung Februar 2014. In: Kuptz, D.; Hüttl, K.; Schulmeyer, F.; Dietz, E.; Blum, U.; Mergler, F.; Borchert, H.; Hartmann, H. (2014): Optimale Bereitstellungsverfahren für Holzhackschnitzel (Entwurf). Berichte aus dem TFZ. Straubing: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ), 60 Seiten. Auftraggeber ist das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Fördernummer ist K/10/17.

Anhang 1

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagendaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	08-2013			
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	2'000kW (5'000kW Kessel nicht gemessen)		
	Feuerungssystem	Rostfeuerung		
	Baujahr	2012		
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	500mm		
	Speicher	130'000 Liter		
	Filter	Nass-Elektrofilter (Save-Energy)		
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W37-42		
	Automatische Zündung	keine		
	Messtellen	Kein Messstutzen, Messung vor E-Filter		
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt Die Messung war vom 13. bis 24.09.2013 installiert. Ab 19.09.2013 wurden die Regelparameter von Fa. Schmid optimiert. Die Beurteilung erfolgt aufgrund der Messungen von Do 19.09.2013 um 10:00 Uhr bis So 22.09.2013 um 08:30 Uhr. Infolge hohen Temperaturen im Heizraum (+48°C) sind die Messgeräte für O ₂ , CO und VOC ab So 22.09.2013 um 08:45Uhr ausgefallen. Mit dem grossen Kessel der Zweikessel-Anlage (2MW/5MW) wurde der Speicher auf Soll-Ladezustand gehalten. Damit konnte mit dem kleinen Kessel das Regelverhalten im Sommerbetrieb simuliert werden.		
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)	15.2 - 21.2		
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	20 - 26		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)			
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	4 - 13		
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100		
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<140		
	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/Glutbettu.)	800 - 1'000		10 - 600
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	<60		<60
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)		0 (0Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	1 (5Min)		0 (0Min)
	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	0-3		
	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	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)	<250	<250	<250
	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	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)	>250	>250	>250
	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 30.10.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	09-2013			
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	2'000kW		
	Feuerungssystem	Rostfeuerung		
	Baujahr	2010		
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	510mm		
	Speicher	53'000 Liter		
	Filter	Elektrofilter (Scheuch)		
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W35		
	Automatische Zündung	keine		
	Messtellen	Kein Messstutzen, Messung vor E-Filter		
	Bemerkungen	Hohe Aussentemperaturen (am 24.9.13 Mittag 19°C); Betrieb mit Glutbettunterhalt Die Messung war vom 24. Sept. bis 01. Okt. 2013/2013 installiert. Wegen Überhitzung bei der vorherigen Messung mussten die Messgeräte repariert werden. Die Messungen konnten anschliessend ab 25.Sept2013 gestartet werden. Ab 30.Sept ist die Feuerungen wegen einer Betriebsstörung ausgefallen.		
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)	8.6 - 12.7	
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	9 - 12	
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
		O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	7 - 12	
		CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	20	
	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	
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	50 - 1'400	50 - 400	
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	<20	<20	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	0 (0Min)	
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	1 (5Min)	0 (0Min)	
	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	0-3		
	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	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)	<250	<250	<250
	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	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)	>250	>250	>250
	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 02.10.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	10-2013		
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	550kW (Zweikessel-Anlage 550/1'600kW)	
	Feuerungssystem	Rostfeuerung	
	Baujahr	2007	
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	300mm	
	Speicher	30'000 Liter	
	Filter	Elektrofilter (Beth)	
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W50	
	Automatische Zündung	vorhanden	
	Messtellen	Kein Messstutzen, Messung vor E-Filter	
	Bemerkungen	Hohe Aussentemperaturen (01.bis07.10.13 Mittag 16-18°C); Betrieb mit Glutbettunterhalt Geschwindigkeitprofil ausgemessen	
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität	
		Erfüllt	
		Nicht erfüllt	
		keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	0 - 4	
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	6.1 - 24.0	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	47 - 57	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	2 - 12	2 - 12
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<90	700
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<10	<30
	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
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	2'000 - 2'900	2'400
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	70 - 350	370
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)	0 (0Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	4 (20Min)	27 (135Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	2 (10Min)	52 (260Min)
			Glutbettunterhalt
			100 - 400
			<20
			1 (5Min)
			6 (30Min)
			4 (20Min)

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

Kriterien			
Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<10	<10
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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)
			Glutbettunterhalt
			≤6 (≤30Min)
			≤9 (≤45Min)
			≤3 (≤15Min)
Erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	4-5	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<20	<20
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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	>5	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>20	>20
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	11-2013		
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	1'600kW (Zweikessel-Anlage 550/1'600kW)	
	Feuerungssystem	Rostfeuerung	
	Baujahr	2007	
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	400mm	
	Speicher	30'000 Liter	
	Filter	Elektrofilter (Beth)	
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W50	
	Automatische Zündung	vorhanden	
	Messtellen	Kein Messstutzen, Messung vor E-Filter	
	Bemerkungen	Hohe Aussentemperaturen (01.bis07.10.13 Mittag 16-18°C); Betrieb mit Glutbettunterhalt Geruchsintensität bei verschiedenen VOC-Konzentrationen im Ausbrand bestimmt	
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität	
		Erfüllt	
		Nicht erfüllt	
		keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	2	
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	18.8 - 21.0	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	37 - 54	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		7 - 12
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<140
	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
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	900 - 1'300	1'900 - 4'500
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	40 - 270	80 - 680
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	15 (75Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	19 (75Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	3 (15Min)	23 (115Min)

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	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)	<250	<250	<250
	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	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)	>250	>250	>250
	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	12-2013																											
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	240kW																										
	Feuerungssystem	Rostfeuerung																										
	Baujahr	2012																										
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	250mm																										
	Speicher	4'000 Liter																										
	Filter	kein																										
	Brennstoff	Pellets																										
	Automatische Zündung	vorhanden																										
	Messtellen	Messstutzen																										
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden ab 07.10. 21:30Uhr bis 09.10. 09.10Uhr: Ausfall VOC Messung mit FID (H ₂ -Gas wurde von Drittperson zugeordnet) Anlage macht kurze Ausschaltungen mit leicht erhöhten Emissionen (z.B. 10.10.2013 12:00 bis 24:00Uhr). Diese wurden bei der Beurteilung des stationären Betriebs (30-40% Leistung) nicht berücksichtigt.																										
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																					
Hohe Qualität																												
Erfüllt																												
Nicht erfüllt																												
keine Beurteilung																												
	Anzahl Starts pro Tag	1																										
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>0.2m/s)	17.9 - 19.1																										
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	21 - 28																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td><td>9 - 11</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td>50 - 220</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td><10</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	9 - 11			CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	50 - 220			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)			
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%																									
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	9 - 11																											
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	50 - 220																											
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)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)</td><td>820 - 1'100</td><td>6'100 - 8'600</td><td></td></tr> <tr><td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)</td><td>10 - 20</td><td>280</td><td></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td>0 (0Min)</td><td>37 (185Min)</td><td></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td>1 (5Min)</td><td>47 (235Min)</td><td></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td>0 (0Min)</td><td>26 (130Min)</td><td></td></tr> </tbody> </table>				Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	820 - 1'100	6'100 - 8'600		5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	10 - 20	280		Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	37 (185Min)		Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	1 (5Min)	47 (235Min)		Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	0 (0Min)	26 (130Min)	
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt																									
5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	820 - 1'100	6'100 - 8'600																										
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	10 - 20	280																										
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	37 (185Min)																										
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	1 (5Min)	47 (235Min)																										
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	0 (0Min)	26 (130Min)																										

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td>6-10</td><td>6-10</td><td>6-10</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td><200</td><td><100</td><td><50</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td><100</td><td><50</td><td><20</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td><50</td><td><50</td><td><50</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td><10</td><td><10</td><td><10</td></tr> </tbody> </table>				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)	<10	<10	<10
	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)	<10	<10	<10																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td>≤1 (≤5Min)</td><td>≤6 (≤30Min)</td><td>≤6 (≤30Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td>≤3 (≤15Min)</td><td>≤9 (≤45Min)</td><td>≤9 (≤45Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td>≤1 (≤5Min)</td><td>≤3 (≤15Min)</td><td>≤3 (≤15Min)</td></tr> </tbody> </table>				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)								
	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	4-5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td>5-11</td><td>5-11</td><td>5-11</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td><500</td><td><500</td><td><500</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td><200</td><td><100</td><td><50</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td><150</td><td><150</td><td><150</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td><20</td><td><20</td><td><20</td></tr> </tbody> </table>				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)	<20	<20	<20
	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)	<20	<20	<20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td>≤3 (≤15Min)</td><td>≤12 (≤60Min)</td><td>≤12 (≤60Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td>≤6 (≤30Min)</td><td>≤24 (≤120Min)</td><td>≤24 (≤120Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td>≤3 (≤15Min)</td><td>≤6 (≤30Min)</td><td>≤6 (≤30Min)</td></tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td><5 - >11</td><td><5 - >11</td><td><5 - >11</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td>>500</td><td>>500</td><td>>500</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td>>200</td><td>>100</td><td>>50</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td>>150</td><td>>150</td><td>>150</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td>>20</td><td>>20</td><td>>20</td></tr> </tbody> </table>				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)	>20	>20	>20
	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)	>20	>20	>20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td>>3 (>15Min)</td><td>>12 (>60Min)</td><td>>12 (>60Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td>>6 (>30Min)</td><td>>24 (>120Min)</td><td>>24 (>120Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td>>3 (>15Min)</td><td>>6 (>30Min)</td><td>>6 (>30Min)</td></tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagendaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	13-2013						
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW					
	Feuerungssystem	Rostfeuerung					
	Baujahr	2010					
	Speicher	2x ca.4'000Liter					
	Filter	kein					
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W22					
	Automatische Zündung	vorhanden					
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen					
	Bemerkungen	Seit der letzten 24h-Messung wurde an der Anlage ein Service inkl. Abgaswartung durchgeführt. Anlage macht immer noch kurze EIN/AUS (wurden nicht als Start gezählt). Am 13.10.2013 ab 05:00 sehr hohe Emissionen bei 60-70% Leistung (max 5Min-Mittel 3'300mg/m ³). Nicht in die Beurteilung einbezogen, weil die Leistung nicht stabil war. Würde aber eigentlich auch als stationären Betrieb gelten. Bei einer Kaminbegehung am 14.10.2103 um 07:06Uhr wurden deutlich wahrnehmbare Gerüche festgestellt. Bei hohen Emissionen im stationären Betrieb ist die Beurteilung der Starts schwierig und muss abgeschätzt werden.					
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung
Hohe Qualität							
Erfüllt							
Nicht erfüllt							
keine Beurteilung							
	Anzahl Starts pro Tag	3					
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	5.0 - 8.8					
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	25 - 26					
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%				
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	9 - 13	6 - 11				
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	700 - 1'900	500 - 1'100				
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<60	<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				
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	4'200 - 7'500	3'200 - 6'300				
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	50 - 205	120 - 260				
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	6 (>30Min)	4 (20Min)				
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	9 (>45Min)	9 (45Min)				
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	4 (20Min)	11 (55Min)				

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	14-2013																																																																																																																																		
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW																																																																																																																																	
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung																																																																																																																																	
	Baujahr	2011																																																																																																																																	
	Speicher	4'000Liter																																																																																																																																	
	Filter	kein																																																																																																																																	
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W24																																																																																																																																	
	Automatische Zündung	vorhanden																																																																																																																																	
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen																																																																																																																																	
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden bis 14.10. 16:15Uhr: Nicht beurteilt, weil die Feuerung zuerst optimiert wurde.																																																																																																																																	
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																																																																																																																												
Hohe Qualität																																																																																																																																			
Erfüllt																																																																																																																																			
Nicht erfüllt																																																																																																																																			
keine Beurteilung																																																																																																																																			
	Anzahl Starts pro Tag	4																																																																																																																																	
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	9,2 - 10,7																																																																																																																																	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	32 - 34																																																																																																																																	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Leistung 30-40%</th><th colspan="3">Leistung 50-70%</th><th colspan="3">Leistung 80-100%</th></tr> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3">8 - 13</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3">200 - 500</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"><20</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><th colspan="3">Start</th><th colspan="3">Ausbrand</th><th colspan="3">Glutbettunterhalt</th></tr> <tr><td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)</td><td colspan="3">1'000 - 1'600</td><td colspan="3">1'000 - 1'300</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)</td><td colspan="3">80 - 150</td><td colspan="3">60 - 150</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td colspan="3">0 (0Min)</td><td colspan="3">0 (0Min)</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td colspan="3">2 (10Min)</td><td colspan="3">5 (25Min)</td><td colspan="3"></td></tr> <tr><td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td colspan="3">1 (5Min)</td><td colspan="3">2 (10Min)</td><td colspan="3"></td></tr> </table>		Leistung 30-40%			Leistung 50-70%			Leistung 80-100%			O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)				8 - 13						CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)				200 - 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/Glutbettu.)	1'000 - 1'600			1'000 - 1'300						5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	80 - 150			60 - 150						Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)			0 (0Min)						Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)			5 (25Min)						Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)			2 (10Min)					
Leistung 30-40%			Leistung 50-70%			Leistung 80-100%																																																																																																																													
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)				8 - 13																																																																																																																															
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)				200 - 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/Glutbettu.)	1'000 - 1'600			1'000 - 1'300																																																																																																																															
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	80 - 150			60 - 150																																																																																																																															
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)			0 (0Min)																																																																																																																															
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)			5 (25Min)																																																																																																																															
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)			2 (10Min)																																																																																																																															

