

Schlussbericht 2011

QS-Support Holzfeuerungen

- Klagefälle und technischer Support
- Runder Tisch
- Ausbildung Servicefachleute
- Emissionsmessungen
- 24h-Messungen



Kontaktstelle:

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

In Zusammenarbeit mit:

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

Maschwanden, 18. Februar 2012

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	4
1. Ausgangslage und Zielsetzung	7
2. Vorgehen	8
3. Messgeräte	
3.1. Emissionsmessung (Abnahmemessung)	9
3.2. 24h Messungen	10
4. Klagefälle und technischer Support	11
5. Runder Tisch	12
6. Ausbildung Servicefachleute	12
7. Emissionsmessungen (Abnahmemessungen)	
7.1. Einleitung	13
7.2. Beurteilung und Resultate	14
8. 24h-Messungen	
8.1. Einleitung	16
8.2. Beurteilung und Resultate	17
9. Schlussfolgerungen	18
10. Projektvorschläge	
10.1. Bestehende Projekte weiterführen	19
10.2. Neue Projekte	20
Literatur	22

Damit die Dateigrösse beschränkt werden kann, enthält dieser Bericht nur die fettgedruckten Anhänge!

Anhang-Messberichte (Anlagen mit 24h-Messung, anonymisiert)

- Anlage 1 **Unterschubfeuerung, 550kW, Hackholz W49, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 2 **Rostfeuerung, 360kW, Hackholz W31, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 3 **Unterschubfeuerung, 290kW, Restholz, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 5 **Unterschubfeuerung, 80kW, Hackholz W15/29, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 11 **Rostfeuerung, 1.1MW, Hackholz W45, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 12 **Rostfeuerung, 300kW, Pellets, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 13 **Rostfeuerung, 200kW, Pellets, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 14 **Rostfeuerung, 80kW, Restholz, Ausbildungsprojekt**
- Anlage 15 **Einschubfeuerung, 200kW, Pellets, Klagefall**
- Anlage 16 **Unterschubfeuerung, 240kW, Pellets, Klagefall**
- Anlage 17 **Unterschubfeuerung, 1MW, Hackholz, Klagefall**
- Anlage 18 **Rostfeuerung, 360kW, Hackholz W35, Projekt SFIH**
- Anlage 19 **Rostfeuerung, 175kW, Hackholz W25, Diverse**

Anhang-Messberichte (Anlagen ohne 24h-Messung, anonymisiert)

- Anlage 4 Rostfeuerung, 2x1MW, Hackholz W41, Ausbildungsprojekt
- Anlage 6 Unterschubfeuerung, 110kW, Hackholz W35, Ausbildungsprojekt
- Anlage 7 Kettenvorschub, 400kW, Pellets, Ausbildungsprojekt
- Anlage 8 Rostfeuerung, 150kW, Pellets, Ausbildungsprojekt
- Anlage 9 Unterschub, 25kW, Pellets, Ausbildungsprojekt
- Anlage 10 Unterschub, 36kW, Pellets, Ausbildungsprojekt

Anhang Sitzungsprotokoll Runder Tisch vom 20.Mai 2011

Verdankungen

Folgenden Institutionen und Firmen danken wir für ihre wertvolle Mitwirkung und Unterstützung des Projektes:

- Bundesamt für Energie
- Bundesamt für Umwelt
- Kantonale Fachstellen für Luftreinhaltung: UWE LU, AFU OW, AFU SG, AFU SO;
 Abt. Umwelt Kanton AG, ALU SH
- Beteiligte Firmen

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie und den Fachstellen für Luftreinhaltung der Kantone AG, LU, OW, SG, SH und SO entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren des Berichts verantwortlich.

Zusammenfassung

Klagefälle und

Technischer Support Insgesamt wurden 26 Anfragen behandelt, davon waren 8 Klagefälle und 18 technische Beratungen. In 3 Fällen wurden 24h-Messungen durchgeführt. Die Bearbeitung der Anfragen ist soweit abgeschlossen. Insgesamt wurden 7 Messberichte und 4 Gutachten erstellt. Geplant waren 7 Klagefälle, 5 technische Beratungen und 10 kleinere Dienstleistungen, also rund 22 Anfragen.

Ausbildung für

Servicefachleute Pro Firma haben 4 bis 17 Personen an der Ausbildung für automatisch beschickte Holzfeuerungen von 25kW bis 1.1MW Leistung teilgenommen. Insgesamt wurden 72 Personen von 7 Firmen geschult für den emissionsarmen Betrieb von Holzkessel für Hackschnitzel und Pellets. Das Interesse und die Motivation der Kursteilnehmer war sehr gross. Die bei uns mündlich eingetroffenen Rückmeldungen waren durchwegs positiv.

Emissionsmessung Bei der Beurteilung gemäss den LRV-Grenzwerten (CO unter 500 resp. 250 mg/m³ bei 13 resp. 11%O₂) liegt die Erfolgsquote für Nennleistung bei 86%, d.h. 12 von 14 Anlagen liegen unter den Grenzwerten. Bei Teilleistung liegt die Erfolgsquote bei 57%, d.h. 8 von 14 Anlagen erfüllen die Grenzwerte.

Bei der Startphase mit automatisch Zünden aus dem Kaltstart liegt die Erfolgsquote bei 57%, d.h. 8 von 14 Anlagen erfüllen die im Rahmen des Projektes verwendeten Beurteilungskriterien (Anforderung: CO während weniger als 15Min über 4'000mg/m³).

Tab Beurteilung der Anlagen anhand der Emissionsmessungen

Anlage Nr.	Feuerungs-System	Kessel-Leistung	Brennstoff	Kaltstart	Nenn-Leistung	Teil-Leistung
1	Unterschub	550kW	Hackholz W49*	ok	ok	ok
2	Rost	360kW	Hackholz W31*	ok	ok	ok
3	Unterschub	290kW	Restholz	ok	ok	ok
4	Rost	2x1MW	Hackholz W41	ok	ok	ok
5	Unterschub	80kW	Hackholz W29	ok	ok	ok
6	Unterschub	110kW	Hackholz W35	ok	ok	ok
7	Ketten-Vorschub	400kW	Pellets	ok	(ok)	ok
8	Rost	150kW	Hackholz W28	n.b.	ok	ok
9	Unterschub	25kW	Pellets	ok	ok	ok
10	Unterschub	36kW	Pellets	ok	ok	ok
11	Rost	1.1MW	Hackholz W45	n.b.	ok	n.m.
12	Rost	300kW	Pellets	ok	ok	n.m.
13	Rost	200kW	Pellets	ok	ok	n.m.
14	Rost	80kW	Restholz	n.b.	ok	n.m.
Erfolgsquote				57%	86%	57%

ok Anforderungen erfüllt
 ok Anforderung nicht erfüllt
 (ok) Anforderungen nur teilweise erfüllt

*Feinanteil<8mm war zu hoch
 n.b. nicht bestimmt
 n.m. nicht möglich wegen Regelung

24h-Messungen

Im Regelbereich beträgt die Erfolgsquote 76%, d.h. bei 10 von 13 Anlagen sind die Grenzwerte der LRV über den gesamten Regelbereich eingehalten. Ausserhalb des Regelbereichs beträgt die Erfolgsquote 8%, d.h. eine von 13 Anlagen erfüllt die im Rahmen des Projektes verwendeten Beurteilungskriterien (Anforderung: Während 24h sind maximal drei 5Min-Mittel erlaubt, mit CO über 4'000mg/m³, bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s). Bei einer Anlage konnten die Anforderung witterungsbedingt nicht überprüft werden (die Anlage hat nie ausgeschaltet).

Tab Beurteilung der Anlagen anhand der 24h-Messungen

Anlage Nr.	Feuerungssystem	Kessel-Leistung	Brennstoff	Im Regelbereich (stationär)	Ausserhalb Regelbereich (instationär)
1	Unterschub	550kW	Hackholz W49*	ek	ek
2	Rost	360kW	Hackholz W31*	ok	ok
3	Unterschub	290kW	Restholz	ok	(ok)
5	Unterschub	80kW	Hackholz W15-29	ek	ek
11	Rost	1.1MW	Hackholz W45	ok	n.m
12	Rost	300kW	Pellets	ok	ek
13	Rost	200kW	Pellets	ok	ek
14	Rost	80kW	Restholz	ok	ek
15	Einschub	200kW	Pellets	ok	ek
16	Unterschub	240kW	Pellets	ok	ek
17	Unterschub	1MW	Hackholz W50	ek	ek
18	Rost	360kW	Hackholz W35	ok	ek
19	Rost	175kW	Hackholz W25	ok	ek
Erfolgsquote				76%	8%

ok Anforderungen erfüllt

ek Anforderung nicht erfüllt

(ok) Anforderungen nur teilweise erfüllt

*Feinanteil < 8mm war zu hoch

n.b. nicht bestimmt

n.m. nicht möglich wetterbedingt

Runder Tisch

Aufgrund der positiven Rückmeldungen und auf Wunsch des BAFU soll in Zukunft jährlich ein runder Tisch stattfinden. Als nächstes ist ein runder Tisch zu den Stückholzfeuerungen geplant.

Stand der Technik

Die Aktivitäten von QS-Support haben aufgezeigt, mit welchen Optimierungsmaßnahmen der heutige Stand der Technik weiterentwickelt werden kann. Es konnte gezeigt werden, dass heutige Anlagen in stationären Phasen teilweise mit sehr tiefen CO-Emissionen betrieben werden können (unter 50mg/m³). Bei den instationären Betriebsphasen, wie Start mit automatisch Zünden, Glutbettunterhalt und Ausbrand sind noch Verbesserungen erforderlich. Stand heute: Mit automatisch Zünden können ab Kaltstart die CO-Emissionen innert weniger als 5Min auf deutlich unter 4'000mg/m³ reduziert werden. Im Ausbrand liegen die CO-Emissionen nur noch knapp über 4000mg/m³. Ziel nächste Heizsaison: Die Emissionen sollen weiter reduziert werden. Anhand der Messungen während der Heizsaison 2012/13 sollen die Anforderungen für Anlagen gemäss neuem Stand der Technik 2012 definitiv festgelegt werden.

Emissionsnachweis 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 gezeigt werden, dass mit tiefen CO-Konzentrationen in allen Betriebsphasen auch die übrigen Emissionen wie VOC, Staub und sekundäre Aerosole deutlich reduziert werden können. Interessant wären Holzfeuerungen, die sehr tiefe CO-Konzentrationen aufweisen und deren Staub eine helle Farbe hat.

Vollzug der LRV Es sollte geprüft werden, wie weit 24h CO-Messungen im Rahmen des Vollzugs eingesetzt werden können. Denkbar wäre die Einführung einer jährlichen Servicepflicht mit vereinfachter Kontrollmessung durch die Branche selber, anstelle der heutigen periodischen Messung alle 2 Jahre. Damit könnte eine jährliche Wartung der Anlagen sichergestellt werden. Anhand von 24h CO-Messungen könnten stichprobenmässige Erfolgskontrollen zur Überprüfung der Branchenmessungen durchgeführt werden. Die Beurteilungskriterien für die 24h-Messungen sollten in Zusammenarbeit mit der Branche, den kantonalen Fachstellen und dem BAFU gemäss Stand der Technik festgelegt werden.

**Vorschläge
für weiterführende
Projekte**

In Zusammenarbeit mit den Bundesämtern, den Kantonalen Fachstellen für den Vollzug der LRV und der Branche werden folgende Projekte zur Weiter- resp Neubearbeitung vorgeschlagen (in Klammer Institutionen für die Zusammenarbeit):

- Weiterführung: Klagebearbeitung (Kantonale Fachstellen)
- Weiterführung: 24h-Messungen (Kantonale Fachstellen)
- Weiterführung: Runder Tisch (Branche)
- Neu: Ausbildungsprojekt „Stückholzfeuerungen“ (VHP, Idee Holzfeuer)
- Neu: Prüfmethode und Prüfstelle für Holzbrennstoffe (FH Biel)
- Neu: Weiterentwicklung Stand der Technik von autom. Holzfeuerungen (SFIH)
- Neu: Allgemeiner Emissionsnachweis für CO optimierte Holzfeuerungen (PSI)
- Neu: Qualitätsverbesserung bei Lambda-Sonden (FH Horw)
- Neu: Vergleichsmessungen vereinfachte Messmethoden und VDI (METAS/BAFU)

1. Ausgangslage und Zielsetzung

Bedürfnisabklärung	Die Bedürfnisabklärung für eine Ombudsstelle Holzfeuerungen wurde bei 19 ausgewählten Fachstellen für Luftreinhaltung von Kantonen und Städten durchgeführt. Sie hat aufgezeigt, dass ein ausgewiesenes Bedürfnis für eine unabhängige und fachlich kompetente Anlaufstelle für Fragen im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung beim Einsatz von Holzfeuerungen besteht.
Zielsetzung	Oberste Priorität hat der effiziente und rauchfreie Betrieb von Holzfeuerungen. QS-Support Holzfeuerungen hilft aktiv mit, dass sich der aktuelle Stand der Technik der Holzfeuerungen rasch in diese Richtung weiterentwickelt. Mit Feldmessungen im Dauerbetrieb (24h-Messungen) soll der Erfolgsnachweis vor Ort erbracht werden. Die Erkenntnisse sollen möglichst direkt einfließen in die Qualitätsbestrebungen der Hersteller und Importeure von QM-Holzheizwerke, Qualitätslabel Holzenergie Schweiz, Energieetikette des BAFU, Prüfnormen, Messempfehlungen des BAFU sowie in anspruchsvolle Ausbildungsprojekte für technisch qualifiziertes Personal (Serviceleute und Regelspezialisten). Die Zusammenarbeit mit den verschiedenen Akteuren Bundesämter, kantonale Fachstellen, Verbänden und Firmen hat hohe Priorität.