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3																																																																																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Leistung 30-40%</th><th colspan="3">Leistung 50-70%</th><th colspan="3">Leistung 80-100%</th></tr> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td colspan="3">6-10</td><td colspan="3">6-10</td><td colspan="3">6-10</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"><200</td><td colspan="3"><100</td><td colspan="3"><50</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"><100</td><td colspan="3"><50</td><td colspan="3"><20</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"><50</td><td colspan="3"><50</td><td colspan="3"><50</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"><10</td><td colspan="3"><10</td><td colspan="3"><10</td></tr> <tr><td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><th colspan="3">Start</th><th colspan="3">Ausbrand</th><th colspan="3">Glutbettunterhalt</th></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td colspan="3">≤1 (≤5Min)</td><td colspan="3">≤6 (≤30Min)</td><td colspan="3">≤6 (≤30Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td colspan="3">≤3 (≤15Min)</td><td colspan="3">≤9 (≤45Min)</td><td colspan="3">≤9 (≤45Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td colspan="3">≤1 (≤5Min)</td><td colspan="3">≤3 (≤15Min)</td><td colspan="3">≤3 (≤15Min)</td></tr> </table>			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)	<10			<10			<10			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)		
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)	<10			<10			<10																																																																																																									
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	4-5																																																																																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Leistung 30-40%</th><th colspan="3">Leistung 50-70%</th><th colspan="3">Leistung 80-100%</th></tr> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td colspan="3">5-11</td><td colspan="3">5-11</td><td colspan="3">5-11</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"><500</td><td colspan="3"><500</td><td colspan="3"><500</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3"><200</td><td colspan="3"><100</td><td colspan="3"><50</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"><150</td><td colspan="3"><150</td><td colspan="3"><150</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3"><20</td><td colspan="3"><20</td><td colspan="3"><20</td></tr> <tr><td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><th colspan="3">Start</th><th colspan="3">Ausbrand</th><th colspan="3">Glutbettunterhalt</th></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td colspan="3">≤3 (≤15Min)</td><td colspan="3">≤12 (≤60Min)</td><td colspan="3">≤12 (≤60Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td colspan="3">≤6 (≤30Min)</td><td colspan="3">≤24 (≤120Min)</td><td colspan="3">≤24 (≤120Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td colspan="3">≤3 (≤15Min)</td><td colspan="3">≤6 (≤30Min)</td><td colspan="3">≤6 (≤30Min)</td></tr> </table>			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)	<20			<20			<20			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)		
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)	<20			<20			<20																																																																																																									
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)																																																																																																									
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																																																																																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr><th colspan="3">Leistung 30-40%</th><th colspan="3">Leistung 50-70%</th><th colspan="3">Leistung 80-100%</th></tr> <tr><td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td><td colspan="3"><5 - >11</td><td colspan="3"><5 - >11</td><td colspan="3"><5 - >11</td></tr> <tr><td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3">>500</td><td colspan="3">>500</td><td colspan="3">>500</td></tr> <tr><td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td><td colspan="3">>200</td><td colspan="3">>100</td><td colspan="3">>50</td></tr> <tr><td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3">>150</td><td colspan="3">>150</td><td colspan="3">>150</td></tr> <tr><td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td><td colspan="3">>20</td><td colspan="3">>20</td><td colspan="3">>20</td></tr> <tr><td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr> <tr><th colspan="3">Start</th><th colspan="3">Ausbrand</th><th colspan="3">Glutbettunterhalt</th></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td><td colspan="3">>3 (>15Min)</td><td colspan="3">>12 (>60Min)</td><td colspan="3">>12 (>60Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td><td colspan="3">>6 (>30Min)</td><td colspan="3">>24 (>120Min)</td><td colspan="3">>24 (>120Min)</td></tr> <tr><td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td><td colspan="3">>3 (>15Min)</td><td colspan="3">>6 (>30Min)</td><td colspan="3">>6 (>30Min)</td></tr> </table>			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)	>20			>20			>20			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)		
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)	>20			>20			>20																																																																																																									
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)																																																																																																									

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	14a-2013																																																							
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	100kW																																																						
	Feuerungssystem	Unterschubfeuerung																																																						
	Baujahr	2011																																																						
	Speicher	4'000Liter																																																						
	Filter	kein																																																						
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W8																																																						
	Automatische Zündung	vorhanden																																																						
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen																																																						
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden bis 17.10. 16:15Uhr: Nicht beurteilt, weil die Feuerung nach Brennstoffwechsel zuerst wieder optimiert wurde.																																																						
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																																																	
Hohe Qualität																																																								
Erfüllt																																																								
Nicht erfüllt																																																								
keine Beurteilung																																																								
	Anzahl Starts pro Tag	2 - 3																																																						
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	8.6 - 9.0																																																						
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	20 - 26																																																						
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td> <td>10 - 15</td> <td></td> <td>7 - 10</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>230 - 500</td> <td></td> <td>450 - 3'400</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><50</td> <td></td> <td>20 - 80</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> <tr> <td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td>500 - 1'700</td> <td>3'400 - 5'400</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td>40 - 110</td> <td>40 - 100</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>0 (0Min)</td> <td>7 (35Min)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>2 (10Min)</td> <td>11 (55Min)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>1 (5Min)</td> <td>1 (5Min)</td> <td></td> </tr> </table>				Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	10 - 15		7 - 10	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	230 - 500		450 - 3'400	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<50		20 - 80	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/Glutbetttu.)	500 - 1'700	3'400 - 5'400		5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	40 - 110	40 - 100		Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	7 (35Min)		Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	11 (55Min)		Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)	1 (5Min)	
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%																																																					
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	10 - 15		7 - 10																																																					
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	230 - 500		450 - 3'400																																																					
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<50		20 - 80																																																					
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/Glutbetttu.)	500 - 1'700	3'400 - 5'400																																																						
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	40 - 110	40 - 100																																																						
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	7 (35Min)																																																						
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	11 (55Min)																																																						
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	0-3																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><100</td> <td><50</td> <td><20</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><50</td> <td><50</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><10</td> <td><10</td> <td><10</td> </tr> <tr> <td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> </tr> </table>				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)	<10	<10	<10	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)
	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)	<10	<10	<10																																													
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	4-5																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><500</td> <td><500</td> <td><500</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><150</td> <td><150</td> <td><150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><20</td> <td><20</td> <td><20</td> </tr> <tr> <td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> </table>				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)	<20	<20	<20	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)
	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)	<20	<20	<20																																													
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)																																													
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																																														
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>500</td> <td>>500</td> <td>>500</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>200</td> <td>>100</td> <td>>50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>150</td> <td>>150</td> <td>>150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>20</td> <td>>20</td> <td>>20</td> </tr> <tr> <td>Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> </tr> </table>				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)	>20	>20	>20	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)
	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)	>20	>20	>20																																													
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)																																													

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	15-2013				
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	200kW			
	Feuerungssystem	Rostfeuerung			
	Baujahr	2012			
	Speicher	2'000Liter			
	Filter	E-Filter (Meister)			
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W23			
	Automatische Zündung	vorhanden			
	Messtellen	kein EMPA-Messstutzen			
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden Hoher Anteil unverbranntes Holz in der Asche Von den VOC-Konzentrationen im Ausbrand wurden zwei Gassammelsäcke mit 70-90mg/m ³ und 500-550mg/m ³ (nicht normiert) abgezogen und olfaktorisch untersucht.			
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität			
		Erfüllt			
		Nicht erfüllt			
		keine Beurteilung			
		Anzahl Starts pro Tag	4 - 5		
		Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	5.2 - 7.1		
		Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	19 - 23		
		Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%
		O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		6 - 12	
		CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		150 - 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/Glutbettu.)	600 - 1'200	2'600 - 3'800		
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	60 - 180	365 - 740		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)	5 (25Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	20 (100Min)		
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	2 (10Min)	21 (105Min)		

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	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)	>20	>20	>20
	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)

WW, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	16-2013																										
Feuerung	Feuerungswärmeleistung in kW	1'200kW																									
	Feuerungssystem	Rostfeuerung																									
	Baujahr	2010																									
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	400mm																									
	Speicher	16'000 Liter																									
	Filter	Elektrofilter (Meister)																									
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W42																									
	Automatische Zündung	keine																									
	Messtellen	Messstutzen vor E-Filter																									
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt Vor Laufzeiten über 15Min gelten die Anforderungen für Start Bei hohen Emissionen im Glutbettunterhalt ist die Beurteilung der Starts schwierig und muss abgeschätzt werden. Am 27.Okt 2013 zwischen 02:00 bis 03:00 sind extreme Schwankungen bei den CO, VOC und O2-Konzentrationen aufgetreten. Die Ursache ist nicht klar.																									
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																				
Hohe Qualität																											
Erfüllt																											
Nicht erfüllt																											
keine Beurteilung																											
	Anzahl Starts pro Tag	5																									
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	8.3- 10.7																									
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	10 - 15																									
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td> <td>6 - 12</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>50 - 500</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><20</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 12			CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	50 - 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)			
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%																								
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 12																										
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	50 - 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)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td>600 - 6'600</td> <td></td> <td>3'700 - 7'200</td> </tr> <tr> <td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td>20 - 200</td> <td></td> <td>200 - 1'350</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>3 (15Min)</td> <td></td> <td>19 (95Min)</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>5 (25Min)</td> <td></td> <td>22 (110Min)</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>1 (5Min)</td> <td></td> <td>19 (95Min)</td> </tr> </tbody> </table>			Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	600 - 6'600		3'700 - 7'200	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	20 - 200		200 - 1'350	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	3 (15Min)		19 (95Min)	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	5 (25Min)		22 (110Min)	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)		19 (95Min)
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt																								
5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	600 - 6'600		3'700 - 7'200																								
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	20 - 200		200 - 1'350																								
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	3 (15Min)		19 (95Min)																								
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	5 (25Min)		22 (110Min)																								
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)		19 (95Min)																								

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><100</td> <td><50</td> <td><20</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><50</td> <td><50</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><10</td> <td><10</td> <td><10</td> </tr> </tbody> </table>				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)	<10	<10	<10
	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)	<10	<10	<10																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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	4-5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><250</td> <td><250</td> <td><250</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><150</td> <td><150</td> <td><150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><20</td> <td><20</td> <td><20</td> </tr> </tbody> </table>				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)	<250	<250	<250	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)	<20	<20	<20
	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)	<250	<250	<250																									
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)	<20	<20	<20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>250</td> <td>>250</td> <td>>250</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>200</td> <td>>100</td> <td>>50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>150</td> <td>>150</td> <td>>150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>20</td> <td>>20</td> <td>>20</td> </tr> </tbody> </table>				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)	>250	>250	>250	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)	>20	>20	>20
	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)	>250	>250	>250																									
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)	>20	>20	>20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									

WW, 02.10.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	01-2014		
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW		
	Feuerungssystem	430/495kW	
	Baujahr	Rostfeuerung	
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	2010	
	Filter	15'000Liter (7)	
	Brennstoff	ab 2017 vom AFU verfügt	
	Automatische Zündung	Waldhackschnitzel W38	
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal in mm)	vorhanden	
	Bemerkungen	EMPA-Messstützen (270)	
		Betrieb mit Glutbettunterhalt ohne automatisch Zünden (Sommerbetrieb mit auto. Zünden). Anlage macht aber keinen eigentlichen Glutbettbetrieb, daher Berurteilung als Ausbrand.	
		Geruchsproben vom 07.03.2014 mit Nase beurteilt: 09:15 schwach wahrnehmbarer Geruch (VOC ca. 100mg/m3) 09:30 deutlich wahrnehmbarer Geruch (VOC ca. 200mg/m3) 09:45 deutlich wahrnehmbarer Geruch (VOC ca. 200mg/m3) 10:05 deutlich wahrnehmbarer Geruch (VOC ca. 200mg/m3) 10:45 stark wahrnehmbarer Geruch (VOC ca. 300mg/m3)	
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)	19,3 - 20,1	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	41 - 44	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		5 - 14
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		150 - 1'100
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		
	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
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	3'500 - 4'600	>5'000
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	2 (10Min)	32 (160Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	34 (170Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³		

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

Kriterien			
Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	6-10	6-10
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100	<50
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<50	<50
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<10	<10
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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	4-5	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	5-11	5-11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<500	<500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<200	<100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<150	<150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	<20	<20
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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	>5	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak)	<5 - >11	<5 - >11
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>500	>500
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	>200	>100
	Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>150	>150
	Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)	>20	>20
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand
	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, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	02-2014																									
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	900/1'035kW (Kessel mit 550/633kW wurde nicht gemessen)																								
	Feuerungssystem	Rostfeuerung																								
	Baujahr	2013																								
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	24'000Liter (7)																								
	Filter	Elektro-Filter APF																								
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W43																								
	Automatische Zündung	keine																								
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal in mm)	EMPA-Messstutzen (350)																								
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt Zu Beginn der Messung wurde die Feuerung einreguliert. Die Optimierung war ab 10.03. 21Uhr beendet und die Auswertung wurde ab dann gestartet. Bei Leistungsänderungen im stationären Betrieb ist die Verbrennung instabil. Diese Betriebsphasen wurden bei den angegebenen Emissionen nicht berücksichtigt und daher auch nicht beurteilt. Das übergeordnete Leitsystem war für den Servicemonteur nicht zugänglich. Daher war die Optimierung der Einstellparameter nur beschränkt möglich. Die Anlage hat nur einmal kurz während 55Min ausgeschaltet (12.03. 23:15 bis 00.10Uhr). Die instationären Betriebsphasen (Start, Ausbrand, Glutbettunterhalt) können daher nur bedingt beurteilt werden (weisse Felder). Während der kurzen Ausschaltung ging die Anlage nicht auf Glutbettunterhalt. Daher konnte keine Beurteilung dieser Betriebsphase vorgenommen werden.																								
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																			
Hohe Qualität																										
Erfüllt																										
Nicht erfüllt																										
keine Beurteilung																										
	Anzahl Starts pro Tag	0 - 1																								
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	21.3 - 21.8																								
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	44 - 46																								
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O ₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td> <td>8 - 15</td> <td>9.5 - 14</td> <td>11 - 15</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><100 - 320</td> <td><50 - 160</td> <td><100 - 300</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	8 - 15	9.5 - 14	11 - 15	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100 - 320	<50 - 160	<100 - 300	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)				Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)				Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%																								
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	8 - 15	9.5 - 14	11 - 15																							
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<100 - 320	<50 - 160	<100 - 300																							
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)																										
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)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)</td> <td>1'350 - 3'800</td> <td><675</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>1 (5Min)</td> <td>0 (0Min)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>3 (15Min)</td> <td>0 (0Min)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)	1'350 - 3'800	<675		5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)				Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)	0 (0Min)		Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	3 (15Min)	0 (0Min)		Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³			
Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt																								
5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)	1'350 - 3'800	<675																								
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetu.)																										
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)	0 (0Min)																								
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	3 (15Min)	0 (0Min)																								
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³																										

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3																									
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O ₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><100</td> <td><50</td> <td><20</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><50</td> <td><50</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><10</td> <td><10</td> <td><10</td> </tr> </tbody> </table>			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)	<10	<10	<10
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)	<10	<10	<10																								
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> </tr> </tbody> </table>			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)								
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	4-5																									
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O ₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><500</td> <td><500</td> <td><500</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><150</td> <td><150</td> <td><150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><20</td> <td><20</td> <td><20</td> </tr> </tbody> </table>			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)	<20	<20	<20
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)	<20	<20	<20																								
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> </tbody> </table>			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)								
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)																								
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																									
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O ₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>500</td> <td>>500</td> <td>>500</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>200</td> <td>>100</td> <td>>50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>150</td> <td>>150</td> <td>>150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>20</td> <td>>20</td> <td>>20</td> </tr> </tbody> </table>			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)	>20	>20	>20
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)	>20	>20	>20																								
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> </tr> </tbody> </table>			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)								
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)																								

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	03-2014		
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	430/495kW (zwei gleiche Kessel vorhanden, Kessel 1 gemessen)	
	Feuerungssystem	Rostfeuerung	
	Baujahr	2008	
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	Speicher 1: 8'000Liter (5), Speicher 2: 13'000Liter (2)	
	Filter	nicht vorhanden	
	Brennstoff	Pellets	
	Automatische Zündung	vorhanden	
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal in mm)	EMPA-Messstutzen (300)	
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden Seit der letzten 24h-Messung 2012 wurde Anlage mit Speicher 2 erweitert, eine neue Regelsoftware eingebaut und der Feuerraum neu schamottiert (Luftführung neu). Kessel 1: Führungskessel (gemessen) Kessel 2: Bedarfsbegleitkessel (nicht gemessen) Aufgrund der starken Schwankungen der Abgasgeschwindigkeit konnte die Laufzeit nicht mit dem Kriterium >1m/s bestimmt werden. Es wurde das Kriterium O2 >10%	
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität	
		Erfüllt	
		Nicht erfüllt	
		keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	3	
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch)	10.2 - 11.7	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	20 - 27	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	5 - 10	
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<20	
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		
	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	Glutbettunterhalt
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	1'970 - 3'690	4'320 - 7'630
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)		
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)	10 (50Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	2 (10Min)	15 (75Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³		

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O₂)	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O₂)	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13 O₂)	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	04-2014						
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	590/678kW					
	Feuerungssystem	Rostfeuerung					
	Baujahr	2013					
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	40'000Liter (4 Fühler)					
	Filter	E-Filter (Meisterfilter 600 AME-240)					
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W38					
	Automatische Zündung	keine					
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal)	EMPA-Messstutzen vorhanden für Staubmessung Testo 380 benutzt (300mm)					
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt VDI-Staubmessungen je 15Min für Abnahmemessung-Nennleistung am 18.03.2014 und Parallel-Messung mit Testo 380 (Leistung 70-80%): 1. Staubmessung ab 14:15 2. Staubmessung ab 14:35 3. Staubmessung ab 14:57 (Feuerung geht nach ca. 5 Min in Glutbettunterhalt) Abnahmemessung-Teilleistung ohne Staub am 19.03.2014 ab 10:45Uhr bis 11:45Uhr Betriebsstörung am 18.03.2014 ab 17:32Uhr bis 19.03.2014 09.30Uhr					
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung
Hohe Qualität							
Erfüllt							
Nicht erfüllt							
keine Beurteilung							
	Anzahl Starts pro Tag	4 - 5					
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>1.0m/s)	3.2 - 7.3					
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	16 - 34					
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	Abnahmemessung Leistung 30-40%	20.03.2014 04.30-05:15Uhr Leistung 30-40%	Abnahmemessung Leistung 80-100%			
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	10 - 11	12 - 13	8 - 11			
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	70 - 420	420 - 630	60 - 250			
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	0 - 13	<20	0 - 4			
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³						
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³						
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt			
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	660 - 2'460		890 - 3'400			
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	90 - 620		0 - 420			
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	0 (0Min)		2 (10Min)			
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	7 (35Min)		12 (60Min)			
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	6 (30Min)		54 (270Min)			

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O ₂)	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	05-2014																											
Feuerung	Nennleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	1'730/1'990kW																										
	Feuerungssystem	Rostfeuerung																										
	Baujahr	2010																										
	Durchmesser Abgaskanal bei der Messstelle	500mm																										
	Speicher	38'000 Liter (5)																										
	Filter	Elektrofilter (APF, eTF 2000V43)																										
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W40																										
	Automatische Zündung	keine																										
	Messtellen	Messstutzen vor E-Filter																										
	Bemerkungen	Betrieb mit Glutbettunterhalt Betriebsphasen mit Glutbettunterhalt sind teilweise unregelmässig lange und verbunden mit etwas erhöhten Emissionen (z.B.21.03. ab 15Uhr) Nacheinander viele Kurzausschaltungen (z.B. 23.03. ab 14Uhr)																										
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		<table border="1"> <tr><td>Hohe Qualität</td></tr> <tr><td>Erfüllt</td></tr> <tr><td>Nicht erfüllt</td></tr> <tr><td>keine Beurteilung</td></tr> </table>		Hohe Qualität	Erfüllt	Nicht erfüllt	keine Beurteilung																					
Hohe Qualität																												
Erfüllt																												
Nicht erfüllt																												
keine Beurteilung																												
	Anzahl Starts pro Tag	13 - 22																										
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>2.5m/s)	12.1 - 19.4																										
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	17 - 25																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)</td> <td>6 - 11</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>100 - 230</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><40</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 11			CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	100 - 230			VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<40			Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)				Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (15Min-Mittel)			
	Leistung 30-40%	Leistung 50-70%	Leistung 80-100%																									
O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)	6 - 11																											
CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	100 - 230																											
VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)	<40																											
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)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5Min-Mittel CO in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td>680- 2'550</td> <td></td> <td><500 - 2'770</td> </tr> <tr> <td>5Min-Mittel VOC in mg/m³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)</td> <td><20 - 180</td> <td></td> <td><20 - 260</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>1 (5Min)</td> <td></td> <td>7 (35Min)</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>6 (30Min)</td> <td></td> <td>15 (75Min)</td> </tr> <tr> <td>Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>1 (5Min)</td> <td></td> <td>12 (60Min)</td> </tr> </tbody> </table>				Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	680- 2'550		<500 - 2'770	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	<20 - 180		<20 - 260	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)		7 (35Min)	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	6 (30Min)		15 (75Min)	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)		12 (60Min)
	Start	Ausbrand	Glutbettunterhalt																									
5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	680- 2'550		<500 - 2'770																									
5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbetttu.)	<20 - 180		<20 - 260																									
Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	1 (5Min)		7 (35Min)																									
Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	6 (30Min)		15 (75Min)																									
Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	1 (5Min)		12 (60Min)																									

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> <td>6-10</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><100</td> <td><50</td> <td><20</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><50</td> <td><50</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><10</td> <td><10</td> <td><10</td> </tr> </tbody> </table>				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)	<10	<10	<10
	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)	<10	<10	<10																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> <td>≤9 (≤45Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤1 (≤5Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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	4-5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> <td>5-11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><250</td> <td><250</td> <td><250</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td><200</td> <td><100</td> <td><50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><150</td> <td><150</td> <td><150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td><20</td> <td><20</td> <td><20</td> </tr> </tbody> </table>				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)	<250	<250	<250	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)	<20	<20	<20
	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)	<250	<250	<250																									
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)	<20	<20	<20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> <td>≤12 (≤60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> <td>≤24 (≤120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>≤3 (≤15Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> <td>≤6 (≤30Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5																										
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 11% O₂)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Leistung 30-40%</th> <th>Leistung 50-70%</th> <th>Leistung 80-100%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>O₂ in % (Sekundenpeak)</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> <td><5 - >11</td> </tr> <tr> <td>CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>250</td> <td>>250</td> <td>>250</td> </tr> <tr> <td>VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel)</td> <td>>200</td> <td>>100</td> <td>>50</td> </tr> <tr> <td>Staub im Rohgas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>150</td> <td>>150</td> <td>>150</td> </tr> <tr> <td>Staub im Reingas (VDI) in mg/Nm³ (15Min-Mittel)</td> <td>>20</td> <td>>20</td> <td>>20</td> </tr> </tbody> </table>				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)	>250	>250	>250	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)	>20	>20	>20
	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)	>250	>250	>250																									
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)	>20	>20	>20																									
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Start</th> <th>Ausbrand</th> <th>Glutbettunterhalt</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> <td>>12 (>60Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m³</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> <td>>24 (>120Min)</td> </tr> <tr> <td>Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m³</td> <td>>3 (>15Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> <td>>6 (>30Min)</td> </tr> </tbody> </table>				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)								
	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)																									

WV, 02.10.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	06-2014		
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	100/115kW	
	Feuerungssystem	Rostfeuerung	
	Baujahr	2010	
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	2'000Liter (2 Fühler)	
	Filter	kein	
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W31	
	Automatische Zündung	vorhanden	
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal)	kein EMPA-Messstutzen vorhanden (200mm)	
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden Kurze instabile Betriebsphasen (z.B. 24.03. ab 21:00) wurden bei der Beurteilung <u>des stationären Betriebs nicht berücksichtigt</u> . Abgrenzung zwischen Start und stationärem Betrieb ist schwierig, wegen hohen Emissionen im stationären Betrieb. Längere Betriebsphasen (25.03. ab 04:45) mit sehr hohen O ₂ (>18%) und stark erhöhten Emissionen (nicht beurteilt für stationären Betrieb). Stationärer Betrieb allgemein sehr instabil mit hohen O ₂ -Schwankungen	
Beurteilung der gemessenen Höchstwerte		Hohe Qualität	
		Erfüllt	
		Nicht erfüllt	
		keine Beurteilung	
	Anzahl Starts pro Tag	8 - 10	
	Laufzeit in h pro Tag (ohne Unterbruch, v>0.5m/s)	13.9 - 14.6	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	38 - 43	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)	Leistung 30-40%	Leistung 50-70% Leistung 80-100%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		6 - 15
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		170 - 4'460
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<40 - 340
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (Testo 380T 15Min-Mittel)		
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (Testo 380T 15Min-Mittel)		
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)	Start	Ausbrand Instabile Betriebsphasen
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	<1'000 - 11'400	<2'000 - 5'690 < 6'640
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	<100 - 1'900	<200 - 550 <1'130
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	2 (10Min)	3 (15Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	7 (30Min)	12 (60Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	4 (20Min)	10 (50Min)

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

Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)	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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)	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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)	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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

Anhang 1: 3x24h Messung: Anlagedaten, Standardbeurteilung (provisorisch)

Anlage Nr	07-2014		
Feuerung	Nennwärmeleistung/Feuerungswärmeleistung in kW	150/173kW	
	Feuerungssystem	Rostfeuerung	
	Baujahr	2010	
	Speichervolumen (Anzahl Fühler)	13'000Liter (6)	
	Filter	kein	
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W25	
	Automatische Zündung	vorhanden	
	Messtellen (Durchmesser Abgaskanal)	kein EMPA-Messstutzen vorhanden (200mm)	
	Bemerkungen	Betrieb mit automatisch Zünden Am 30.03.2014 0.00-12:00Uhr fehlt eine Stunde infolge Umschaltung auf Sommerzeit Anlage macht kurze Ausschaltungen (z.B. 28.03. 19:30 bis 20:15Uhr) Am 29.03. ab 12Uhr sinkt Delta aus Vor- und Rücklaufemperatur stark ab, bei konstanter Abgastemperatur. In der Folge ist das Leistungssignal nicht mehr korrekt.	
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>0.5m/s)	15.0 - 24.0	
	Mittlere Tages-Heizlast in % (approximativ)	65 - 76	
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)		
		Leistung 30-40%	Leistung 50-70%
	O ₂ in % (Sekundenpeak, direkt nach Kessel)		4 - 16
	CO in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<50 - 2'520
	VOC in mg/Nm ³ (5Min-Mittel)		<20 -140
	Staub im Rohgas vor Filter in mg/Nm ³ (Testo 380T 15Min-Mittel)		
	Staub im Reingas nach Filter in mg/Nm ³ (Testo 380T 15Min-Mittel)		
	Emissionen im instationären Betrieb (nicht normiert)		
		Start	Ausbrand
	5Min-Mittel CO in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	1'340 - 5'760	<2'000 - 5'690
	5Min-Mittel VOC in mg/m ³ (Max pro Start/Ausbrand/Glutbettu.)	<100 - 300	<200 - 550
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>2'500mg/m ³	6 (30Min)	1 (5Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel CO>1'000mg/m ³	11 (55Min)	6 (30Min)
	Max Anzahl 5min-Mittel VOC>100mg/m ³	6 (30Min)	4 (20Min)