2. Vorgehen

Kontaktstelle Insgesamt hat die Kontaktstelle QS-Support Holzfeuerungen 404 Anrufe entgegengenommen und bearbeitet. Bei den Anrufen ging es um Anfragen für Klagefälle und technische Beratung. Die Mehrzahl der Telefonate standen im Zusammenhang mit den bearbeiteten Projekten. Die Anrufe können wie folgt aufgeteilt werden:

• Kontaktstelle QS-Support	183
• Klagefälle	149
• Projekt Ausbildung Servicefachleute	53
• Runder Tisch	12
• Diverse	7
Total	404

Klagefälle Die bearbeiteten Klagefälle wurden auf Grund von Anfragen und in Absprache mit den Auftraggeber abgewickelt. Bis heute konnten alle eingegangenen Anfragen abschliessend bearbeitet werden. Es wurde keine Anfragen abgewiesen. In einem Fall wird noch eine Rückmeldung (Parameteraufzeichnung) erwartet.

Projekte Folgenden Projekte wurden mit erster Priorität bearbeitet:

- Ausbildung Servicefachleute für automatische Holzkesselanlagen (Hackschnitzel und Pellets)
- 24h-Messungen an automatischen Holzkesselanlagen
- Runder Tisch QS-Holzfeuerungen: Zentralheizungskessel bis 500kW

Koordination Die anspruchsvollste Koordination war bezüglich des Projektes „24h-Messung“ des UWE Luzern und der AFU-OW,-SG,-SO,-AG und ALU-SH erforderlich.

3. Messgeräte

3.1. Emissionsmessungen (Abnahmemessungen)



Messgerät



Messsonde

Technische Daten

Typ: anapol EU-5000

Messparameter: O₂, CO, (HX)*

Sensorik: Elektrochemisch und Infrarot

Messgenauigkeit für CO-Konzentrationen: $\pm 6\%$

(für Konzentrationen im Bereich bis 100'000 ppm, gemäss Angaben des Herstellers)

*HX wird stellvertretend für HC (massgebend für Geruchsbelästigung) gemessen. Vermutlich besteht eine lineare Abhängigkeit zwischen HX und HC. Es wird keine eigentliche Beurteilung für HX vorgenommen.

Konformitätsprüfung METAS hat die Konformität des Messgerätes überprüft (Konformitätszertifikat Nr. 232-10467) und die Eignung des Gerätes für den Vollzug der LRV bei Holzfeuerungen bestätigt.

Vergleichsmessungen Im Rahmen von einzelnen Vergleichsmessungen im Labor wurde eine Messunsicherheit von $\pm 15\%$ ermittelt [8].

Betriebserfahrungen Der Messcomputer wird von uns seit rund 3 Jahren für Messungen an Holzfeuerungen eingesetzt. Im Rahmen von Klagebearbeitungen wurden sowohl offene Cheminées mit hohem Luftüberschuss als auch grosse Holzheizwerke bis 1.6 MW erfolgreich gemessen und beurteilt. Wichtig ist eine sorgfältige Bedienung und regelmässige Wartung der Geräte.

Überprüfung Das Messgerät wurde vor den Mess-Serien der jährlichen Revision unterzogen und nach den Messungen durch den Hersteller nochmals nachgeprüft, die Werte lagen innerhalb der Messgenauigkeit.

3.2. 24h-Messungen



Messgeräte

Beheizte Messsonde am EMPA-Messstutzen

Technische Daten

CO und O ₂	Siemens Ultramat 23 (PanAcon) (TÜV-Zertifikat EN 50016 und EN 60079-14) Sensorik für CO: Infrarot Sensorik für O ₂ : elektrochemisch Messtoleranz (Abschätzung aufgrund Herstellerangaben): O ₂ ± <1% CO ± <3%
Abgas- geschwindigkeit	Schiltknecht TMS3000D (Zertifikat 32795) Geschwindigkeitsmessung von Gasströmungen mittels Differenzdruckverfahren (Prandtl-Staurohr) Messbereich 0 bis 20 m/s Messtoleranz (gemäss Herstellerangaben): Normal Op (Messintervall 1 Sek.): ± 0.1 m/s für v < 1m/s ± 0.3 m/s für v=20m/s Emergency (Messwertintervall 2.5 Sek.): ± 0.1 m/s für v ≤ 0.5 m/s
Leistungsmessung (relativ in %)	Die relative Leistungsmessung in % erfolgt anhand der Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklauf (Thermoelemente in Alu-Prisma mit Rohrbride befestigt). In der Regel entspricht die grösste gemessene Temperaturdifferenz einer Leistung von 100%.

TÜV-Prüfung	Für Siemens Ultramat 23 liegt eine TÜV-Zulassung gemäss Gutachten BB-EG1-KAR Gr01X vom 27.8.2003. des TÜV Süddeutschland vor (Beurteilungsgrundlage EN 50016 und EN 60079-14).
Kalibrierzertifikat	Für Schiltknecht TMS3000D liegt ein von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle akkreditierten Kalibrierstelle der Fa. Schiltknecht ausgestelltes Kalibrierzertifikat vom 4.3.2011 vor (Zertifikat-Nr. 32795, Akkreditierungs-Nr. 046).
Betriebserfahrungen	Die ganze Messeinheit Siemens Ultramat und Schiltknecht TMS3000D wurde bis jetzt erfolgreich im Dauerbetrieb während 145h eingesetzt.

4. Klagefälle und technischer Support

Übersicht

Insgesamt wurden 26 Anfragen behandelt, davon waren 8 Klagefälle und 18 technische Beratungen. In 3 Fällen wurden 24h-Messungen durchgeführt. Die Bearbeitung der Anfragen soweit abgeschlossen. In einem Fall wird noch eine Rückmeldung (Parameteraufzeichnung) erwartet. Insgesamt wurden 7 Messberichte und 4 Gutachten erstellt. Budgetiert waren 7 Klagefälle, 5 technische Beratungen und 10 andere Dienstleistungen, also rund 22 Anfragen. Aus Datenschutzgründen ist die Liste mit allen Details zu den behandelten Klagefällen nicht im Bericht enthalten.

Tab 1: Liste der verfassten Berichte für Klagefälle und technischer Support (Gutachten)

Fall-Nr.	Datum-Bericht	Auftrag-geber	Verfasser	Art des Berichtes	Erfolg
7	16.12.2010	AFU SG	Vock/Jenni	Messbericht	ok
9	15.3.2011	AFU SG	Vock/Jenni	Messbericht	ok
10	15.3.2011	AFU SG	Vock/Jenni	Messbericht	ok
11	21.12.2010	AFU SO	Vock/Jenni	Messbericht	offen
14	3.5.2011	TB Wil	Jenni	Gutachten	ok
15	1.6.2011	EKZ	Jenni	Gutachten	ok
18	19.11.2011	SwissRe	Vock/Jenni	Messbericht	ok
19	21.11.2011	Kanton AG	Vock/Jenni	Messbericht	offen
22	8.9.2011	Privat	Borel	Gutachten	offen
22	24.10.2011	Kanton SH	Vock/Jenni	Messbericht	ok
23	15.9.2011	CAD Champagne	Jenni	Gutachten	ok

ok Berichte sind von allen Beteiligten akzeptiert
 offen noch nicht alle Rückmeldung eingetroffen

Hintergrund der

Klagen und Anfragen

Bei allen 12 Nachbarschaftsklagen wurden Geruchs- und Staubemissionen beklagt, welche durch die Holzfeuerungen verursacht wurden. Bei den Stückholzfeuerungen wurde teilweise nicht korrekt angefeuert. Es mussten aber auch schlecht konzipierte Stückholzfeuerungen bemängelt werden (Wärmetauscher im Feuerraum). Bei den automatisch beschickten Anlagen waren die häufigsten Mängel ein fehlender oder zu klein bemessener Speicher, sowie erhöhte Emissionen in den instationären Phasen (Start und Ausbrand). Bei den übrigen Anfragen wurden diverse technische Mängel festgestellt wie, nicht optimale Einstellung der Betriebsparameter, nicht korrekter Brennstoff etc.

5. Runder Tisch

Veranstaltung

20. Mai 2011

Die Rückmeldung vom Runden Tisch am 20. Mai 2011 (Zentralheizungskessel bis 500kW) waren durchgehend positiv. Die besprochene Thematik (vgl. Protokoll im Anhang) wurde vom SFIH mit einem Merkblatt umgesetzt, welches im Januar 2012 erschienen ist. Wichtige Themen sind, der einheitlicher Vollzug der LRV in allen Kantonen unter Einbezug der Branche (Stand der Technik) und die vereinfachte Emissionsmessung durch die Branche bis 500kW.

Jährlich

Aufgrund der positiven Rückmeldungen und auf Wunsch des BAFU soll jährlich ein runder Tisch stattfinden.

6. Ausbildung Servicefachleute

Projektbeschreibung

Im Rahmen des Projektes „Ausbildung Servicefachleute“ wurden die Fachleute für Montage und Unterhalt der interessierten Holzfeuerungsfirmen für automatische Holzkesselanlagen während einem halben Tag für den emissionsarmen Betrieb (Hackschnitzel und Pellets) und die zukünftigen gesetzlichen Grundlagen geschult. Auf der Basis des vermittelten Fachwissens wurden anschliessend im Feld mit den Mitarbeitern jeder Firma zwei neue Anlagen unter praktischen Voraussetzungen im Feld optimiert. Das Vorgehen wurde in Anlehnung an die neuen Vorschriften zur Abnahmemessung gemäss LRV durchgeführt (Messung stationär im obersten und untersten Lastpunkt, sowie Startverhalten). Es wurden vereinfachte Verfahren für die Messung der CO-Emissionen verwendet (Messcomputer). Im Anschluss an diese Optimierung wurden an einigen Anlagen im Sinne einer Qualitätsüberprüfung 24h-Messungen (in der Regel während 3 Tagen) durchgeführt.

Stand

Bis heute wurden 7 Firmen à 2 Feuerungen im Leistungsbereich von 25kW bis 1MW geschult. Für jede Anlage wurde ein Bericht, mit Messresultaten, Beurteilungen, Empfehlungen und Kommentaren erarbeitet. Diese Berichte wurden den Firmen zur Stellungnahme unterbreitet. Die anonymisierten und mit den Firmen bereinigten Berichte sind im Anhang des vorliegenden Entwurfs zum Schlussbericht aufgeführt (Anlagen 1 bis 14). An insgesamt 8 von 14 Anlagen wurden im Rahmen des Ausbildungsprojektes 24h-Messungen durchgeführt. Im Rahmen von Klagen und weiteren Untersuchungen wurden zusätzliche Messungen durchgeführt (Anhang 15 bis 19).

Fazit Pro Firma haben 4 bis 17 Personen an der Ausbildung teilgenommen. Insgesamt wurden 72 Personen von 7 Firmen für den emissionsarmen Betrieb von Holzkessel geschult. Das Interesse und die Motivation der Kursteilnehmer war sehr gross. Die bei uns mündlich eingetroffenen Rückmeldungen waren durchwegs positiv.

7. Emissionsmessungen (Abnahmemessung)

7.1. Einleitung

Nachfolgend werden die wichtigsten Kenngrössen einer Emissionsmessung kurz erläutert:

- O₂** Die ausführlichen Messberichte sind im Anhang in anonymisierter Form enthalten. 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 und 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 unregelmässigen Ausbrand trifft dies nicht zu. Hier steigen die CO-Konzentrationen bei Feuerungen ohne Verbrennungsluftregelung an. Unter guten Ausbrandbedingungen und optimal eingestellten Luftverhältnissen entstehen aber in der Regel keine bedeutenden

Schadstoff-Konzentrationen an HC oder Feinstaub. Stellvertretend für HC werden im vorliegenden Bericht HX (Hexan) angegeben.

7.2. Beurteilung und Resultate

Grenzwert-LRV	Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500mg/m³ (13% O₂). Diese Forderung gilt für alle Anlagen mit Ausnahme von Anlage 4. Für Anlage 4 mit einer Feuerungswärmeleistung über 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 250mg/m³ (11% O₂).
15Min-Mittelwerte	Die Beurteilungsbasis bilden CO-Mittelwerte für Messintervalle von 15Min. Die nachfolgende Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich basiert (entgegen der heutigen Messempfehlung mit 3x15Min) auf zwei 15Min-Mittelwerten.
Lastpunkte	Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel Leistung 30%). Bei feuchten Brennstoffen wird der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.
Stationär/Instationär	Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden. Leistungsänderungen im Regelbereich sollten unter stabilen Bedingungen im Brennstoffbett und optimalen O₂-Gehalten erfolgen. Damit können die Grenzwerte im gesamten Regelbereich eingehalten werden.
Stationärer Betrieb	Es wird davon ausgegangen, dass der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV im Regelbereich (stationärer Betrieb) gilt.
Emissionsmessung	Im Sinne einer Abnahmemessungen werden für die Beurteilung die Messungen bei Nennleistung und bei Teilleistung beurteilt. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen.

Kaltstart Zusätzlich wird eine Beurteilung des Anfahrverhaltens der Feuerung mit automatisch Zünden aus dem Kaltstart vorgenommen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Resultate **Tab 2: Beurteilung der Anlagen anhand der Emissionsmessungen**

Anlage Nr.	Feuerungssystem	Kessel-Leistung	Brennstoff	Kaltstart	Nennleistung	Teilleistung
1	Unterschub	550kW	Hackholz W49*	ek	ok	ek
2	Rost	360kW	Hackholz W31*	ok	ok	ok
3	Unterschub	290kW	Restholz	ok	ok	ok
4	Rost	2x1MW	Hackholz W41	ek	ok	ok
5	Unterschub	80kW	Hackholz W29	ok	ok	ok
6	Unterschub	110kW	Hackholz W35	ek	ek	ek
7	Ketten-Vorschub	400kW	Pellets	ok	(ok)	ok
8	Rost	150kW	Hackholz W28	n.b.	ok	ok
9	Unterschub	25kW	Pellets	ok	ok	ok
10	Unterschub	36kW	Pellets	ok	ok	ok
11	Rost	1.1MW	Hackholz W45	n.b.	ok	n.m.
12	Rost	300kW	Pellets	ok	ok	n.m.
13	Rost	200kW	Pellets	ok	ok	n.m.
14	Rost	80kW	Restholz	n.b.	ok	n.m.
Erfolgsquote				57%	86%	57%

ok Anforderungen erfüllt

ek Anforderung nicht erfüllt

(ok) Anforderungen nur teilweise erfüllt

*Feinanteil<8mm war zu hoch

n.b. nicht bestimmt (in Betrieb)

n.m. nicht möglich wegen Regelung

Von 14 Anlagen haben 8 die Anforderungen für Kaltstart mit automatisch Zünden erfüllt (Erfolgsquote 57%). Drei Anlagen wurden im Betrieb angetroffen, daher konnte die Startphase nicht gemessen werden.

Bei Nennleistung im stationären Betrieb haben 12 Anlagen erfüllt (Erfolgsquote 86%). Eine Anlage hat nicht erfüllt und eine zweite teilweise. Bei Teilleistung stationären Betrieb haben 8 Anlagen die Anforderungen erfüllt (Erfolgsquote 57%). Vier Anlagen konnten auf Grund der fehlenden Einstellmöglichkeiten der Anlagen nicht bei Teilleistung gemessen werden.

8. 24h-Messungen

8.1. Einleitung

Motivation	Im Zusammenhang mit Geruchsbelästigungen durch Holzfeuerungen, welche im Rahmen des LRV-Vollzugs überwacht wurden und die entsprechenden Anforderungen erfüllt haben, hat das UWE eine Qualitätsüberprüfung der Vollzugsmessungen anhand von Langzeitmessungen an Holzfeuerungen in Auftrag gegeben. Zur Nutzung von Synergien wurde eine Zusammenarbeit mit dem Projekt „Ausbildung Servicefachleute“ des Bundesamtes für Energie (BFE) angestrebt.
Einsatzbereich	Als wichtige Voraussetzung für die Gestaltung des zukünftigen Vollzugs im Bereich der Holzfeuerungen sollte zuerst der Stand der Technik der neuen Holzfeuerungen ermittelt werden. In der Anfangsphase sollen daher 24h CO-Messungen an modernen Holzfeuerungen gemäss neuem Stand der Technik durchgeführt werden. Für eine frachtmässige Gewichtung der Emissionen sollte die kontinuierliche Messung der Abgasgeschwindigkeit und soweit möglich der Leistung einbezogen werden.
Vorgehen in Stufen	Gemäss aktuellem Wissenstand der Forschung (Hochschule für Technik und Architektur in Horw, Dr. Nussbaumer und Dr. Good) hat CO nach wie vor als relevante Leitsubstanz für die Beurteilung der Emissionen von Holzfeuerungen eine wichtige Bedeutung. In einem ersten Schritt beschränkt sich die Qualitätsüberprüfung von Holzfeuerungen daher auf die Langzeitmessungen der CO-Konzentrationen im Abgas der Holzfeuerungen. In einem weiteren Schritt muss anschliessend bewiesen werden, dass Holzfeuerungen, welche über längere Zeit mit konstant tiefen CO-Emissionen betrieben werden, auch tiefe Staub-, Kohlenwasserstoff (HC)- und VOC-Emissionen aufweisen. Ausserdem muss auch gezeigt werden, dass auf dieser Basis die sekundäre Bildung von Aerosolen nach dem Kamin reduziert werden kann. Für diese interdisziplinäre Herausforderung wird die Zusammenarbeit mit den Forschungsstellen und dem PSI angestrebt.

8.2. Beurteilung und Resultate

Prov. Vorschlag Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

5Min-Mittelwerte Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Grenzwert von $4'000\text{mg/m}^3$ eingehalten werden muss. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

15 und 30Min-Mittelwerte Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen innerhalb des Regelbereichs werden 15Min-Mittelwerte ermittelt. Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt.

Resultate **Tab 3: Beurteilung der Anlagen anhand der 24h-Messungen**

Anlage Nr.	Feuerungssystem	Kessel-Leistung	Brennstoff	Im Regelbereich (stationär)	Ausserhalb Regelbereich (instationär)
1	Unterschub	550kW	Hackholz W49*	ek	ek
2	Rost	360kW	Hackholz W31*	ok	ok
3	Unterschub	290kW	Restholz	ok	(ok)
5	Unterschub	80kW	Hackholz W15-29	ek	ek
11	Rost	1.1MW	Hackholz W45	ok	n.m
12	Rost	300kW	Pellets	ok	ek
13	Rost	200kW	Pellets	ok	ek
14	Rost	80kW	Restholz	ok	ek
15	Einschub	200kW	Pellets	ok	ek
16	Unterschub	240kW	Pellets	ok	ek
17	Unterschub	1MW	Hackholz W50	ek	ek
18	Rost	360kW	Hackholz W35	ok	ek
19	Rost	175kW	Hackholz W25	ok	ek
Erfolgsquote				76%	8%

ok Anforderungen erfüllt

ek Anforderung nicht erfüllt

(ok) Anforderungen nur teilweise erfüllt

*Feinanteil < 8mm war zu hoch

n.b. nicht bestimmt

n.m. nicht möglich wetterbedingt

Im Regelbereich (stationär) zwischen 30 und 100% haben von 10 Anlagen 13 Anlagen die Anforderungen erfüllt (Erfolgsquote 76%). Ausserhalb des Regelbereichs (instationär) hat nur eine Anlage erfüllt (Erfolgsquote 8%). Bei einer Anlage waren die Anforderungen nur teilweise erfüllt und bei einer weiteren Anlage konnten die Anforderung witterungsbedingt nicht überprüft werden (die Anlage hat nie ausgeschaltet).

Fazit

Anhand der Resultate zeigt sich, dass die Erfolgsquote ausserhalb des Regelbereichs (instationäre Betriebsphasen) markant kleiner ist als innerhalb des Regelbereichs (stationäre Betriebsphasen). Aufgrund dieser Resultate kann davon ausgegangen werden, dass 24h-Messung für CO ein praxistaugliches Hilfsmittel, für die Beurteilung der Emissionen von Holzkesseln über alle Betriebsphasen darstellen. Wir gehen davon aus, dass damit die Optimierungsmöglichkeiten bei Holzfeuerungen aufgezeigt werden können und sich auch für den Vollzug neue Möglichkeiten ergeben.

9. Schlussfolgerungen

Stand der Technik

Die Aktivitäten von QS-Support haben aufgezeigt, mit welchen Optimierungen der heutigen Stand der Technik verbessert werden kann. In den stationären Phasen des Regelbetriebes gibt es bereits heute Anlagen, welche mit sehr tiefen CO-Emissionen betrieben werden können (unter 50mg/m³). Bei den instationären Betriebsphasen, wie Start mit automatisch Zünden, Glutbettunterhalt und Ausbrand werden in der laufenden Heizperiode noch bedeutende Fortschritte erwartet. Stand heute: Mit automatisch Zünden können ab Kaltstart die CO-Emissionen innert weniger als 5Min auf deutlich unter 4'000mg/m³ reduziert werden. Im Ausbrand liegen die CO-Emissionen nur noch knapp über 4000mg/m³. Ziel nächste Heizsaison: Die Emissionen sollen weiter reduziert werden. Anhand der Messungen während der Heizsaison 2012/13 sollen die Anforderungen für Anlagen gemäss neuem Stand der Technik 2012 definitiv festgelegt werden.

Emissionsnachweis

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 gezeigt werden, dass mit tiefen CO-Konzentrationen in allen Betriebsphasen auch die übrigen Emissionen wie VOC, Staub und sekundäre Aerosole deutlich reduziert werden können. Interessant wären Holzfeuerungen deren Staub eine helle Farbe und die sehr tiefe CO-Konzentrationen aufweisen.

Vollzug der LRV	Es sollte geprüft werden, wie weit 24h CO-Messungen im Rahmen des Vollzugs eingesetzt werden können. Denkbar wäre die Einführung einer jährlichen Servicepflicht mit vereinfachter Kontrollmessung durch die Branche selber, anstelle der heutigen periodischen Messung alle 2 Jahre. Damit könnte eine jährliche Wartung der Anlagen sichergestellt werden. Anhand von Stichkontrollen mit 24h CO-Messungen könnte eine Erfolgskontrolle zur Überprüfung der Branchenmessungen etabliert werden. Die Beurteilungskriterien sollten in Zusammenarbeit mit der Branche gemäss Stand der Technik festgelegt werden.
------------------------	---

10. Projektvorschläge

Es wird vorgeschlagen, dass im Rahmen des Projektes QS-Support Holzfeuerungen in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Energie und Bundesamt für Umwelt, interessierten kantonalen und städtischen Fachstellen für Luftreinhaltung, den betroffenen Branchenverbänden und den Firmen folgende Projekte weitergeführt oder neu bearbeitet werden.

10.1. Bestehende Projekte weiterführen

Klagefälle	Aufgrund der Nachfrage und der erreichten Erfolgsquoten gehen wir davon aus, dass die Bearbeitung von Klagefällen und technischer Support in ähnlicher Weise weiterbearbeitet werden sollte. Die Kosten sollen aber vollumfänglich durch die beteiligten Parteien getragen werden.
24h-Messungen	Die Zusammenarbeit mit kantonalen Fachstellen soll weitergeführt werden. Das UWE-LU hat Interesse an einer Weiterführung der Messungen im Rahmen des kantonalen Vollzugs der LRV bekundet. Die Zusammenarbeit mit weiteren Kantonen wird weiterhin angestrebt.
Runde Tische	Der durchgeführte „Runde Tisch“ vom 20.5.2011 hat ein gutes Echo ausgelöst. Von Seiten des BAFU und der Branche wurde eine regelmässige Durchführung gewünscht. Aufgrund von verschiedenen Rückmeldungen von Firmen und kantonalen Fachstellen gehen wir davon aus, dass für Stückholz im Bereich Wohnraumfeuerungen/Raumheizer und Stückholzkessel ebenfalls ein Bedürfnis für eine Aussprache am runden Tisch besteht.

10.2. Neue Projekte

Ausbildung Stückholz	Ähnlich wie bei den automatischen Holzfeuerungen (Ausbildungsprojekt Servicefachleute) sollen auch bei den Stückholzfeuerungen die Kenntnisse zum emissionsarmen Betrieb einem breiteren Kreis von Feuerungslieferanten und Herstellern in Zusammenarbeit mit dem VHP und Idee Holzfeuer zur Verfügung gestellt werden.
Brennstoff	In Zusammenarbeit mit der FH Biel sollen Probnahme und Prüfungen von Holzbrennstoffen geklärt werden. Bei den grösseren Anlagen sind Feldversuche zur Probnahme und Auswertung vorgesehen und in Zusammenarbeit mit der Feuerungskontrolle sollen die Bedürfnisse bei den Stückholzfeuerungen ebenfalls geklärt werden.
Stand der Technik autom. Feuerungen SFIH	Im Bereich der instationären Betriebsphasen (Start, Ausbrand etc.) sind noch einige Messungen an optimierten Anlagen erforderlich, damit der heutige Stand der Technik dokumentiert werden kann. Die Anforderungen für Holzfeuerungen sollten auch für diese Betriebsphasen festgelegt werden. Ziel ist eine effiziente, kostengünstige und praxisnahe Qualitätssicherung für den Vollzug. Wichtig ist die Erarbeitung von praxisbezogenen Entscheidungsgrundlagen für den zukünftigen Vollzug der LRV im Hinblick auf die Reduktion von Luftschadstoffen aus Holzfeuerungen. Zur Zeit fehlen solche Voraussetzungen, darum führen kantonale Lufthygienefachstellen teilweise im Alleingang strengere Auflagen ein und eine gesamtschweizerische Harmonisierung wird erschwert. Auch für Lieferanten, Hersteller und Betreiber von Feuerungsanlagen sind praxistaugliche Beurteilungsgrundlagen für den emissionsarmen Betrieb von Holzfeuerungen eine wichtige Basis für die technische Weiterentwicklung der Anlagen. Mit den Messungen soll einerseits der aktuelle Stand der Technik aufgezeigt werden, zusätzlich kann das Instrument auch für die Qualitätskontrolle im Vollzug der LRV (stichprobenmässige Überprüfung von Abnahmemessungen und periodischen Messungen) sowie für die Bearbeitung von Klagefällen eingesetzt werden.
Emissionsnachweis	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 gezeigt werden, dass mit tiefen CO-Konzentrationen in allen Betriebsphasen auch die übrigen Emissionen wie VOC, Staub und sekundäre Aerosole deutlich reduziert werden können.