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

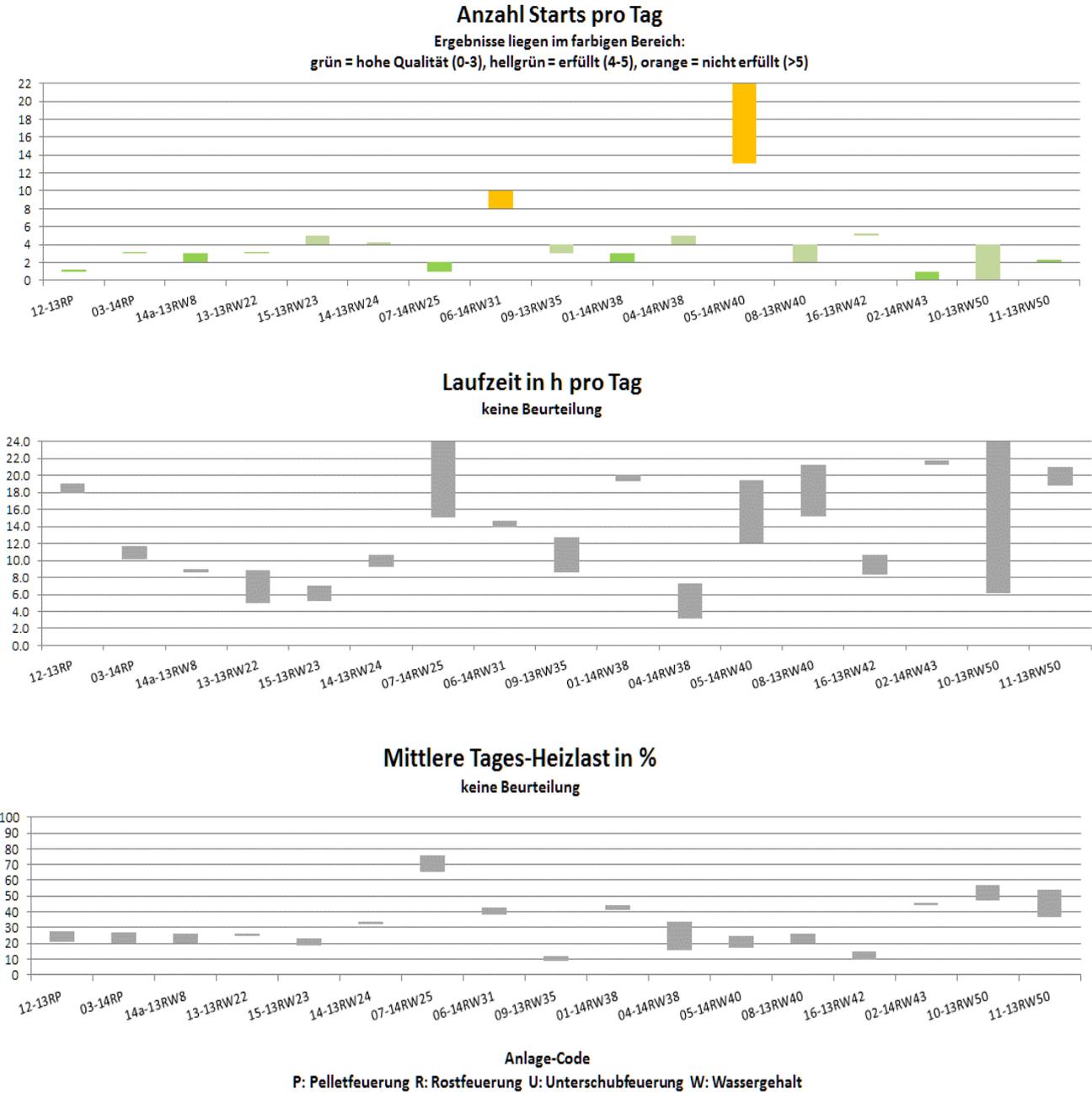
Kriterien

Hohe Qualität	Anzahl Starts pro Tag	0-3		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)			
		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)	<10	<10	<10
	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	4-5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)			
		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)	<20	<20	<20
	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)
Nicht erfüllt (LRV stationär)	Anzahl Starts pro Tag	>5		
	Emissionen im stationären Betrieb (normiert 13% O₂)			
		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)	>20	>20	>20
	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)

WV, 01.11.2013

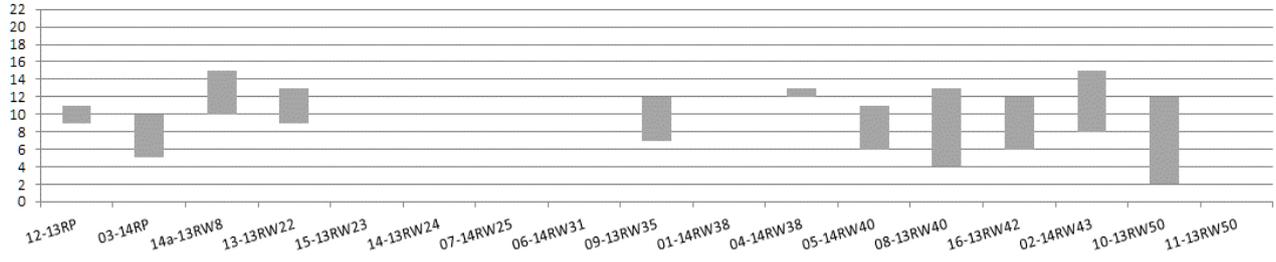
Anhang 2

24h-Messungen Okt 13 und März 14 Anlagenvergleich mit Standard-Beurteilung



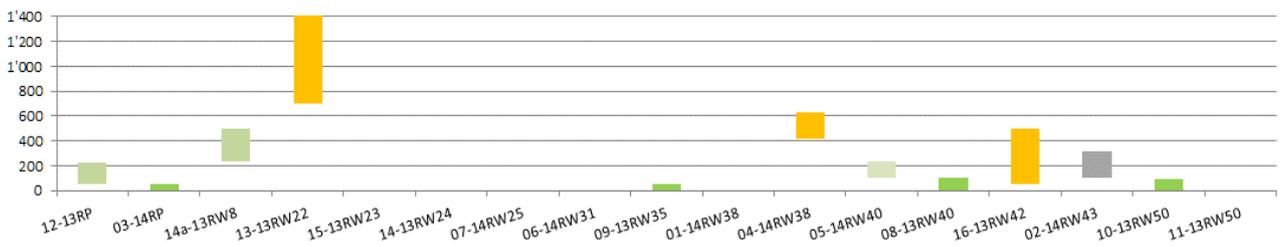
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 30-40%

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



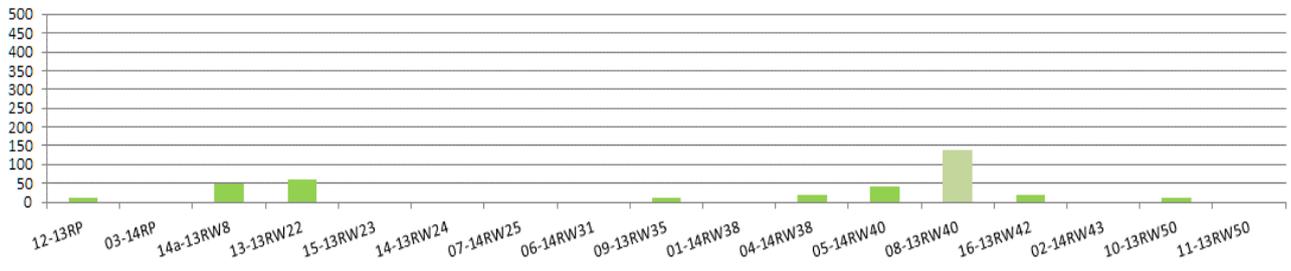
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 11/13%O₂) bei Leistung 30-40%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<250/500), orange = nicht erfüllt (>250/500), grau = nicht beurteilt



VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 11/13%O₂) bei Leistung 30-40%

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

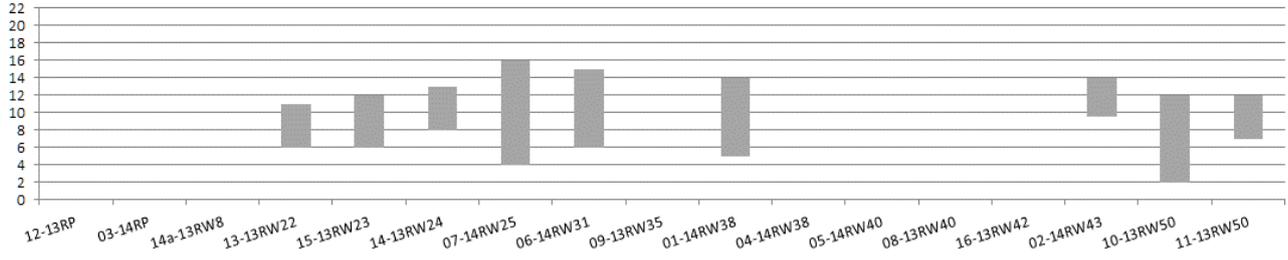


Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung W:Wassergehalt

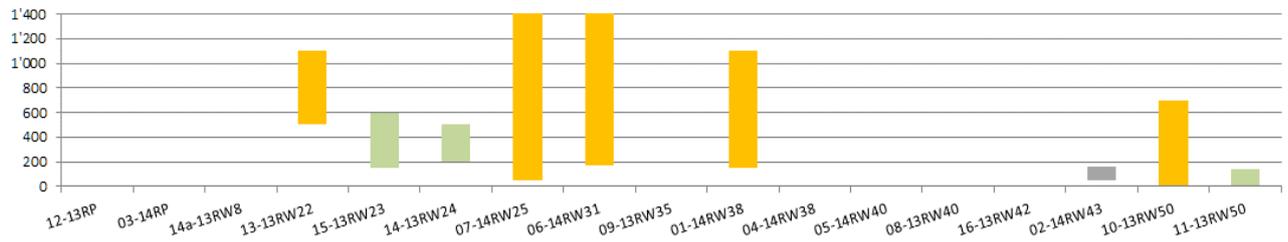
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 50-70%

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



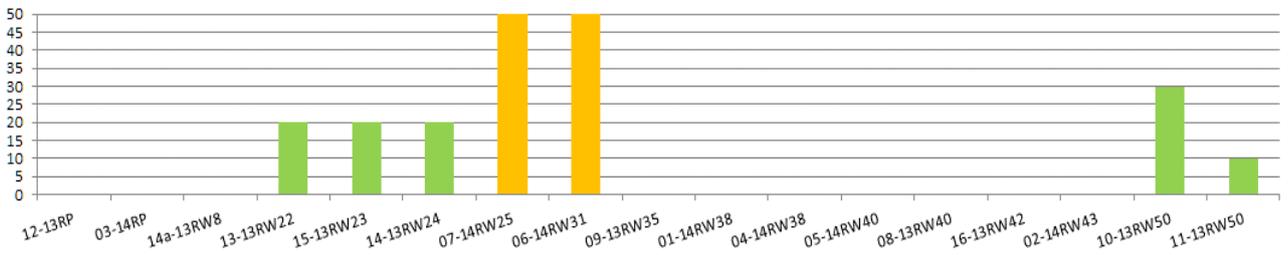
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel, 11/13%O₂) bei Leistung 50-70%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<100), hellgrün = erfüllt (<250/500), orange = nicht erfüllt (>250/500), grau = nicht beurteilt



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)

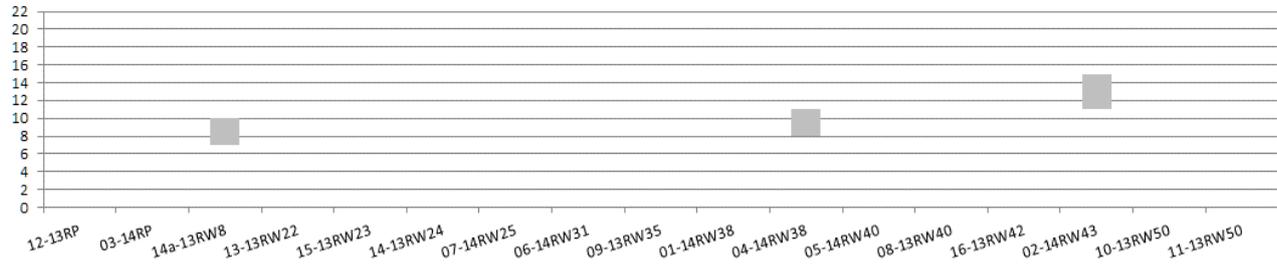


Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung W:Wassergehalt

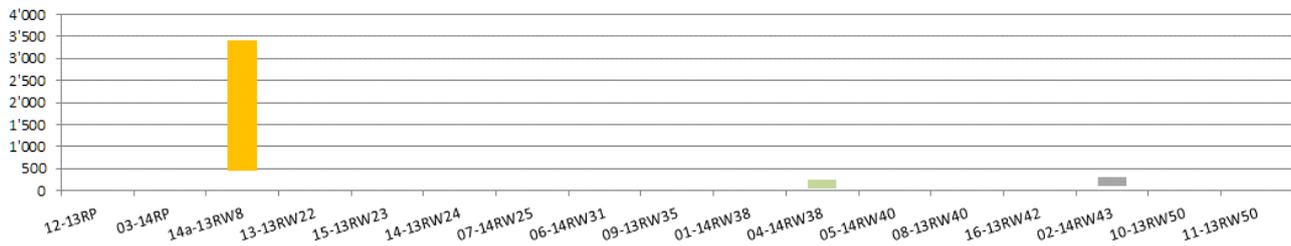
O₂ in % (Sekundenpeak) bei Leistung 80-100%

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



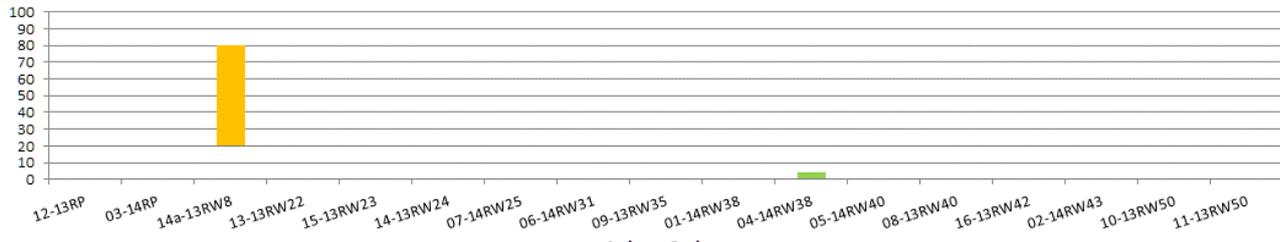
CO in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 11/13%O₂) bei Leistung 80-100%

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (<50), hellgrün = erfüllt (<250/500), orange = nicht erfüllt (>250/500), grau = nicht beurteilt