Lambda-Sonden	Bei mehreren Messungen wurde sehr grosse Abweichungen zwischen den mit den Messgeräten gemessenen O ₂ und den von den Lambda-Sonden der Feuerungen angezeigten Werten beobachtet (Differenzen bis 6%). In Zusammenarbeit mit der FH Horw wurde daher ein Projekt für die Verbesserung und den optimalen Einsatz von Lambda-Sonden angeregt.
Vergleichsmessung	Anlässlich von 24h-Messungen mit dem Messgerät Siemens Ultramat 23 (VDI-Standard) bietet sich die Gelegenheit Vergleichsmessungen für CO und O ₂ mit vereinfachten Messmethoden wie Messcomputer durchzuführen. Die bisherigen Versuche haben gezeigt, dass damit eine zuverlässige Beurteilung von solchen Messgeräten im Feld möglich ist. Falls eine Koordination mit den offiziellen Abnahmemessungen erfolgt, wären auch Vergleichsmessungen für vereinfachte Staubbmessungen möglich.

Literatur

- [1] Luftreinhalte-Verordnung (LRV), Schweizerischer Bundesrat, Stand 1. September 2007
- [2] Empfehlungen über die Emissionsmessung von Luftfremdstoffen bei stationären Anlagen (Emissions-Messempfehlungen), Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Januar 1996
- [3] Bühler, R.; Gaegauf, Ch.; Jenni, A.; Nussbaumer, T.; Vock, W.: Emissionsbilanzen für Feinstäube und Stickoxide: Stand 2005, Auswirkung der LRV 06 und weiteren Massnahmen, AWEL Zürich, Juni 2006
- [4] Jenni, A.; Vock, W.: Bericht zur 1. und 2. Mess-Serie: Emissionsarme Anfeuerungsmethoden für Stückholzfeuerungen, Bundesamt für Energie, Bundesamt für Umwelt, Kantone AG, BE, BL/BS, LU/ZUDK, SH, SG, SO, TG, TI, VD, ZH, Maschwanden, inkl. Nachtrag: Erweiterte Auswertung der Messresultate und Empfehlungen für den Vollzug der LRV, August 2007
- [5] Richtig Anfeuern, Holzfeuerungen mit oberem /mit unterem Abbrand, Holzenergie Schweiz, Energie Schweiz, Publikations-Nr. 315/316, Zürich, November 2007
- [6] Vock, W.: Vollzug Luftreinhalte-Verordnung (LRV) für Holzfeuerungen, Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Luftreinhaltung und NIS, September 2008
- [7] Entwurf Empfehlungen zur Messung der Abgase von Holzfeuerungen bis 70 kW (Messempfehlung Holzfeuerungen bis 70kW), Bundesamt für Umwelt, (BAFU), März 2009
- [8] 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
- [9] Jenni, A.; Vock, W.: Emissionsmessungen, Oberflächentemperaturen und Abgastemperatur (Brandschutz), IG Holzenergie Nordwestschweiz, Schweizer Qualitätssiegel für handwerklich gefertigte Holzfeuerungen und Feuerstellen im Wohnbereich, Oktober 2010

Messbericht Holzschnitzelfeuerung (Unterschub)

Anlage 1 (550kW)

Emissionsmessung vom 4.März 2011

24h-Messung vom 12. bis 13.April 2011

Resultate (Graphiken und Anlagedaten im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO₂	O₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m³ bei 13% O₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m³ bei 13% O₂
11:30-11:45 (100% Leistung)	11.0	9.8	384	342	±51	500	3	7
11:45-12:00 (100% Leistung)	11.2	9.5	353	308	±46	500	3	7
14:38-14:43 (35% Leistung)	10.2	10.6	992	950	±143	500	4	10
14:43-14:58 (35% Leistung)	10.6	10.1	1015	930	±139	500	4	9

**Tabelle: Mittelwerte Emissionsmessung vom 4. März 2011
(Messintervalle: 15 Min)**

Beurteilung

Emissionsmessung

Automatische Zündung
11:15 bis 11:45

Während einer Stunde nach dem automatisch Zünden mit Kaltstart werden Höchstwerte deutlich über $20'000\text{mg/m}^3$ gemessen. Ausserdem sind auch die HX-Konzentrationen hoch (deutlich über 500mg/m^3). In dieser Betriebsphase ist daher mit erheblichen Geruchsbelästigungen zu rechnen.

100% Leistung
11:30 bis 11:45
11:45 bis 12:00

Die beiden Mittelwerte über 15Min (342 und 308mg/m^3) im stationären Betrieb bei 100 % Leistung liegen deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief ($<10\text{mg/m}^3$).

35% Leistung
14:38 bis 14:53
14:53 bis 15:08

Die beiden Mittelwerte über 15Min (950 und 930mg/m^3) im stationären Betrieb bei 35% Leistung liegen deutlich über dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind leicht erhöht (9 und 10mg/m^3).

Hinweis: In der Regel wird bei feuchten Brennstoffen, wie im vorliegenden Fall, der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.

Leistungsreduktion
von 100 auf 35%
(12:02 bis 13:02)

Bei der Leistungsreduktion von 100% auf 35% treten während einer Stunde erhöhte Emissionen auf, welche deutlich über $4'000\text{mg/m}^3$ liegen. Auch die HX-Konzentrationen sind deutlich erhöht ($>100\text{mg/m}^3$). In dieser Betriebsphase ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

24h-Messung

CO-Grenzwert
im Regelbereich

Die 15Min- und 30Min-Mittelwerte zeigen eine sehr häufige Überschreitung des CO-Grenzwertes (500mg/m^3) über die gemessene Zeitdauer.

CO-Grenzwert
ausserhalb Regelbereich

Die 5Min-Mittelwerte bei $v > 0.3\text{m/s}$ werden während 24h insgesamt 8mal d.h. während rund 40Min überschritten. Die Anforderung von maximal drei Überschreitungen kann nicht eingehalten werden. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung

Startphase
08:51-10:08

Die Startphase kann verbessert werden. **Problematisch ist der zu hohe Feinanteil im Brennstoff und der zu hohe Wassergehalt.** Der Brennstoffeinschub ist in dieser Betriebsphase zu hoch. Kritisch ist der Übergang von Zündphase 4 auf Zündphase 5 (das Zündprogramm ist in 5 aufeinander folgende Startphasen aufgeteilt). Die sichtbaren roten Flammen sind die Folge von zu viel kaltem Brennstoff und erhöhtem Primärluftanteil. Mit einem geringeren Brennstoffeinschub ab Start könnte in kürzerer Zeit ein stabileres Brennstoffbett aufgebaut werden. Mit einem erzwungenen, schnellen Start wird das Gegenteil erreicht. Für einen optimalen Start ($\text{CO} < 2'000 \text{ mg/m}^3$) müsste der Feinanteil und der Wassergehalt des Brennstoffes tiefer sein.

Hochfahren
10:08-11:08

Das Hochfahren der Anlage sollte ebenfalls langsamer erfolgen.

Reduktion Unterdruck
bei 35% Teilleistung
14:30 und 14:38

Die Reduktion des Unterdruckes von 110 auf 90Pa hat eine Verminderung der CO-Konzentrationen auf 1'200 bis 1'400mg/m³ bewirkt. Mit einer weiteren Reduktion auf 40Pa wurden CO-Konzentrationen von 700 bis 1'000mg/m³ erreicht. Das Brennstoffbett war nicht genügend stabil, auf der einen Seite waren die Flammen kurz (Zeichen für erhöhter Luftüberschuss) und auf der anderen Seite wolkig. Mit einem stabilen Brennstoffbett, mit beidseitig, gleichmässig wolkigen Flammen, konnten CO-Konzentrationen unter 500mg/m³ erreicht werden.

Regelansatz-Unterdruck

Der Regelansatz für den Unterdruck sollte überprüft werden. Empfehlung: **Soll-Unterdruck Nennleistung in Abhängigkeit der Leistungsvorgabe reduzieren (kein Zurückdrücken von Abgasen bei Nennleistung, stabiles Brennstoffbett bei Teilleistung).** Die Vorlaufzeit Tv sollte bei trägen Regelstrecken (Regelung für Verbrennungstemperatur, Leistung und Speicherladezustand) nicht wirksam sein (Tv kann aber nicht auf Null gestellt werden).

Abschaltphasen
mit $v < 0.3 \text{ m/s}$

Während der Messdauer wurde die Anlage bei sehr tiefer Leistung gefahren. Die gemessene Abgasgeschwindigkeit zeigt deutliche Abschaltphasen mit Geschwindigkeiten unter 0.3m/s. Durch die tiefen Geschwindigkeiten im Abgaskanal können die Geruchsbelästigungen infolge der gleichzeitig

auf tretenden hohen CO-Konzentrationen deutlich reduziert werden (Vergleich der 5Min-Mittel).

O₂-Messung Durch die Undichtigkeit des Elektropartikelabscheiders sind die gemessenen O₂-Messwerte am EMPA-Stutzen nach dem Elektropartikelabscheider wesentlich höher (plus ca. 3 bis 4%), als die O₂-Werte direkt im Abgasrohr nach dem Kessel.

24h-Messung

Regelparameter Die Vorgabe der neu eingestellten Regelparameter für den Speicherladezustand konnten nicht überprüft werden, da der Holzkessel dauernd bei 30% Teilleistung betrieben wurde. Die Nachlaufzeit T_n kann voraussichtlich von 200 auf 400 erhöht werden.

Ausbrandphase Erhöhte CO-Konzentrationen infolge Luftmangel (O₂ <4%) in der Ausbrandphase können durch das kontrollierte Ab-brennen des Brennstoffbettes vermieden werden (Nach-laufzeit der Verbrennungsluftventilatoren optimieren).

O₂-Konzentrationen Die im Abgasrohr nach dem Kessel gemessenen O₂-Gehalte sind im stationären Betrieb sehr tief (5-7%). Bei O₂-Gehalten um 5% und tiefer ist mit erhöhten CO-Konzentrationen zu rechnen. Empfehlung: Betrieb mit etwas höheren O₂-Gehalt und stabilem Brennstoffbett. Mit gleichzeitig tiefem Unter-druck im Feuerraum können zudem O₂-Schwankungen vermieden werden.

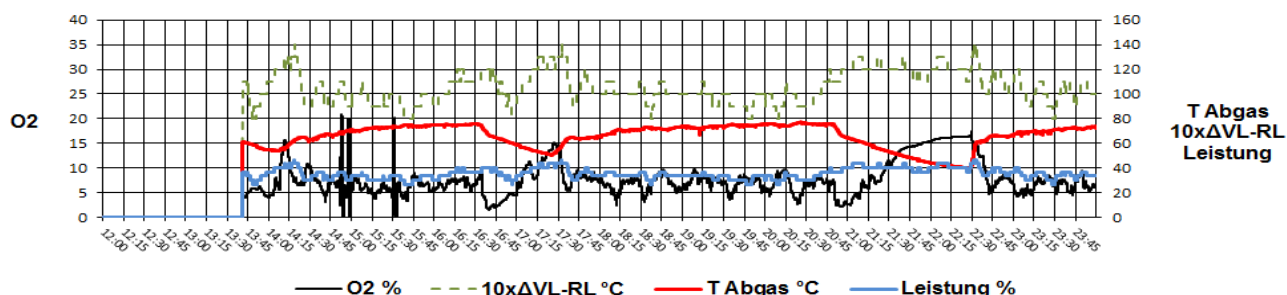
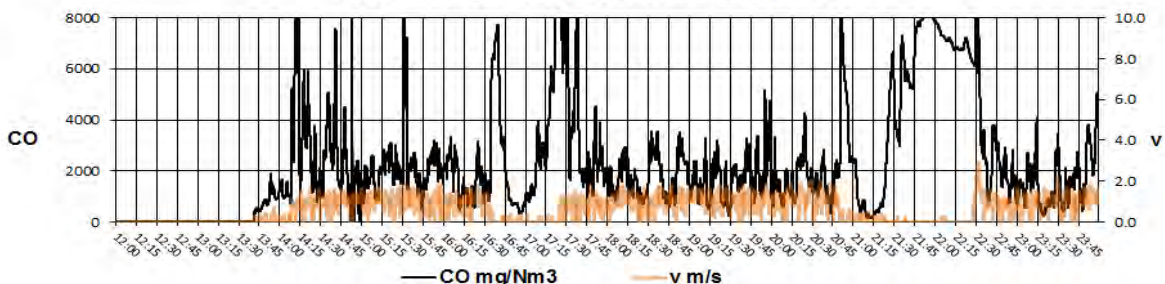
Leistungsmessung Die Leistungsmessung anhand der Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklauf könnte im vorliegenden Fall fehlerhaft sein. Die genaueren Ursachen müssen noch geklärt werden. Die aufgezeichnete Leistungskurve basiert auf der Annahme das die maximale Temperaturdifferenz bei dieser Anlage 30°C beträgt (eine exakte Bestimmung war nicht möglich, weil die Anlage während der Messung nie mit Nennleistung betrieben wurde).

24h-Messungen 12. bis 13. April 2011

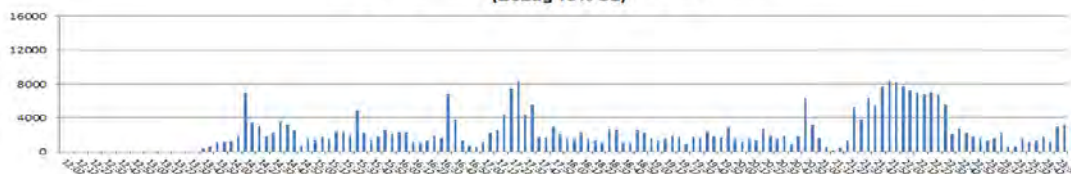
Unterschubfeuerung 550kW W49 12. April 2011

(Bezug 13% O₂)

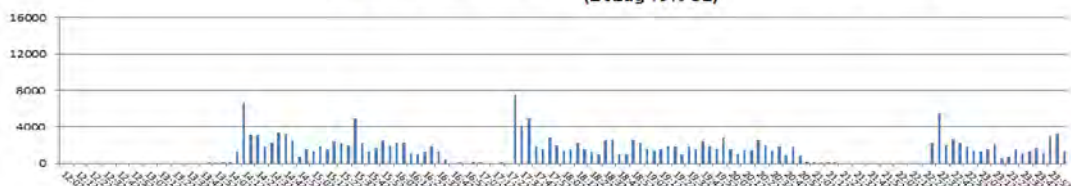
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 33 Min



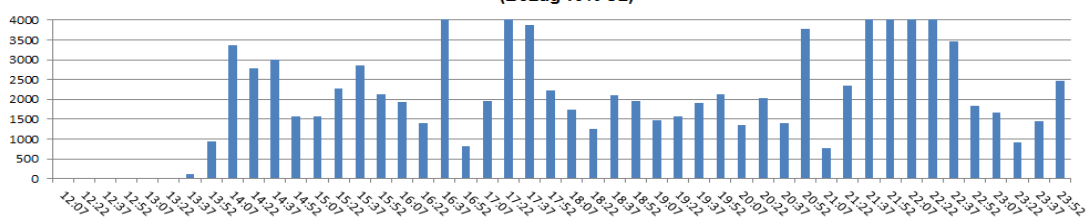
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



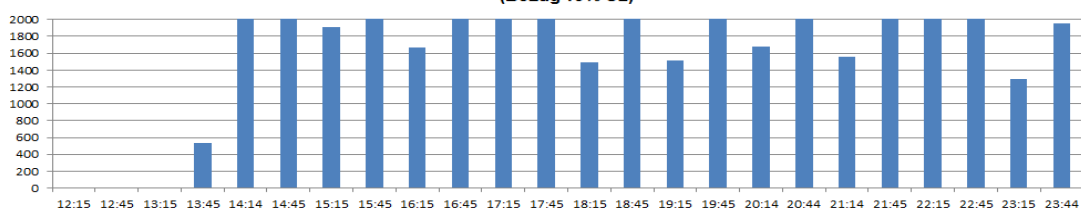
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

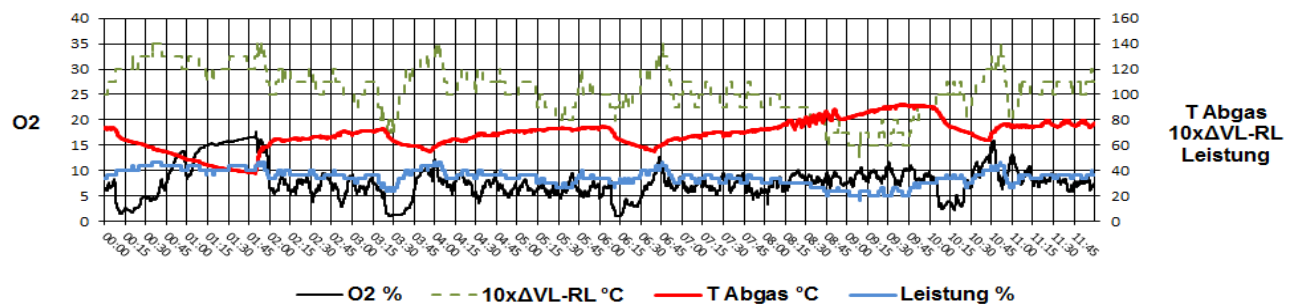
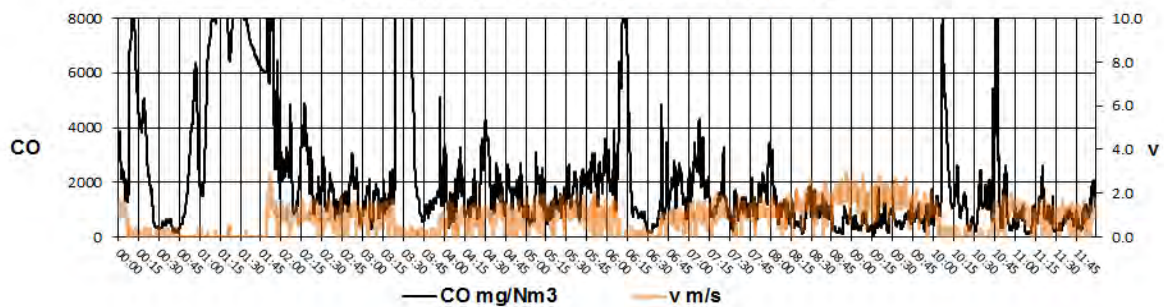


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

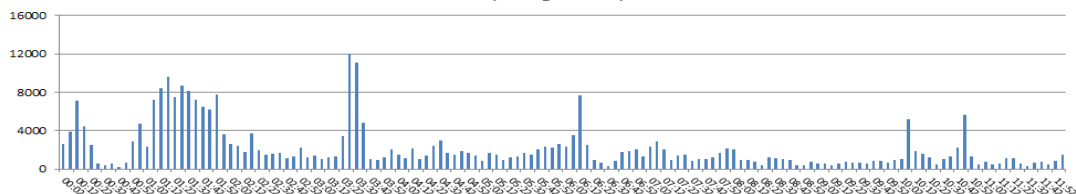


Unterschubfeuerung 550kW W49 13.April 2011

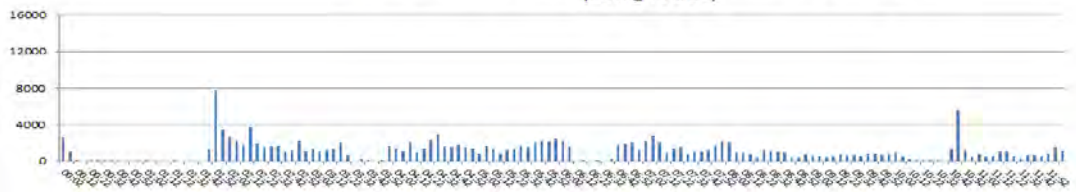
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 16 Min



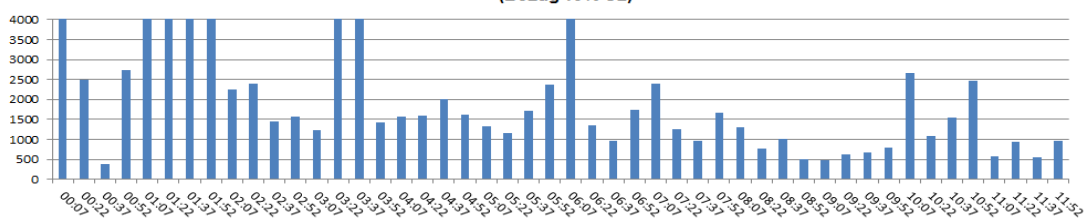
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



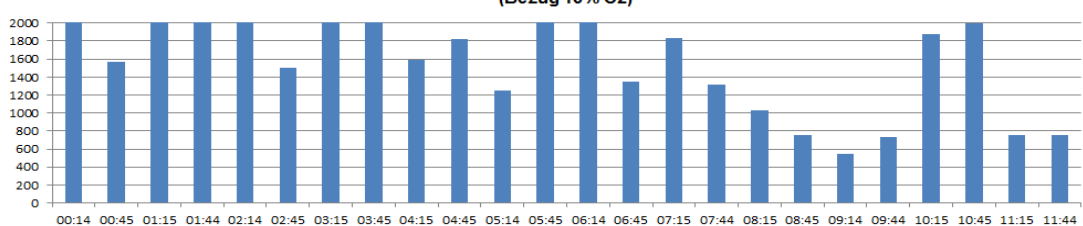
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



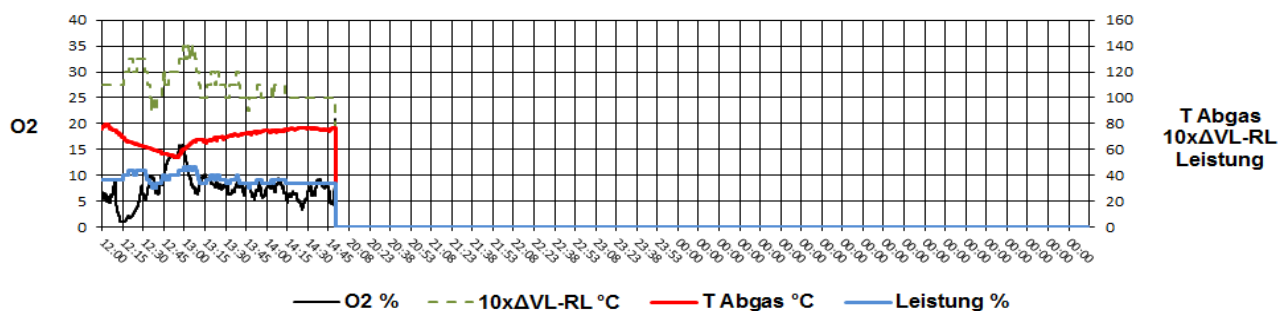
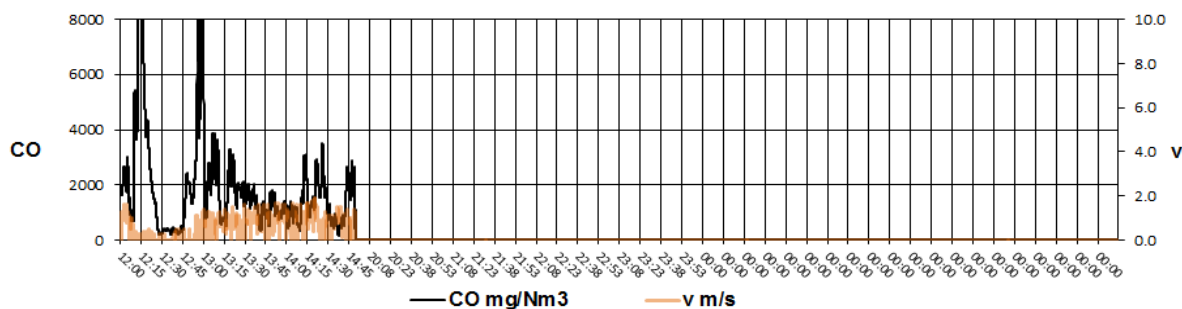
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Unterschubfeuerung 550kW W49 13.April 2011

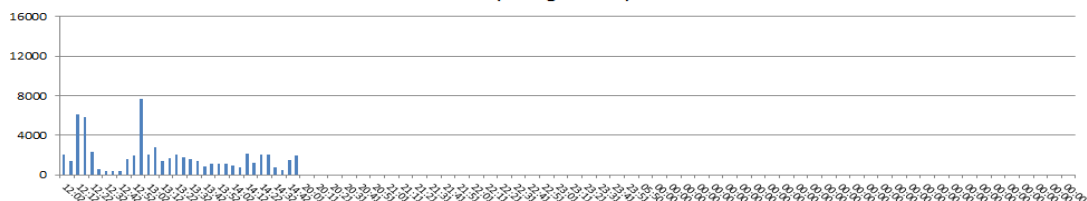
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 4 Min