VOC in mg/Nm³ (5Min-Mittel) 11/13%O₂) bei Leistung 80-100%

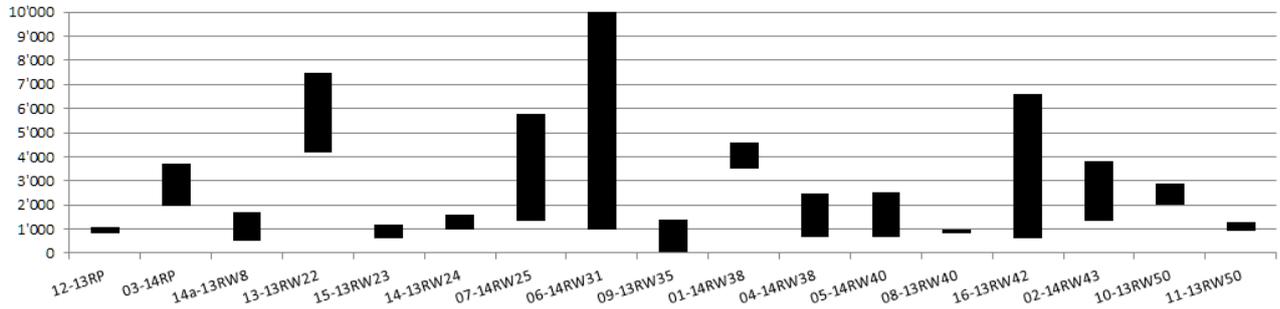
Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:
 grün = hohe Qualität (20), hellgrün = erfüllt (<50), orange = nicht erfüllt (>50)



Anlage-Code
 P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung W: Wassergehalt

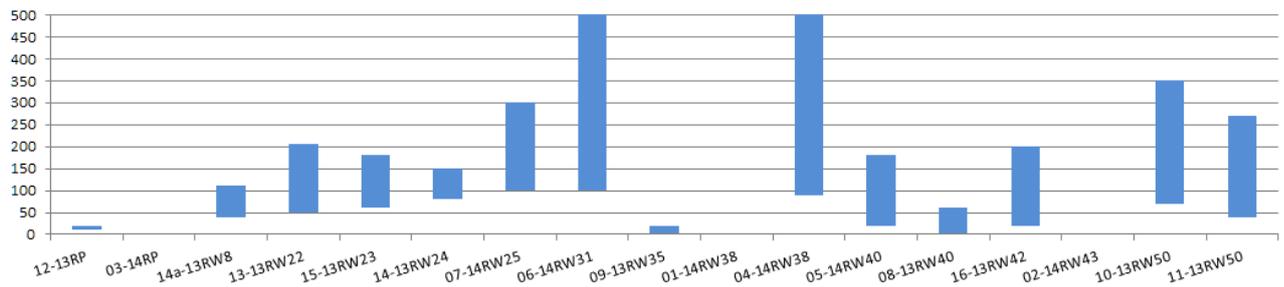
CO in mg/m³ (nicht normiert) Start

keine Beurteilung



VOC in mg/m³ (nicht normiert) Start

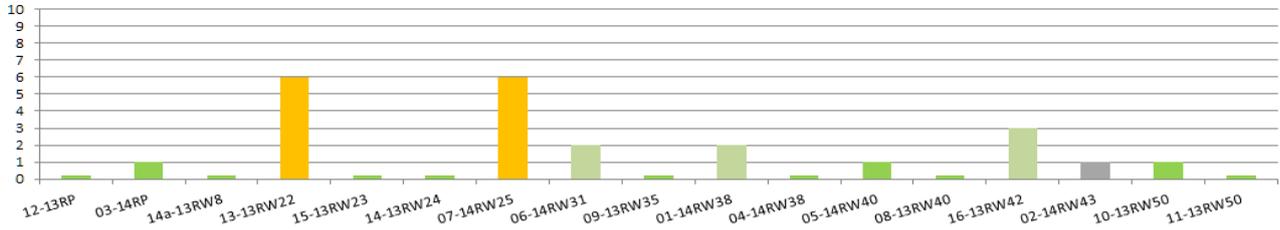
keine Beurteilung



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

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

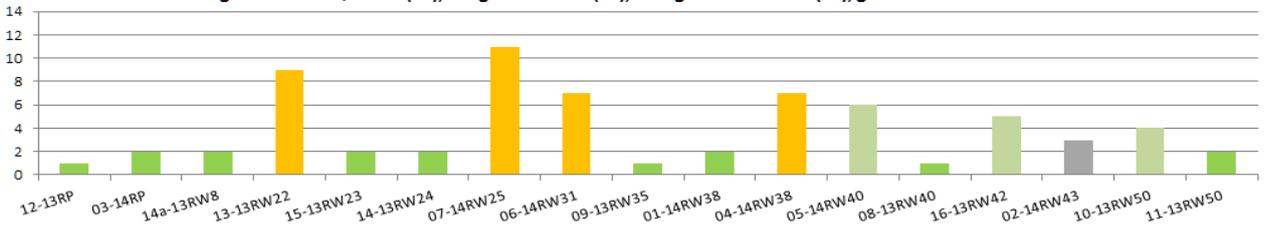
grün = hohe Qualität (≤1), hellgrün = erfüllt (≤3), orange = nicht erfüllt (>3), grau = nicht beurteilt



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

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

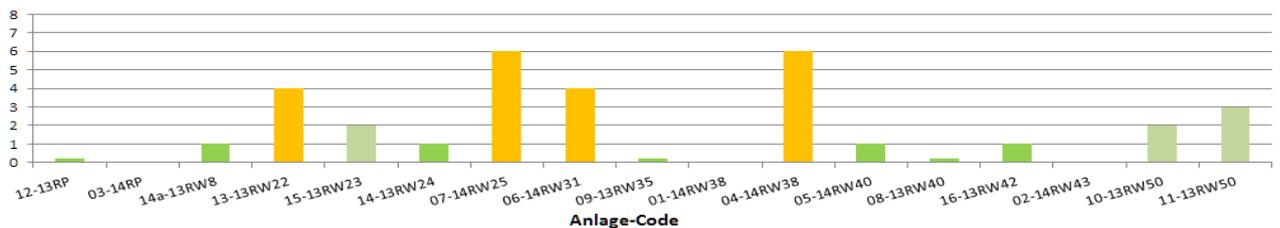
grün = hohe Qualität (≤3), hellgrün = erfüllt (≤6), orange = nicht erfüllt (>6), grau = nicht beurteilt



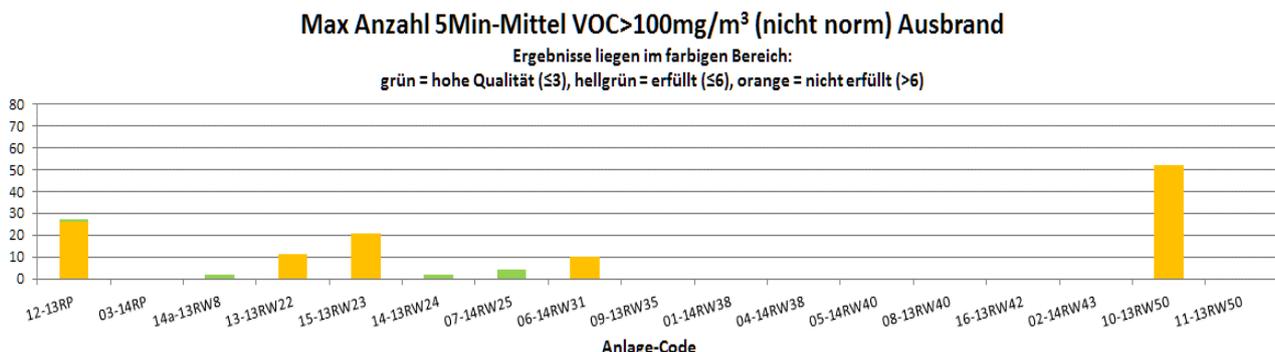
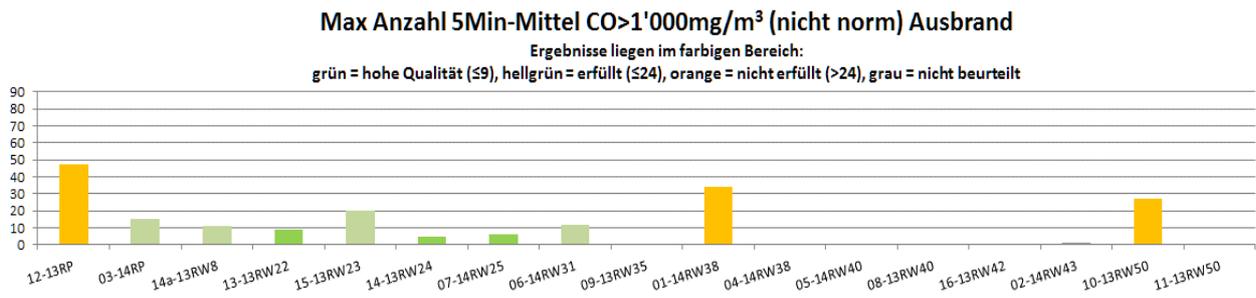
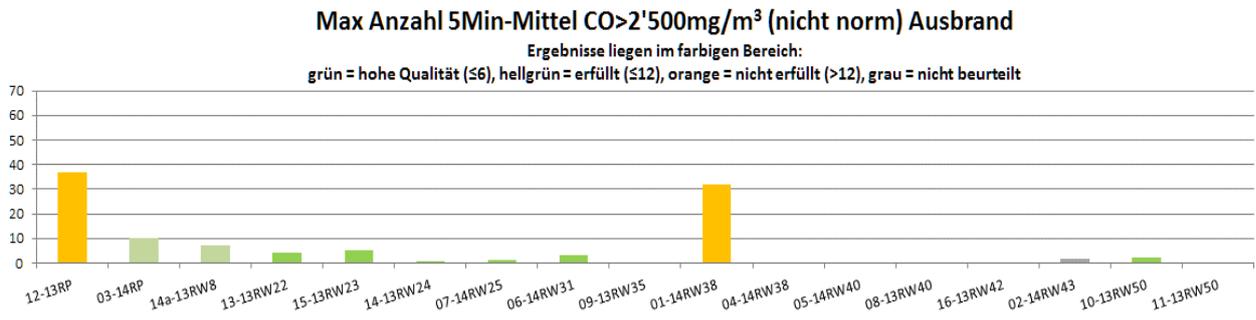
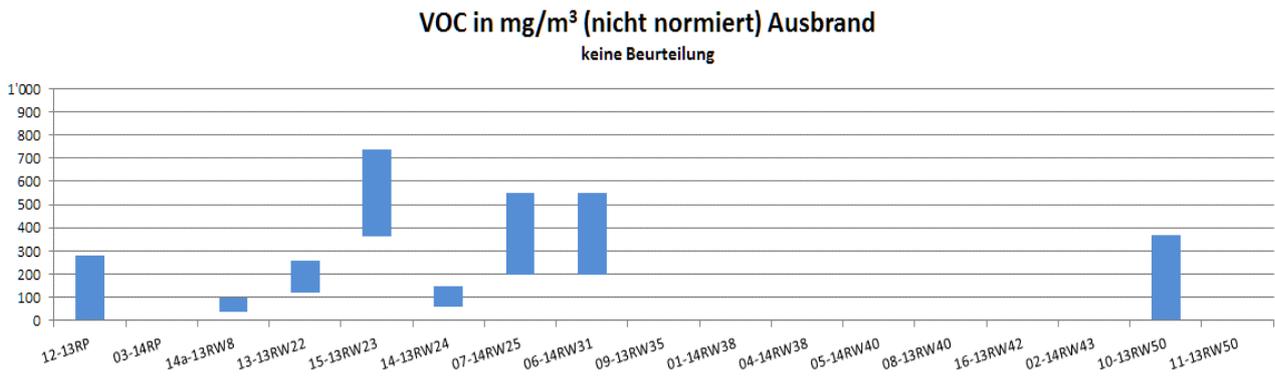
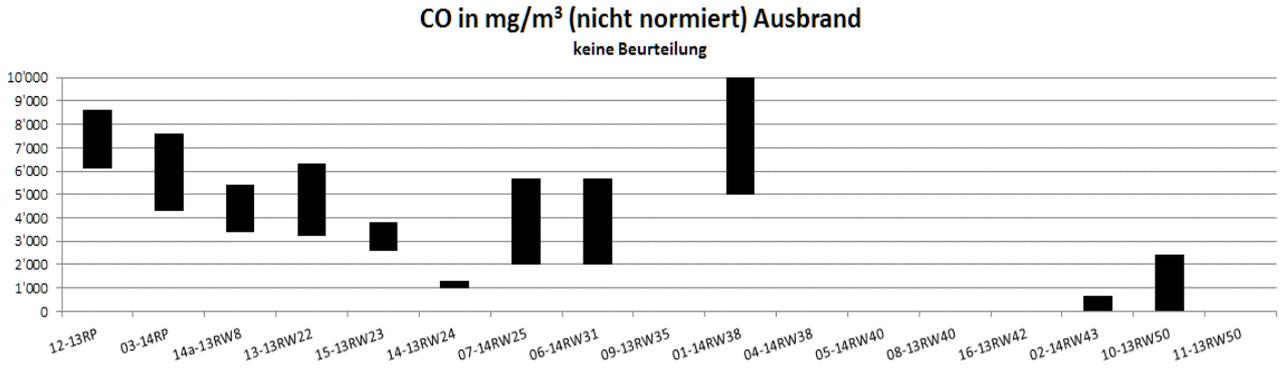
Max Anzahl 5Min-Mittel VOC>100mg/m³ (nicht normiert) Start

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

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



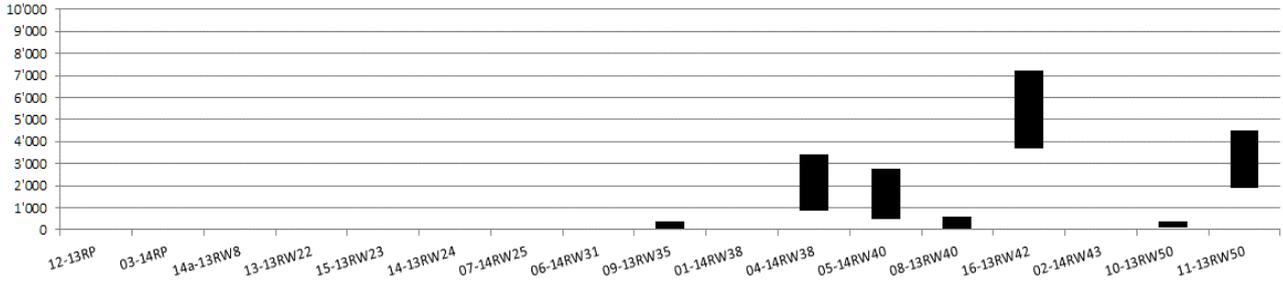
Anlage-Code
P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung W: Wassergehalt