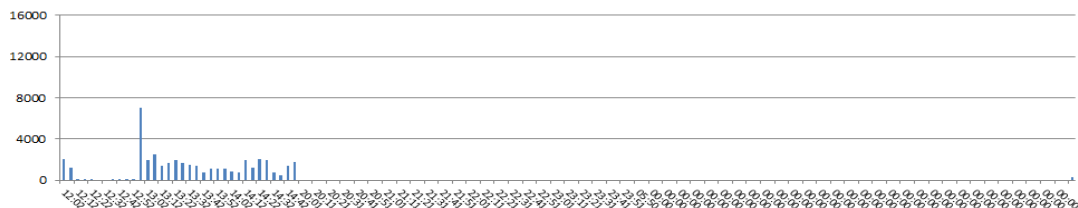
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



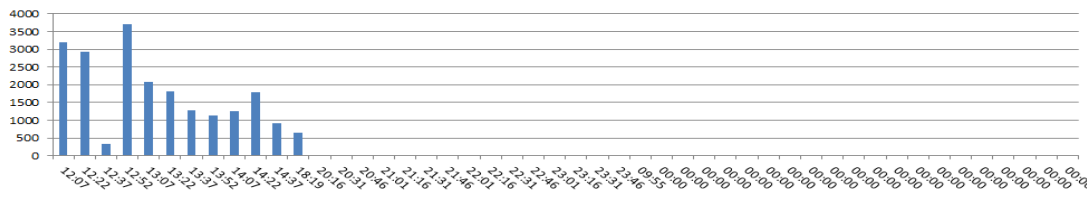
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



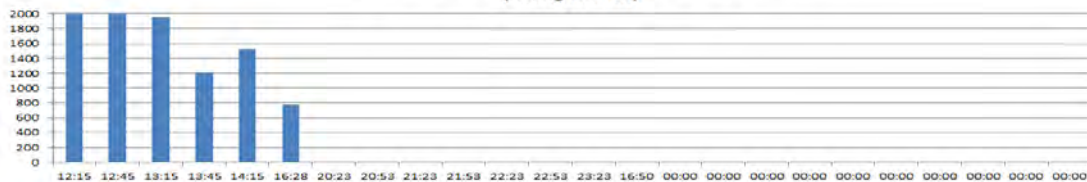
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



Messbericht Holzschnitzelfeuerung (Rost)

Anlage 2 (360kW)

Emissionsmessung vom 18.März 2011

24h-Messung vom 13. bis 15.April 2011

Resultate (Graphiken und Anlagedaten im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungs- werte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messun- sicher- heit mg/m ³	An- forderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
11:12-11:27 (100% Leistung)	10.2	10.7	102	99	±15	500	2	5
11:27-11:42 (100% Leistung)	11.1	9.9	76	69	±10	500	2	4
14:32-14:47 (30% Leistung)	12.0	9.0	125	104	±16	500	1	3
14:47-15:02 (30% Leistung)	12.3	8.6	140	113	±17	500	1	3

**Tabelle 2: Mittelwerte der Emissionsmessung vom 18.März 2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Emissionsmessung vom 18.3.2011

Automatische Zündung

09:06

Nach dem Kaltstart mit automatisch Zünden liegen die CO-Konzentrationen nur während 1.8Min über $4'000\text{mg/m}^3$. In dieser Betriebsphase ist daher nicht mit Geruchsbelästigung zu rechnen.

100% Leistung

11:12 bis 11:27

11:27 bis 11:42

Die beiden Mittelwerte über 15Min (99 und 69mg/m^3) im stationären Betrieb bei 100% Leistung liegen deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief ($< 10\text{mg/m}^3$).

30% Leistung

14:32 bis 14:47

14:47 bis 15:02

Die beiden Mittelwerte über 15Min (104 und 113mg/m^3) im stationären Betrieb bei 30% Leistung liegen deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief ($<10\text{ mg/m}^3$).

24h-Messung vom 13. bis 15.4.2011

CO-Grenzwert

im Regelbereich

In den stationären Betriebsphasen werden die 15Min- und 30Min-Mittelwerte alle eingehalten meistens sehr deutlich unterschritten.

CO-Grenzwert

ausserhalb Regelbereich

Die 5Min-Mittelwerte werden während 24h insgesamt 5mal d.h. während rund 25Min überschritten. Weil die Messung der Abgasgeschwindigkeit nicht durchgeführt werden konnte, kann nicht sicher festgestellt werden, ob diese Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten 0.3m/s auftreten. Aufgrund der Messungen an anderen Anlagen der Fa. gehen wir davon aus, dass die Abgasgeschwindigkeiten unter 0.3m/s liegen und die CO-Überschreitungen nicht relevant sind. Die Anforderung von maximal drei Überschreitungen ist somit vermutlich eingehalten werden. Es ist daher nicht mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 18.3.2011

Kaltstart

Mit dem vorliegenden Brennstoff (trocken aber hoher Feinanteil) ist ein sehr emissionsarmer Kaltstart gelungen. An der Kaminmündung wurde nur während 3Min sichtbarer

Rauch festgestellt (Flamme im Feuerraum bereits sichtbar) und nur während rund 2 Min wurden CO-Konzentrationen über 4'000mg/m³ festgestellt.

Schwingen des O₂

10:15-10:30

10:46-11:10

Infolge schwankendem Zurückbrennen des Brennstoffes von Rostzone 2 nach Rostzone 1 wurde der Luftüberschuss erhöht. Mit folgender Massnahme konnte dies verhindert werden: Primärluft 2 stark reduziert und Rostvorschub von Rostzone 2 langsamer eingestellt. Einige Zeit später konnte mit einem Blick in die geöffnete Feuerraumtüre ein stabiles, gleichmässiges Brennstoffbett bestätigt werden. In der Folge wurde eine hohe Verbrennungsqualität erreicht, mit entsprechend tiefen CO-Konzentrationen.

24h-Messung vom 13. bis 15.4.2011

Regelparameter

Die neue Vorgabe der Einstellparameter für die Regelung des Speicherladezustandes ist noch zu schnell. Es werden folgende Anpassungen empfohlen: P-Faktor von 35 auf 20 und die Nachlaufzeit T_n von 200 auf 400.

Ausbrandphase

Erhöhte CO-Konzentrationen infolge Luftmangel (O₂ <4%) in der Ausbrandphase können durch das kontrollierte Abbrennen des Brennstoffbettes vermieden werden (Nachlaufzeit der Verbrennungsluftventilatoren optimieren). Die Ausbrandphase am 13.4.11 um 21:30 war optimal (O₂ fällt nicht unter 5%).

Warm-/Kaltstart

Die Warmstarts haben sich nicht bedeutend emissionsärmer als der Kaltstart vom 18.3.11 erwiesen. Eventuell sollte sanfter gestartet werden, mit weniger Primärluft im Zündgebläsebetrieb. Ziel: In der Startphase sollte eine Erhöhung des Luftüberschusses von 15 auf 18% vermieden werden.

Stationärer Betrieb

Im stationären Betrieb des Regelbereichs (Leistung 30-100%) wird eine hohe Verbrennungsqualität und tiefe CO-Konzentrationen erreicht.

Messstutzen im Freien

Weil der Messstutzen am Kamin im Freien angeordnet war konnte die Abgasgeschwindigkeit leider nicht bestimmt werden (Adapter für Messung ohne Stutzen war noch nicht verfügbar).

Leistungsmessung

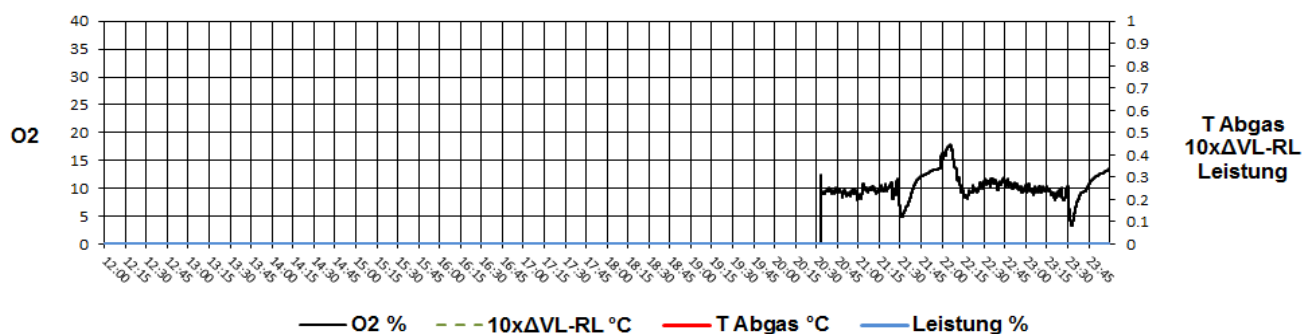
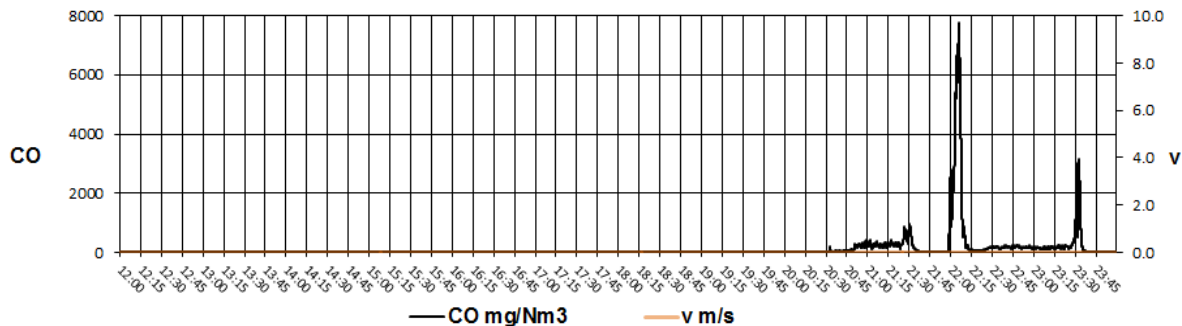
Weil die Isolation von Vor- und Rücklauf (VL und RL) bündig zur Kesselisolation ausgeführt wurde (zur Minimierung der Verluste erwünscht) konnte auch die Temperatur-Differenz von VL/RL und die Leistungsmessung nicht durchgeführt werden (über Betriebsparameter verfügbar).

24h-Messungen 13. bis 15. April 2011

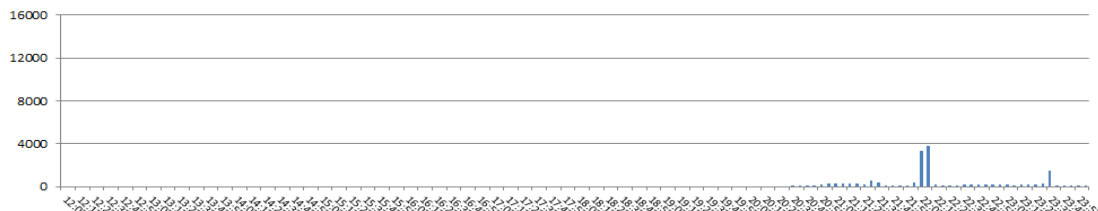
Rostfeuerung 360kW W31 13. April 2011

(Bezug 13% O₂)

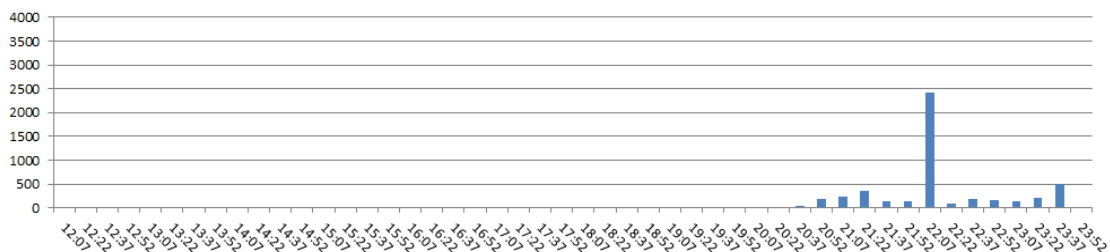
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während - Min



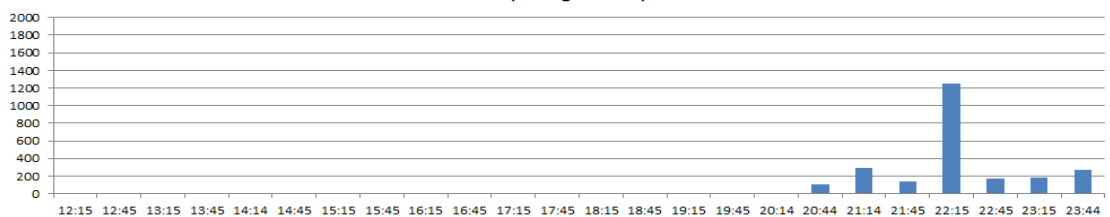
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



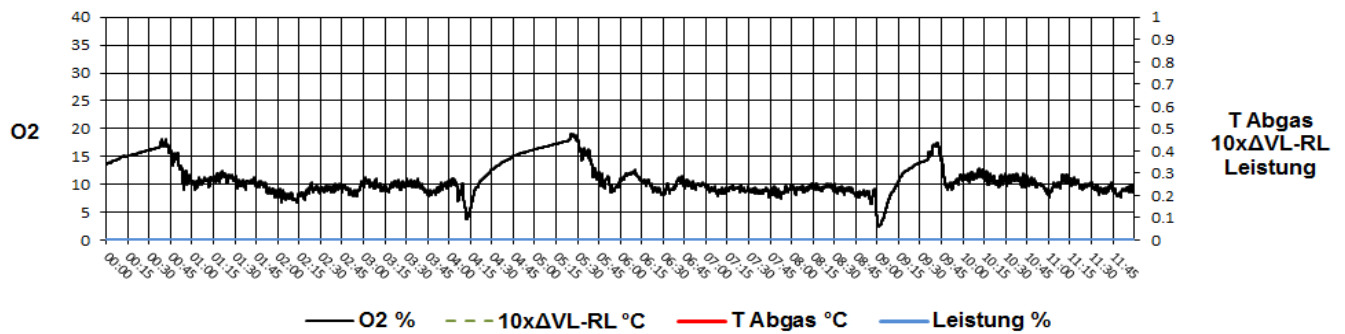
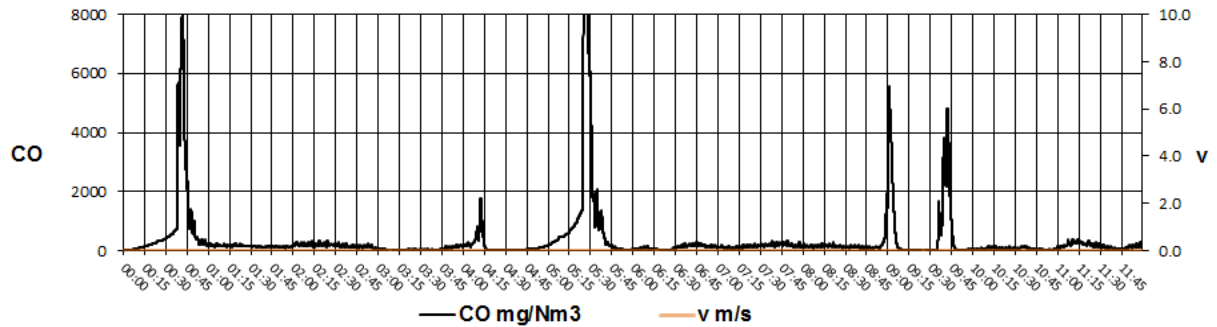
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



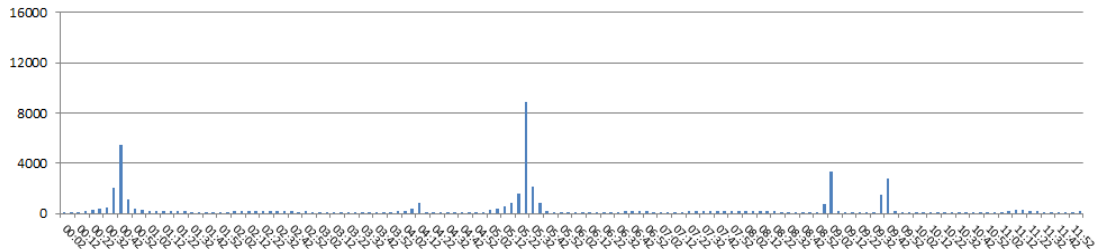
Rostfeuerung 360kW W31 14.April 2011

(Bezug 13% O₂)

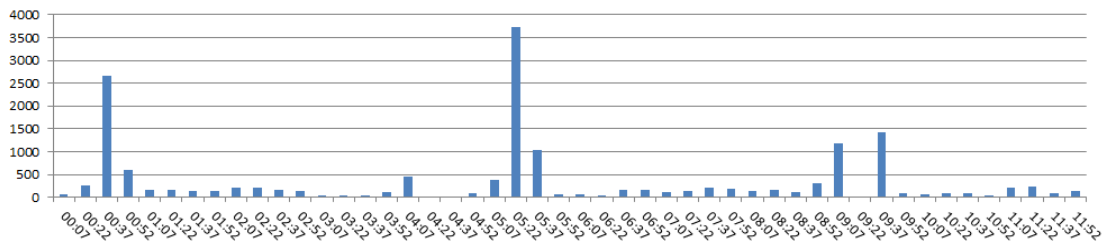
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während - Min



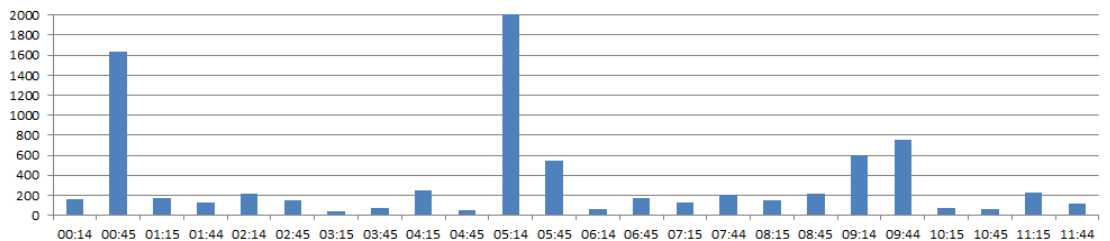
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



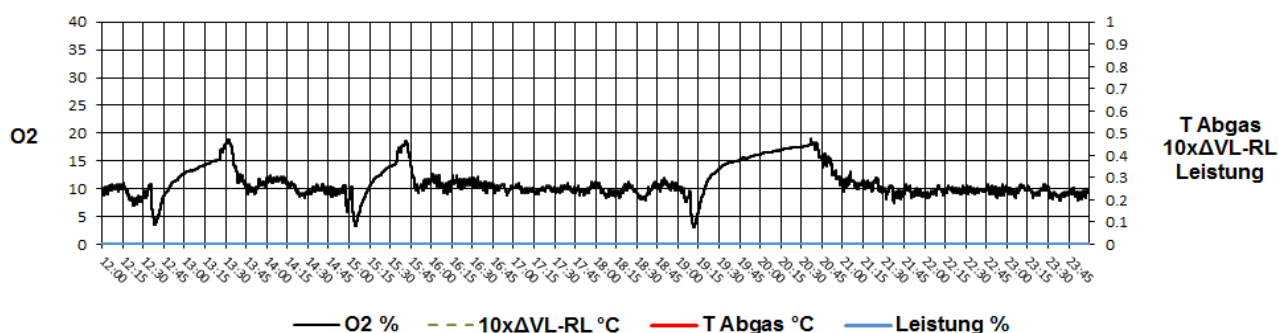
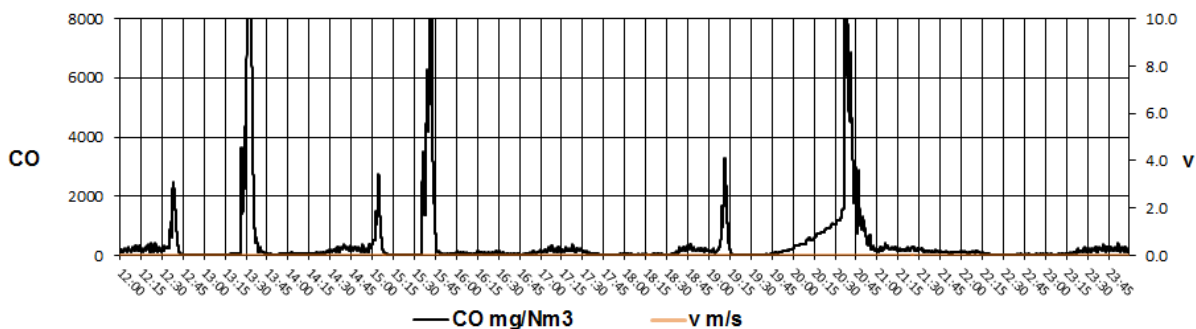
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 360kW W31 14.April 2011

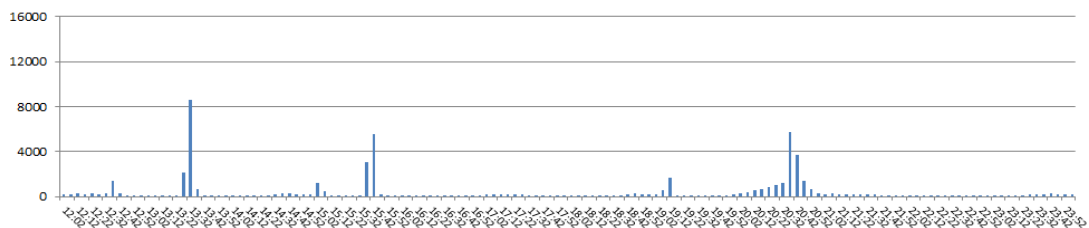
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während - Min



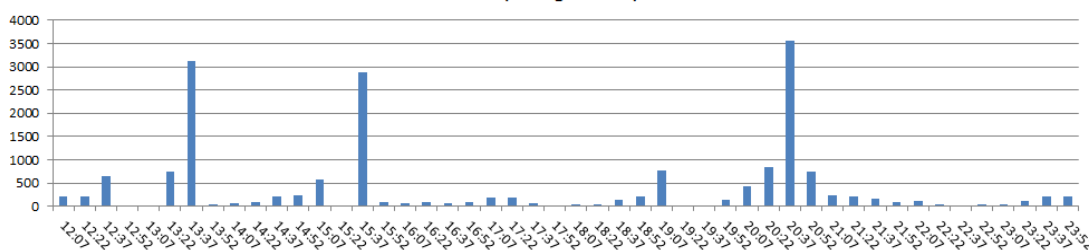
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



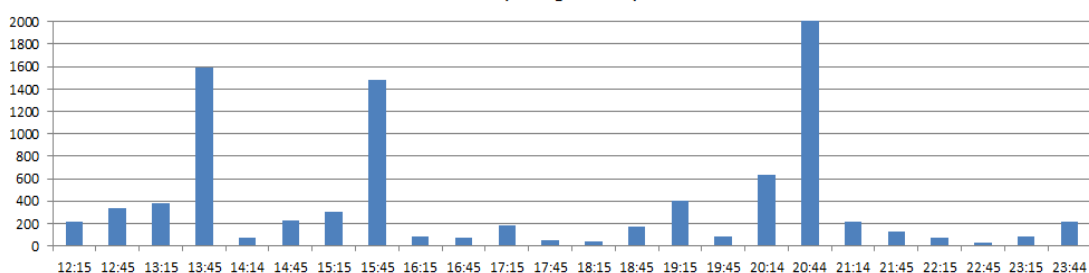
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

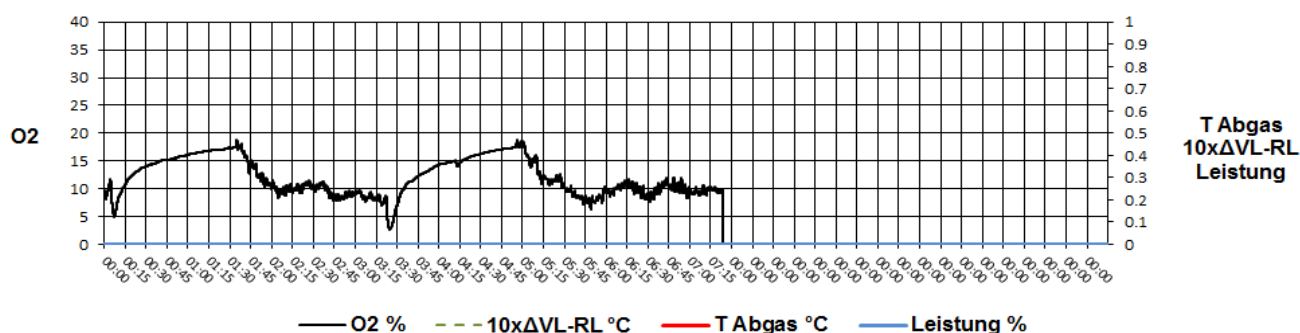
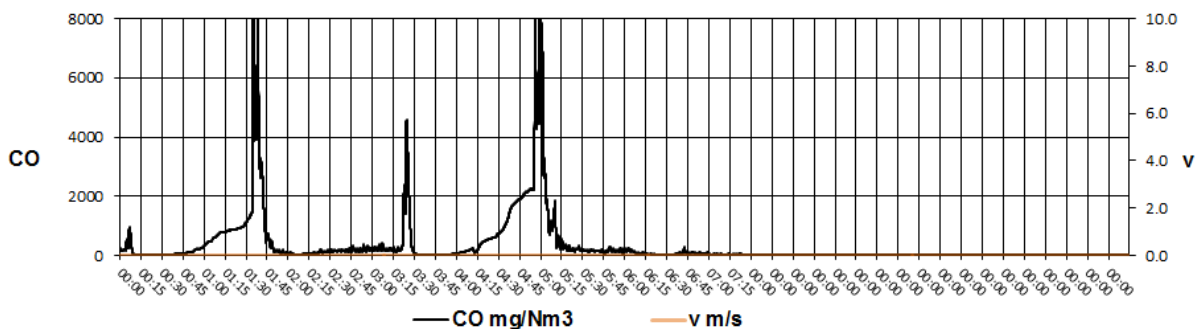
(Bezug 13% O₂)