Anlage-Code
P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung W: Wassergehalt

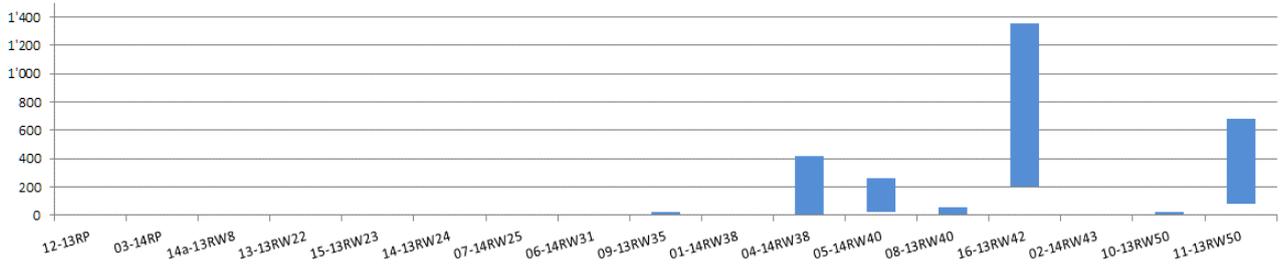
CO in mg/m³ (nicht normiert) Glutbettunterhalt

keine Beurteilung



VOC in mg/m³ (nicht normiert) Glutbettunterhalt

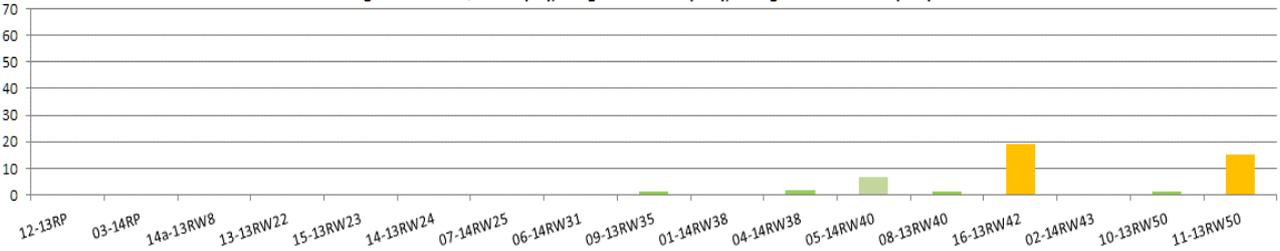
keine Beurteilung



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

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

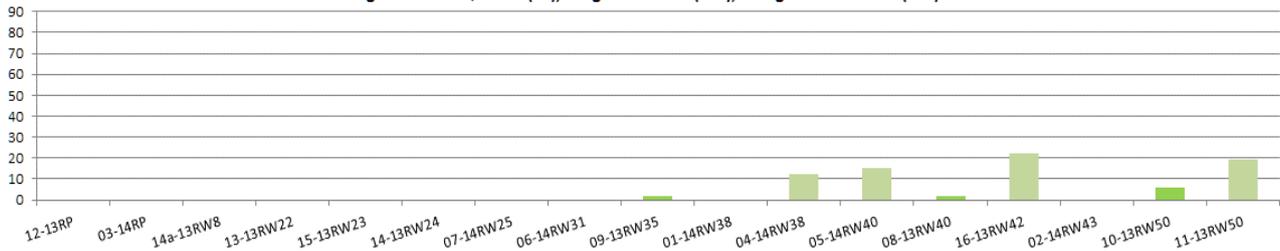
grün = hohe Qualität (≤6), hellgrün = erfüllt (≤12), orange = nicht erfüllt (>12)



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

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

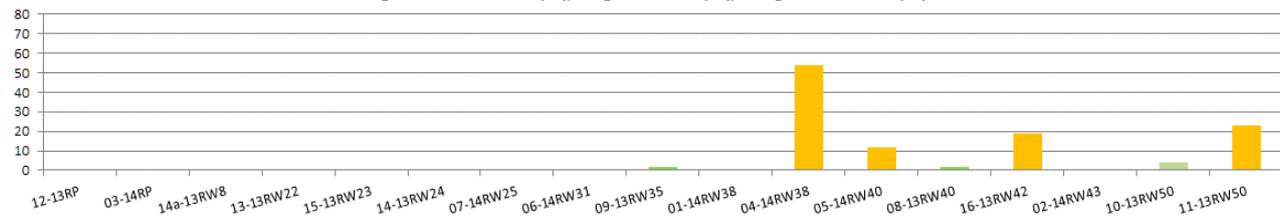
grün = hohe Qualität (≤9), hellgrün = erfüllt (≤24), orange = nicht erfüllt (>24)



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

Ergebnisse liegen im farbigen Bereich:

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



Anlage-Code

P: Pelletfeuerung R: Rostfeuerung U: Unterschubfeuerung G: Glutbettunterhalt W: Wassergehalt

QS-Support Holzfeuerungen

**Ein Projekt von:
Bundesamt für Energie BFE
Bundesamt für Umwelt BAFU
In Zusammenarbeit mit kantonalen
Fachstellen**

Anhang 3

Messbericht Rostfeuerung anonymisiert (2MW)

24h-Messung vom

Auftraggeber:
AFU des Kantons Appenzell Ausserrhodon
Departement Bau und Umwelt
Feuerungskontrolle
Rolf Beier
Kasernenstrasse 17
CH-9102 Herisau
Tel 071/353 65 28
Email rolf.beier@ar.ch

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

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Erläuterungen	3
2. Messgeräte	4
3. Messresultate	5
4. Beurteilung	6
5. Kommentare und Empfehlungen	6
Anhang	

Hinweis:

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen des vorliegenden Berichtes sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich. Der Bericht und die dazugehörige Dokumente sollen der Streitbeilegung dienen und stellen keine umfassende Expertise dar. Die Beauftragten haften nur für vorsätzlich und grobfahrlässig zugefügte Schäden. Dies gilt in Bezug auf die vertragliche und ausservertragliche Haftpflicht.

1. Erläuterungen

Nachfolgend werden die wichtigsten Kenngrössen einer Emissionsmessung kurz erläutert:

- O₂ Für eine vollständige Verbrennung muss die zugeführte Luftmenge grösser sein als die minimal notwendige (Lambda grösser 1). Sonst steht nicht genügend Sauerstoff für den Ausbrand der Gase zur Verfügung. Ist der Luftüberschuss aber zu gross (Lambda grösser 2-3), so wird die Flamme durch die unnötig zugeführte Luft gekühlt und die Verbrennung ist infolge niedriger Temperaturen ebenfalls unvollständig. Die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) werden bei Holzfeuerungen auf einen O₂-Gehalt von 13% bzw. 11% bezogen oder normiert. Ist der gemessene Sauerstoffgehalt höher als 13% bzw. 11% (Verdünnung) so erhöht sich die normierte Konzentration im Vergleich mit der gemessenen (Beispiel: CO-Gehalt von 1'000mg/m³ gemessen bei 18% O₂ ergibt ein auf 13% normierter CO-Gehalt von 2'670mg/Nm³). Umgekehrt werden bei gemessenen Sauerstoffgehalten unter 13% die Konzentrationen durch die Normierung tiefer.
- CO₂ Für eine effiziente Nutzung des Energieinhaltes im Holz sollte der vorhandene Kohlenstoff (C) soweit als möglich in CO₂ umgewandelt werden. Dies bedeutet, dass der vorhandene Kohlenstoff vollständig verbrannt wurde. Die Summe der Gehalte von O₂ und CO₂ ergibt ca. 21%. In der Regel sollten maximale CO₂-Gehalte von 10% und mehr erreicht werden.
- CO
HC Wenn die Verbrennung unvollständig verläuft, entsteht CO. Zwar wird CO später in der Atmosphäre zu CO₂ umgewandelt. Weil in der Regel bei hohem CO auch die Konzentrationen von anderen Schadstoffen, wie HC (Kohlenwasserstoff, verantwortlich für Geruchsemissionen) und Feinstaub hoch sind, sollten trotzdem tiefe CO-Konzentrationen angestrebt werden. CO gilt daher als Leitsubstanz für die Beurteilung von Holzfeuerungen. Im Ausbrand trifft dies nicht zu. Hier steigen die CO-Konzentrationen bei Feuerungen ohne Verbrennungsluftregelung an. Unter guten Verbrennungsbedingungen entstehen aber in der Regel keine bedeutenden Schadstoff-Konzentrationen an HC oder Feinstaub. Stellvertretend für HC werden im vorliegenden Bericht HX (Hexan) angegeben.
- Staub Bei Holzfeuerungen kann generell davon ausgegangen werden, dass nahezu die gesamte Staubmenge in Form von PM₁₀ (Partikel mit einem Durchmesser unter 10Tausendstel-Millimeter) emittiert wird. Diese Partikel verbleiben schwebend in der Atemluft und werden über die Lungen aufgenommen. Feinstaub wird daher als gesundheitsgefährdend eingestuft.

3. Messresultate

Stationäre Betriebsphasen 30-100% Leistung (Anhang 2A, normiert)

Die Messresultate sind in den Anhängen 2A und 2B dargestellt. Für die Beurteilung der stationären Betriebsphasen sind die normierten Konzentrationen massgebend. Unter dem Begriff „stationären Betriebsphasen“ werden 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. Die O₂-Gehalte liegen mit Vorteil über das ganze Leistungsband der Anlage (30-100%) in einem Bereich von 6-10% (es erfolgt keine Beurteilung der O₂-Konzentrationen). 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 sämtlichen 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 einer optimalen Leistungsvorgabe resp. ausreichender Auslastung und korrekt 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 Start und Ausbrand (Anhang 2B, nichtnormiert)

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 oder im Glutbettunterhalt sehr hohe O₂-Konzentrationen auftreten entstehen durch die Normierung überhöhte Werte (mit Tendenz gegen Unendlich bei 20% O₂) 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 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. Sowohl Start als auch Ausbrand müssen angepasst an Feuerung und Brennstoff erfolgen und benötigen dazu genügend Zeit. Dies ist ebenfalls nur in Verbindung mit einer optimalen Leistungsvorgabe resp. ausreichender Auslastung und korrekt eingebunden Speicher (5-Fühler) möglich.

4. Beurteilung

Die Beurteilung der Messergebnisse ist in Anhang 1 ersichtlich. Dazu wird eine einheitlich Standardbeurteilung (Version 0) von QS-Support verwendet. Diese basiert auf dem heutigen Stand der Technik (2013). Aufgrund der laufenden Messungen werden die Kriterien allenfalls vorallem für Anlagen unter 500kW noch etwas angepasst. Diese werden daher zur Zeit als provisorisch bezeichnet.

Die Beurteilung erfolgt in drei Qualitätstufen: „Hohe Qualität“, „Erfüllt“ und „Nicht erfüllt“. Die Kriterien sind ebenfalls in Anhang 1 aufgeführt. Mit Ausnahme der Anzahl Starts (3-4 Starts, entspricht der Qualitätsstufe „Erfüllt“) werden bei allen Beurteilungsgrössen die Kriterien für „Hohe Qualität“ erfüllt. Die Anlage erreicht somit einen hohen Stand der Technik und kann mit Brennstoffen bis W35 sehr emissionsarm betrieben werden.

Hinweis zur Einhaltung der Grenzwerte gemäss LRV: Im stationären Betrieb liegen die normierten 5Min-Mittel um $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ und liegen somit deutlich unter dem Grenzwert der LRV für Feuerungen über 1MW von $250\text{mg}/\text{Nm}^3$ (bezogen auf 11% O_2).

5. Kommentare und Empfehlungen

Stationärer Betrieb

30-40%

Die Anlage erreicht im stationären Betrieb bei Leistungen zwischen 30-40% sehr tiefe CO- und VOC-Emissionen und erfüllt die Kriterien für „Hohe Qualität“. Die O_2 -Schwankungen sind eher hoch (bis 12%). Diese haben aber keine negativen Auswirkungen auf die Emissionen. Eine Stabilisierung der O_2 -Schwankungen auf 6-10% wäre trotzdem von Vorteil.

Start

Die CO- und VOC-Emissionen im Start sind ebenfalls sehr tief und erfüllen die Kriterien für „Hohe Qualität“. Auffällig ist der tiefe O_2 -Gehalt in der Startphase (teilweise unter 2%). Der deutliche Luftmangel hat keine negativen Auswirkungen auf die Emissionen sollte aber trotzdem mit Vorteil vermieden werden.

Glutbettunterhalt

Auch bei Betriebsphasen mit langem Glutbettunterhalt (6xBrennstoffeinschub, während 7h) sind die CO- und VOC-Emissionen sehr tief und erfüllen die Kriterien für „Hohe Qualität“. Die max 5Min-Mittel der CO-Emissionen sind sogar tiefer als beim Start (Start: $1'400\text{mg}/\text{m}^3$; Glutbettunterhalt: $400\text{mg}/\text{m}^3$).

Kommentar

Firma

Zur Zeit ist die Anlage noch überdimensioniert, bzw. das FL-Netz noch nicht ausgebaut. Trotzdem konnten sehr gute Resultate erreicht werden, obwohl die Anlage mehrheitlich nur im Feuerunterhalt und wenig mit 30% Leistung betrieben wurde.

Anhang (nicht enthalten)

- Anhang 1: Standard-Beurteilung
- Anhang 2A: Messresultate normiert
- Anhang 2B: Messresultate nicht normiert

QS-Support Holzfeuerungen

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

**In Zusammenarbeit mit:
UWE-LU, AFU-AR, AFU-SG, AFU-SO,
AFU-UR, AWEL-ZH**

Anhang 4

Messbericht Holzschnitzel-Feuerung (Rost) anonymisiert (100kW)

24h-Messung vom

Auftraggeber:
KANTON LUZERN
Umwelt und Energie (uwe)
Reto Amiet
Feuerungskontrolle
Libellenrain 15
Postfach 3439
6002 Luzern
Tel 041 228 60 60
Email reto.amiet@lu.ch

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

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

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Erläuterungen	3
2. Messgeräte	4
3. Messresultate	5
4. Beurteilung	6
5. Kommentare und Empfehlungen	6
Anhang	

Hinweis:

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen des vorliegenden Berichtes sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich. Der Bericht und die dazugehörige Dokumente sollen der Streitbeilegung dienen und stellen keine umfassende Expertise dar. Die Beauftragten haften nur für vorsätzlich und grobfahrlässig zugefügte Schäden. Dies gilt in Bezug auf die vertragliche und ausservertragliche Haftpflicht.

1. Erläuterungen

Nachfolgend werden die wichtigsten Kenngrössen einer Emissionsmessung kurz erläutert:

- O₂ Für eine vollständige Verbrennung muss die zugeführte Luftmenge grösser sein als die minimal notwendige (Lambda grösser 1). Sonst steht nicht genügend Sauerstoff für den Ausbrand der Gase zur Verfügung. Ist der Luftüberschuss aber zu gross (Lambda grösser 2-3), so wird die Flamme durch die unnötig zugeführte Luft gekühlt und die Verbrennung ist infolge niedriger Temperaturen ebenfalls unvollständig. Die Grenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) werden bei Holzfeuerungen auf einen O₂-Gehalt von 13% bzw. 11% bezogen oder normiert. Ist der gemessene Sauerstoffgehalt höher als 13% bzw. 11% (Verdünnung) so erhöht sich die normierte Konzentration im Vergleich mit der gemessenen (Beispiel: CO-Gehalt von 1'000mg/m³ gemessen bei 18% O₂ ergibt ein auf 13% normierter CO-Gehalt von 2'670mg/Nm³). Umgekehrt werden bei gemessenen Sauerstoffgehalten unter 13% die Konzentrationen durch die Normierung tiefer.
- CO₂ Für eine effiziente Nutzung des Energieinhaltes im Holz sollte der vorhandene Kohlenstoff (C) soweit als möglich in CO₂ umgewandelt werden. Dies bedeutet, dass der vorhandene Kohlenstoff vollständig verbrannt wurde. Die Summe der Gehalte von O₂ und CO₂ ergibt ca. 21%. In der Regel sollten maximale CO₂-Gehalte von 10% und mehr erreicht werden.
- CO
VOC Wenn die Verbrennung unvollständig verläuft, entsteht CO. Zwar wird CO später in der Atmosphäre zu CO₂ umgewandelt. Weil in der Regel bei hohem CO auch die Konzentrationen von anderen Schadstoffen, wie HC (Kohlenwasserstoff, verantwortlich für Geruchsemissionen) und Feinstaub hoch sind, sollten trotzdem tiefe CO-Konzentrationen angestrebt werden. CO gilt daher als Leitsubstanz für die Beurteilung von Holzfeuerungen. Im Ausbrand trifft dies nicht zu. Hier steigen die CO-Konzentrationen bei Feuerungen ohne Verbrennungsluftregelung an. Unter guten Verbrennungsbedingungen entstehen aber in der Regel keine bedeutenden Schadstoff-Konzentrationen an VOC oder Feinstaub.
- Staub Bei Holzfeuerungen kann generell davon ausgegangen werden, dass nahezu die gesamte Staubmenge in Form von PM₁₀ (Partikel mit einem Durchmesser unter 10Tausendstel-Millimeter) emittiert wird. Diese Partikel verbleiben schwebend in der Atemluft und werden über die Lungen aufgenommen. Feinstaub wird daher als gesundheitsgefährdend eingestuft.

3. Messresultate

Stationäre Betriebsphasen 30-100% Leistung (Anhang 2A, normiert)

Die Messresultate sind in den Anhängen 2A und 2B dargestellt. Für die Beurteilung der stationären Betriebsphasen sind die normierten Konzentrationen massgebend. Unter dem Begriff „stationären Betriebsphasen“ werden 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 sämtlichen 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 Start und Ausbrand (Anhang 2B, nichtnormiert)

Damit 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 bei 20% O₂) 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 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. 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 (5-Fühler) möglich.

4. Beurteilung

Die Beurteilung der Messergebnisse ist in Anhang 1 ersichtlich. Dazu wird eine einheitlich Standardbeurteilung (Version 0) von QS-Support verwendet. Diese basiert auf dem heutigen Stand der Technik (2013). Aufgrund der laufenden Messungen werden die Kriterien allenfalls vorallem für Anlagen unter 500kW noch etwas angepasst. Diese werden daher zur Zeit als provisorisch bezeichnet.

Die Beurteilung erfolgt grundsätzlich in drei Qualitätsstufen: „Hohe Qualität“, „Erfüllt“ und „Nicht erfüllt“. Kurze instabile Betriebsphasen und längerer Betrieb mit überhöhten O₂ (>18%) wurden bei der Beurteilung des stationären Betriebes nicht berücksichtigt. Die Anlage wird wie folgt beurteilt:

- Anzahl Starts pro Tag (8-10): „Nicht Erfüllt“
- Leistung 30-40% (bezogen auf 13% O₂):
 - CO (5Min-Mittel 170-4'460mg/Nm³): „Nicht Erfüllt“
 - VOC (5Min-Mittel <40-340mg/Nm³): „Nicht Erfüllt“
- Start (nicht normiert)
 - CO Max Anzahl (5Min-Mittel >2'500mg/m³) 2: „Erfüllt“
 - CO Max Anzahl (5Min-Mittel >1'000mg/m³) 7: „Nicht Erfüllt“
 - VOC Max Anzahl (5Min-Mittel >100mg/m³) 4: „Nicht Erfüllt“
- Glutbettunterhalt (nicht normiert)
 - CO Max Anzahl (5Min-Mittel >2'500mg/m³) 3: „Hohe Qualität“
 - CO Max Anzahl (5Min-Mittel >1'000mg/m³) 12: „Erfüllt“
 - VOC Max Anzahl (5Min-Mittel >100mg/m³) 10: „Nicht erfüllt“

Hinweis zur Einhaltung der Grenzwerte gemäss LRV: Es gibt wenige stationäre Betriebsphasen in denen drei aufeinanderfolgende 5Min-Mittel unter dem CO-Grenzwert der LRV für Feuerungsleistungen unter 1MW von 500mg/Nm³ (bezogen auf 13% O₂) liegen. Es gibt aber auch Betriebsphasen in denen kein 5Min-Mittel unter dem Grenzwert der LRV liegt (z.B. 24.03. ab 21:30Uhr). Die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung werden daher nur vereinzelt eingehalten.

5. Kommentare und Empfehlungen

Stationärer Betrieb

50-70% Leistung

Die O₂-Schwankungen sind relativ gross (6-15%), diese deutet auf eine instabile Verbrennung mit ungenügend ausgebildetem Brennstoffbett hin. In der Folge entstehen erhöhte Emissionen, die zu Geruchsbelästigungen in diesen Betriebsphasen führen.

Start

Infolge instabiler Verbrennung während den stationären Betriebsphasen können die Startphasen schwierig abgegrenzt werden. Die Startphasen können aber vermutlich mit kontrollierter Brennstoff- und Luftzufuhr weiter optimiert werden.

Ausbrand

Im Ausbrand können infolge erhöhten VOC gewisse Geruchsbelästigungen entstehen, obwohl die CO-Emissionen nicht übermässig erhöht sind. Dieser scheinbare Widerspruch ist vermutlich mit dem schwach ausgebildeten Brennstoffbett

erklärbar. Dadurch entstehen kurze Ausbrandphasen, welche trotz unkontrolliertem Luftüberschuss keine stark erhöhten Emissionen zur Folge haben.

Instabile Betriebsphasen Während dem stationären Betrieb können instabile Verbrennungsphasen mit sehr hohen O₂-Gehalten (>18%) auftreten. Solche Phasen dauern teilweise lange an (>1h) und können zu Geruchsbelästigungen führen.

Vergleich mit der 24h-Messung Okt. 2012 Im stationären Betrieb ist die Verbrennung weiterhin instabil und die Emissionen sind nach wie vor hoch. Beim Start und im Ausbrand sind weitere Optimierungen erwünscht, obwohl der Zündföhn jetzt nicht mehr bei jedem Start, sondern nur noch bei Bedarf (grössere Auskühlung) aktiv wird. Der Wassergehalt im Brennstoff war etwa vergleichbar und relativ tief. Die Stückigkeit des Brennstoffes kann zur Zeit nicht verglichen werden. Es wurden aber vor Ort optisch keine grösseren Veränderungen wahrgenommen.

**Kommentare
Firma**

Wir haben die Messresultate in einem ersten Schritt zur Kenntnis genommen. Die Daten im Bericht wurden ergänzend zu unseren parallel aufgezeichneten Daten des Heizkessels analysiert. Die Resultate der Analyse haben zu Korrekturen/ Verbesserungen unmittelbar an der Anlage selber geführt und wurden ergänzend auch mit Firma besprochen.

Anhang (nicht enthalten)

- Anhang 1: Standard-Beurteilung
- Anhang 2A: Messresultate normiert
- Anhang 2B: Messresultate nicht normiert
- Anhang 3: Fotodokumentation, nicht enthalten

Anhang 11



Geschäftsstelle QM Holzheizwerke

Dr. Jürgen Good
c/o Verenum
Langmauerstrasse 109
CH – 8006 Zürich (Switzerland)
Telefon +41 44 377 70 72 (direkt)
Fax +41 44 377 70 77
Email: juergen.good@verenum.ch
Internet: www.qmholzheizwerke.ch

Anlagen mit Begleitung durch QM Holzheizwerke QMH und Durchführung von 24h-Messungen

Bei den nachstehenden Anlagen wurde die Qualitätsbegleitung mit QM Holzheizwerke QMH durchgeführt, ein Q-Beauftragter (QB) hat die Projekte während der Planung, Realisierung und Betriebsoptimierung (BO) begleitet. Allerdings erfolgte die Begleitung der Projekte nicht immer nach den Vorgaben von QMH, denn bei einigen Anlagen war der Holzkessel bereits bestellt oder die Anlage sogar bereits in Betrieb. Die Wirkung von QMH ist dadurch eingeschränkt, weil auf die Auslegung und Dimensionierung der Anlage, einer der Kernaspekte von QMH, kein Einfluss mehr genommen werden konnte. Weiter wurden die vorgesehenen Meilensteine nicht bei allen Anlagen vollständig durchlaufen. Auch wurde die Umsetzung der Empfehlungen des Q-Beauftragten teilweise nicht beantwortet oder die Umsetzung konnte infolge Abbruchs der Q-Begleitung nicht kontrolliert werden.

Bei allen nachstehenden Anlagen wurden 24h-Messungen durchgeführt, deren Resultate im QS-Support *Schlussbericht* stehen. Zum besseren Verständnis der Resultate der 24h-Messungen muss der teilweise bescheidene Umfang der Qualitätsbegleitung mit QMH berücksichtigt werden. Weiter ist zu beachten, dass der QB dem Bauherren nur Empfehlungen abgibt, wie die Anforderungen von QMH einzuhalten sind. Der QB verlangt vom Bauherrn, dass er die Umsetzung der Empfehlungen entscheidet, es liegt aber nicht in der Kompetenz des QB, die Umsetzung von Empfehlungen durchzusetzen. Zudem darf der QB im Rahmen seines Mandates keine Empfehlungen bezüglich Produktwahl oder Aussagen zur Qualität von Produkten machen.

Im Q-Plan jedes Meilensteins ist dokumentiert, ob wesentliche Abweichungen zu den Anforderungen von QMH vorliegen und wie der Bauherr über die Umsetzung der Empfehlungen des QB entschieden hat. Jede Förderstelle, die Einsicht nimmt in die Q-Pläne, hat so die Möglichkeit, sich über die Einhaltung der Anforderungen von QMH ein Bild zu machen.

Anlage 08-2013

Umfang von QMH:

- Alle Meilensteine vereinbart und durchgeführt
- Enge Begleitung des Projektes durch QB, insbesondere bezüglich Regelung und Schwachlastbetrieb
- Erfolgreicher Abschluss der Betriebsoptimierung. Nachweis mit 24h-Messung.

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: Mai 2011; MS1 am 23.6.2011 unterschrieben
- MS3 am 27.12.2011 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - Der bisherige Projektablauf erfolgte gemäss Hauptdokument bzw. bisherigen Zusatzdokumenten
 - Systemwahl: «Die gewählte Lösung erfüllt die Anforderungen von QM Holzheizwerke. Insbesondere ist dabei der Schwachlastbetrieb im Sommer gebührend berücksichtigt. In Diskussionen zwischen Hauptplaner, Kessellieferant, Bauherr, Lufthygiene des Kantons und dem Q-Beauftragten wurden die Details für einen emissionsarmen Schwachlastbetrieb besprochen. Sie werden entsprechend vertraglich festgelegt.»
- MS4 am 29.10.2013 unterschrieben

- MS5: Abschluss noch offen. Enge Begleitung der BO durch den QB. Die Ergebnisse der BO und die vertraglichen Verpflichtungen bezüglich Schwachlastverhalten wurden mit einer 24h-Messung überprüft, mit sehr gutem Resultat.

Anlage 04-2013 und 07-2014 (2 Messungen)

Umfang von QMH:

- Vereinfachtes Verfahren vereinbart
- Anlage bei Startsituation schon installiert
- Abbruch der Begleitung nach Abschluss von MS3.

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: August 2011; MS1 am 2.9.2011 unterschrieben
- MS3 am 14.12.2012 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - «Der bisherige Projektablauf weicht ab. Die Anlage war bei der Startsituation schon installiert. Die Empfehlungen von QM Holzheizwerke können sich daher nur noch auf den Betrieb der Anlage beziehen.»
 - «Es wurden Abweichungen zur vereinbarten Qualität festgestellt»
 - Situationserfassung (nach Abschluss des 1. Betriebsjahres): «Der Leistungsbedarf wurde vom Hauptplaner berechnet. Angaben zur Wärmedämmung waren nur wenige vorhanden. Entsprechend unsicher ist der erforderliche Wärmeleistungsbedarf. Vom Hauptplaner wurde er mit 142 kW berechnet. Den Energiebedarf bei voller Nutzung des Gebäudes schätzte er auf ca. 280 MWh/a. Da im Bereich der Heizgrenze der Beitrag der Sonnenenergie relativ gross ist, wurde für die Holzheizung die Heizgrenze bei 13°C angenommen. Im ersten Betriebsjahr betrug der Heizwärmebedarf 100 MWh/a, bei stark reduzierter Belegung.»
 - Systemwahl: «Die Abbildungen in Anhang 2 zeigen, dass die(se) Schwachlastbedingung in der Übergangszeit und vor allem bei reduzierter Belegung während mehr als 100 Tagen nicht eingehalten werden kann. In diesen Tagen können Immissionsprobleme (Rauch, Geruchsimmissionen) nicht ausgeschlossen werden. Das Problem kann sich verschärfen, wenn wegen hohem Beitrag der Solaranlage der Wärmebedarf aus der Holzheizung nur gering ist.»
 - Regelungstechnische Lösung: «In der Übergangszeit kann der Wärmebedarf über längere Zeit Null oder nahezu Null sein. Das Ein- und Ausschalten der Feuerung ist dann nötig, um den Ladezustand auf dem vorgegebenen Sollwert zu halten. Dies ergibt viele kurze Einschaltzeiten. Dies kann vermieden werden, wenn der Speicher ab einer vorgegebenen Aussentemperatur bei leerem Speicher einschaltet, diesen bei möglichst tiefer Leistung lädt bis er gefüllt ist. Einschalten erst wieder, wenn der Speicher leer ist. Diese Funktion «Füllen-Entleeren» soll nachgerüstet werden.»
- MS5: Nach Abschluss von MS3 wurde vom Bauherr die Begleitung des QB gekündigt. Ob eine BO durchgeführt wurde, ist dem QB nicht bekannt, aber eher unwahrscheinlich. Auch fehlt der Nachweis, dass die vom QB empfohlenen (und vom Bauherr mit «ja» angekreuzten) Massnahmen umgesetzt worden sind.

Anlage 05-2014

Umfang von QMH:

- Alle Meilensteine vereinbart. Wegen spätem Einreichen der Unterlagen (siehe unten), wurde MS2 übersprungen
- Auftragserteilung an Unternehmer vor Erreichen von MS2 (im Verlaufe des Verfahrens umgewandelt auf MS3)
- Nach MS3 wurden dem QB keine weiteren Unterlagen mehr eingereicht.

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: Nov. 2008; MS1 am 18.11.2008 unterschrieben
- MS3 am 27.12.2011 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - «Gemäss Q-Plan Hauptdokument hätten die Unterlagen zu Meilenstein 2 bis 15.12.2008 eingereicht werden sollen. Die ersten Dokumente wurden dem Q-Beauftragten im Februar 2010 (nach Baubeginn) eingereicht. Da die Auftragserteilung an die Unternehmer vor Erreichen von

Meilenstein 3 erfolgte, ist die Wirkung von QM Holzheizwerke auf das vorliegende Projekt eingeschränkt. Auf Empfehlungen, welche aus Gründen des Baufortschrittes nicht mehr sinnvoll umgesetzt werden können, wurde verzichtet.»

- Systemwahl: «Da die Kesselleistung des Holzessels (2'000 kW bei Wassergehalt <50%) im Verhältnis zum maximalen Leistungsbedarf relativ hoch ist, ergibt sich eine relativ tiefe Vollbetriebsstundenzahl von 2'326 h/a..... Aus Sicht des Q-Beauftragten wäre ein kleinerer Holzessel aus folgenden Gründen vorteilhafter: Der Speicher sollte gemäss QM Holzheizwerke so dimensioniert sein, dass er die Wärmeproduktion von 1 Stunde Nennleistung des Holzessels aufnehmen kann. Mit dem gewählten Speichervolumen und der gewählten Nennleistung (abhängig vom Brennstoffsoriment) ist diese Forderung nicht erfüllt..... Da der Holzessel und der Speicher schon bestellt sind, erübrigt sich eine Empfehlung des Q-Beauftragten.»
- MS4/5: Nach Erreichen von MS3 erhielt der QB keine weiteren Informationen mehr und es wurden keine Unterlagen mehr eingereicht. Es fehlt der Nachweis, dass die vom QB bei MS3 empfohlenen (und vom Bauherr mit «ja» angekreuzten) Massnahmen umgesetzt worden sind.

Anlage 12-2013

Umfang von QMH:

- vereinfachtes Verfahren vereinbart
- Anlage bei Startsetzung schon im Bau. Der Gaskessel ist schon installiert. Installation des Holzessels eine Woche nach Startsetzung
- Gesuch um Terminverschiebung für MS5. Danach wurden keine Unterlagen mehr eingereicht

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: Juli 2012; MS1 am 20.7.2012 unterschrieben
- MS3 am 8.11.2012 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - « Die Anlage war bei der Startsetzung schon im Bau. Trotzdem konnten an der Startsetzung und im Verlauf der weiteren Detailplanung noch Empfehlungen von QM Holzheizwerke umgesetzt werden.»
 - Systemwahl: «Die gewählte Lösung der Wärmeerzeugung entspricht der Standard-Schaltung WE4 von QM Holzheizwerke: bivalente Zweikesselanlage mit Speicher mit der Abweichung, dass der Gaskessel als kondensierender Kessel in den Hauptrücklauf eingebunden wird. Die Einbindung entspricht den Empfehlungen von FAQ 9 von QM Holzheizwerke..... Der mittlere Sommerleistungsbedarf liegt gemäss den Annahmen der Situationserfassung bei ca. 14 kW. Das heisst, dass ausserhalb der Heizperiode (und im Bereich der Heizgrenze) die Wärmeerzeugung mittels Gaskessel erfolgen sollte. Dies ist auch so vorgesehen.»
- MS5: 28. Juni 2013: Gesuch um Verschiebung des Termins für MS5 auf August 2013. Nach Zustimmung zur Verschiebung durch QB erhielt dieser keine weiteren Informationen mehr und es wurden keine Unterlagen mehr eingereicht. Es fehlt der Nachweis, dass die vom QB bei MS3 empfohlenen (und vom Bauherr mit «ja» angekreuzten) Massnahmen umgesetzt worden sind.

Anlage 15-2013

Umfang von QMH:

- Kesslersatz
- Anlage bei Startsetzung schon gebaut
- Nach Erreichen von MS3 noch keine weiteren Informationen und Unterlagen erhalten

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: Januar 2013; MS1 am 14.2.2013 unterschrieben
- MS3 am 10.6.2013 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - « Die Anlage wurde gebaut, bevor Meilenstein 2 erfüllt war. Die Wirkung von QM Holzheizwerke (QMH) ist dadurch eingeschränkt. Im vorliegenden Dokument wird auf Empfehlungen verzichtet, welche nicht mehr umgesetzt werden können..... Es wurden wesentliche Abweichungen zur vereinbarten Qualität festgestellt »
 - Systemwahl: «Gewählt wird eine monovalente Anlage mit 1 Holzessel mit der Nennleistung von 200 kW und zwei Speichern von zusammen 4 m³..... Gemäss Situationserfassung hätte

eine Nennleistung des Kessels von 150 kW genügt. Für die Anlage der Chärnhalle bedeutet das, dass der minimale mittlere Tagesleistungsbedarf für einen emissionsarmen Betrieb mindestens 30 kW betragen sollte. Die Situationserfassung zeigt (s. Abschnitt 204), dass der minimale mittlere Tagesleistungsbedarf im Sommer im Mittel im Bereich von 10 kW liegt. Die Abbildungen in Anhang 2 zeigen, dass ein mittlerer Tagesleistungsbedarf von 30 kW erst bei Heizbedarf und mittleren Tagestemperaturen unter ca. 10°C erreicht wird. Der Emissionsituation im Schwachlastbetrieb soll hohe Aufmerksamkeit geschenkt werden. Da die Anlage schon gebaut ist, kann ohne Umbau oder Ergänzung die Schwachlastbedingung von SFIH/QMH nicht erfüllt werden.»

• regelungstechnische Lösung:« Gemäss der im Dokument D207.1 beschriebenen Lösung weicht die Leistungsregelung wesentlich von der Lösung nach Standard-Schaltung WE2 ab..... Mit der realisierten Lösung erhöht sich im Vergleich zu einer optimalen Leistungsregelung die Anzahl der Ein-/Aus-Schaltzyklen.»

- MS5: Nach Erreichen von MS3 noch keine Informationen und Unterlagen erhalten (vereinbarter Termin für MS5 ist Juli 2014). Es fehlt der Nachweis, dass die vom QB bei MS3 empfohlenen (und vom Bauherr mit «ja» angekreuzten) Massnahmen umgesetzt worden sind.

Anlage 16-2013

Umfang von QMH:

- QMstandard vereinbart, aber ohne MS2
- Vor der Startsetzung war mit dem im Bau schon begonnen worden.
- MS5: Die Betriebsoptimierung zeigte wesentliche Mängel. Wie weit diese behoben werden konnten, ist dem QB nicht bekannt

Zu den einzelnen Meilensteinen

- Beginn der Begleitung: April 2010; MS1 am 23.4.2010 unterschrieben
- MS3 am 2.3.2011 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS3:
 - «Der bisherige Projektablauf weicht ab. Baubeginn war Anfang 2010. Die Anlage wurde im Herbst 2010 in Betrieb genommen. Die vorliegenden Unterlagen zu Meilenstein 3 wurden im Februar 2011 eingereicht. Meilenstein 3 (mit Unterschriften von Bauherr, Hauptplaner und Q-Beauftragter) hätte vor Baubeginn eingereicht werden sollen. Bei Meilenstein 1 (Start der Begleitung durch den Q-Beauftragten) waren aber die Projektierungsarbeiten schon weit fortgeschritten. Der Werkvertrag mit dem Kessellieferanten war bereit zur Unterschrift. Allerdings wurden einzelne Planungsaspekte mit dem Q-Beauftragten während der Ausführungsphase diskutiert. Die Wirkung der nachträglichen Beurteilung des Projektes durch den Q-Beauftragten ist aber eingeschränkt. Empfehlungen des Q-Beauftragten bezüglich Vergangenheitsentscheidungen sind nicht sinnvoll und wurden weggelassen.»
 - Wärmeabnehmer / Situationserfassung:« Anfang 2011 sind bezüglich Leistung und Wärmebedarf ca. 50% des vertraglichen Endausbaus gesichert. Die Folge ist ein relativ hohes wirtschaftliches Risiko. Der Bauherr ist sich dieses Risikos bewusst. »
 - Systemwahl / Prinzipschema: « Die gewählte Lösung (1 Holzkessel, 1 Gaskessel) entspricht den Empfehlungen von QM Holzheizwerke. Die Leistung des Holzkessels ist allerdings grösser als von QM Holzheizwerke empfohlen..... Mit den vorgesehenen Vor- und Rücklauftemperaturen kann der Speicher ca. 35 Minuten der Wärmeproduktion des Holzkessels speichern. QM Holzheizwerke empfiehlt eine Kapazität von ≥ 1 Stunde. Durch den zu kleinen Speicher wird eine optimale Leistungsregelung des Holzkessels schwierig zu erreichen sein.
 - regelungstechnische Lösung: «Der Holzkessel wird geregelt wie bei der monovalenten Einkesselanlage mit Speicher (WE2), wobei dafür der grössere der beiden Speicher verwendet wird. Wird beim bivalenten Betrieb der Gaskessel freigegeben, erfolgt seine Leistungsregelung über den Ladezustand des kleinen Speichers. Diese Lösung weicht von der Lösung der Standard-Schaltung WE4 ab. Nachteilig ist dabei, dass für die Leistungsregelung des Holzkessels nicht der ganze Speicherinhalt verwendet wird.»
- MS4/5 am 25.2.2012 unterschrieben. Auszüge aus dem Q-Plan Zusatzdokument MS4/5:
 - «Der bisherige Projektablauf weicht ab (mit Beschreibung der Konsequenzen): Gemäss Vereinbarung bei Meilenstein 3 hätten die Unterlagen zu Meilenstein 4 vom Hauptplaner bis spätestens 31.3.2011 eingereicht werden sollen. Diese wurden aber erst im Januar 2012 vom ewl-Mitarbeiter zusammen mit den Unterlagen zu Meilenstein 5 eingereicht»

- Ergebnisse der Betriebsoptimierung: «Die Situation für einen optimalen Betrieb der Wärmerzeugung ist durch folgende Situationen stark beeinträchtigt:
 - Auch beim gemäss Meilenstein 3 geplanten Endausbau ist der Holzkessel grösser als von QM Holzheizwerke empfohlen. Mit einem Kessel der Nennleistung 900 kW hätten auch beim geplanten Endausbau noch mehr als 95% des Wärmebedarfes mit Holz abgedeckt werden können.
 - Im Winter 2011/2012 sind erst ca. 60 % der geplanten Endenergie angeschlossen. Dadurch wird die Betriebsbedingung zusätzlich erschwert. Um dem entgegen zu wirken, wurde die Leistung des Holzkessels auf maximal 800 kW beschränkt. Die Trägheit der Feuerung entspricht aber trotzdem einem Kessel mit 1'200 kW Nennleistung.
 - Aktuell wurde in den Wintermonaten 2011/2012 ein ΔT über den Speicher von 25 K gemessen. Damit kann der Speicher (Inhalt 20 m³) ca. 30 Minuten der Nennleistung des Holzkessels aufnehmen. QM Holzheizwerke fordert ein Minimum von 1 Stunde. Um diese Forderung bei einem ΔT von 25 K erfüllen zu können, müsste der Speicher ca. 41 m³ gross sein. Mit einem höheren ΔT könnte die Speicherkapazität verbessert werden. ewl ist bemüht, bei den Verbrauchern eine tiefere primärseitige Rücklauftemperatur zu erreichen.

An der Sitzung vom 23. Januar haben der Bauherr und der Q-Beauftragte die Daten bei verschiedenen Aussentemperaturen gemeinsam analysiert. Es zeigt sich, dass bei einer geringen Veränderung der Leistungsvorgabe sich der Speicher sehr schnell füllt und entleert. Ein Grund sind die schwierigen Bedingungen. Es könnte aber auch sein, dass durch eine Verlangsamung der Feuerung das Regelverhalten verbessert werden könnte.»