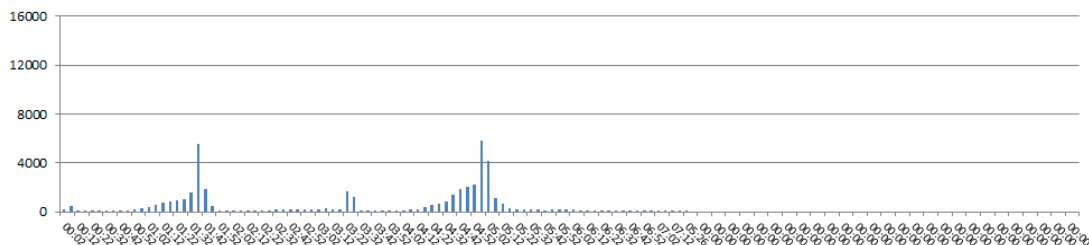
Rostfeuerung 360kW W31 15.April 2011

(Bezug 13% O₂)

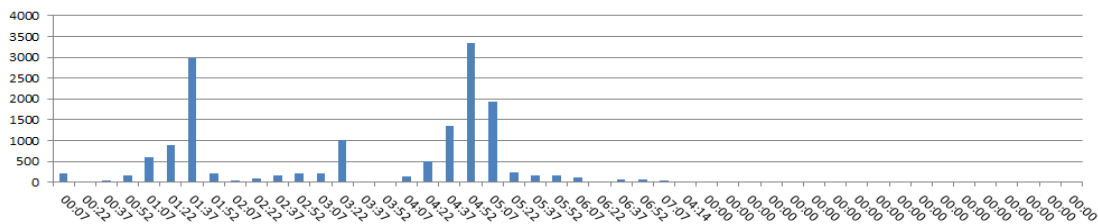
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während - Min



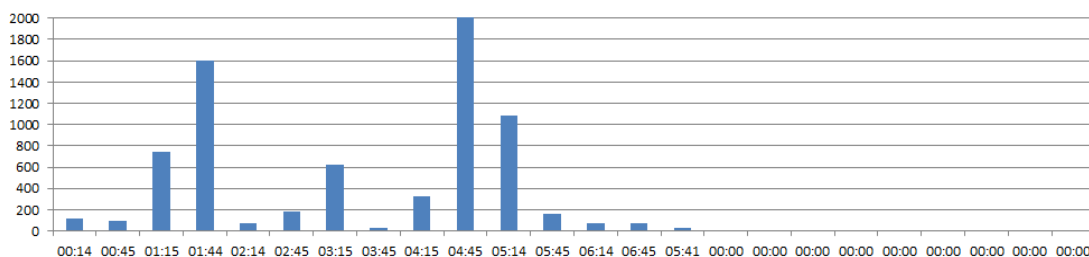
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Messbericht Holzschnitzelfeuerung (Unterschub)

Anlage 3 (290kW)

Emissionsmessung vom 9.März 2011**24h-Messung vom 23.bis 29.März**

Resultate (Graphiken und Anlagedaten im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
15:55-16:10 (Leistung 100%)	12.4	7.9	117	89	±13	500	3	6
16:10-16:25 (Leistung 100%)	12.9	7.5	60	45	±7	500	3	5
17:07-17:22 (Leistung 30%)	10.5	9.9	88	79	±12	500	2	5
17:22-17:37 (Leistung 30%)	8.8	11.9	79	86	±13	500	2	5

**Tabelle 3: Mittelwerte, Emissionsmessung vom 9.März 2011
(Messintervalle: 15 Min)**

Beurteilung

Emissionsmessung vom 9.3.2011

Alle Mittelwerte gelten für ein Mess-Intervall von 15 Min. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von $4'000 \text{ mg/m}^3$ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15 Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Automatisch Zünden
(14.44 bis 15:00)

Während dem Kaltstart mit automatisch Zünden liegen die CO-Konzentrationen nur während 0.3 Min über $4'000 \text{ mg/m}^3$. Es ist in dieser Betriebsphase somit nicht mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Leistung 100%,
15:55 bis 16:10
16:10 bis 16:25

Die beiden Mittelwerte über 15 Min im stationären Betrieb bei 100 % Leistung sind sehr tief und liegen beide (89 bzw. 45 mg/m^3) deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief ($< 10 \text{ mg/m}^3$).

Leistung 30%, Kessel 1
17:07 bis 17:22
17:22 bis 17:37

Die beiden Mittelwerte (79 bzw. 86 mg/m^3) über 15 Min im stationären Betrieb bei 30% Leistung liegen deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief ($< 10 \text{ mg/m}^3$).

24h-Messung vom 23. bis 29.3.2011

CO-Grenzwert
im Regelbereich

In den stationären Betriebsphasen werden die 15Min- und 30Min-Mittelwerte alle eingehalten meistens sehr deutlich unterschritten.

CO-Grenzwert
ausserhalb Regelbereich

Die 5 Min-Mittelwerte bei $v > 0.3 \text{ m/s}$ werden während 24 h einmal 2 mal und an den übrigen 5 Tagen 10 bis 60 mal d.h. während rund 50 bis 300 Min überschritten. Die Anforderung von maximal drei Überschreitungen werden an einem Tag eingehalten und an den übrigen 5 Tagen nicht eingehalten. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 9.3.2011

Kaltstart	Die Emissionen während der Startphase konnten durch Verkleinerung des Brennstoffeinschubes auf unter $1'000 \text{ mg/m}^3$ reduziert werden. Allerdings wurde während der Startphase feiner Rauch mit blauem Dunst beobachtet.
Reduktion Primärluft 15:55 und 16:03	Durch die Reduktion der Primärluft (von 4.6 auf 4V, bzw. von 4 auf 3.6V) wurde der relative Sekundärluftanteil erhöht und die Durchbrüche im Brennstoffbett, infolge überhöhtem Luftüberschuss, konnten vermieden werden. Damit konnte einerseits das Brennstoffbett stabilisiert werden und teilweise der blaue Dunst mit sichtbarem Rauch an der Kaminmündung beseitigt werden. Mit dieser Massnahme kann auch die Schlackenbildung in der Retorte reduziert werden.
Unerwarteter blauer Dunst um 17:08	Der unerwartete blaue Dunst ist auf Durchbrüche im Brennstoffbett bei Teilleistung zurückzuführen (instabiles Brennstoffbett infolge grosser O_2-Änderung von 14 auf 7% um 17:05 -17:09). Da der Brennstoff einen hohen Staubanteil aufweist, ist es schwierig, ein dauerhaft stabiles Brennstoffbett aufrecht zu erhalten. Abhilfe könnte erreicht werden, durch das Einschweissen eines Ablenkprofils in der Retorte, welches eine bessere Verteilung des Brennstoffes und Belegung der Retorte bewirken würde. Durch zusätzliche Reduktion der Primärluft könnte die Stabilität des Brennstoffbetts weiter erhöht werden (die tiefen CO-Werte der 24 Stundenmessung weisen allerdings auf ein beschränktes Optimierungspotential hin).
Unterdruck	Eine weitere Optimierung in Richtung stabileres Brennstoffbett kann durch das Reduzieren des Soll-Unterdruckes bei Teilleistung erreicht werden. Dazu kann der Soll-Unterdruckwert für Nenn- und Teilleistung bei diesen Anlagen getrennt vorgegeben werden.

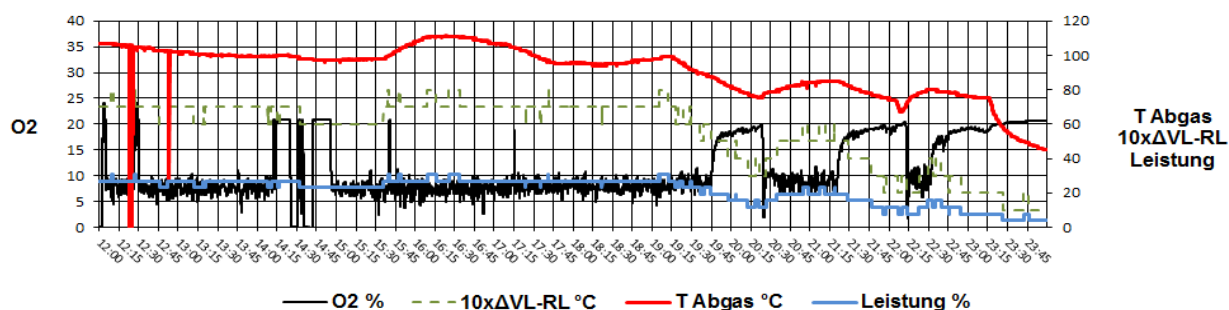
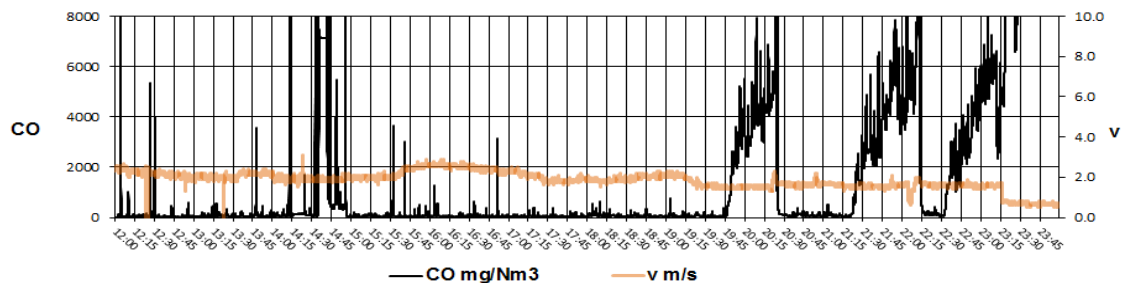
24h-Messung vom 23. bis 29.3.2011

Im Regelbereich	Im stationären Regelbetrieb (Leistung 30-100%) wird der O ₂ -Gehalt um 7% sehr stabil gehalten. Es treten lediglich kurze Abweichungen im Bereich 3-12% auf. Die O ₂ -Sonde dürfte somit korrekt funktionieren. Die Verbrennungsqualität ist dauerhaft hoch.
Ausserhalb Regelbereich	Nur in der Start und Ausbrandphase treten erhöhte CO-Emissionen auf. In der Startphase ab 12:00 am 24.3.2011 sind diese durch Luftmangel (O ₂ <3%) bedingt. Eine optimale Startphase findet um 19:55 am 26.3.2011 statt. Empfehlung: Luftmangel in der Start- und Ausbrandphase kann verhindert werden, wenn das Brennstoffbett nach dem Ausschalten kontrolliert abgebrannt wird.

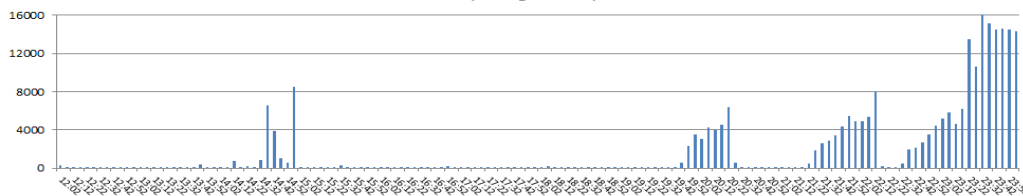
24h-Messungen 23. bis 29. März 2011

Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 23. März 2011

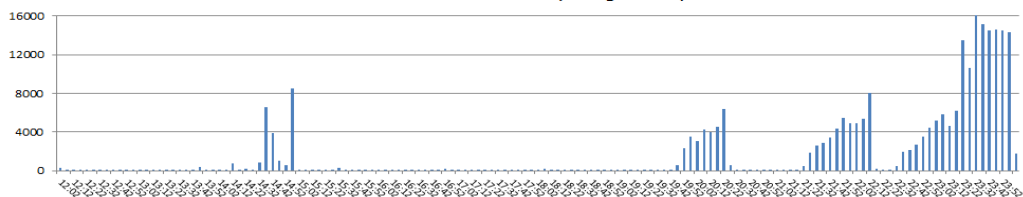
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 113 Min



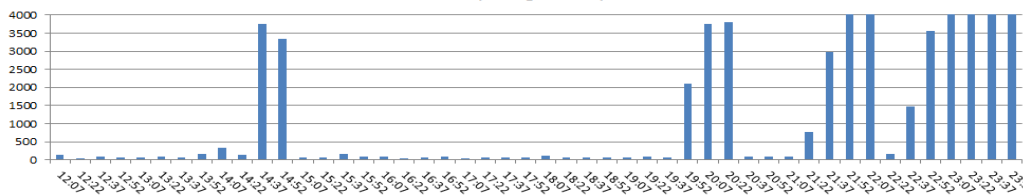
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



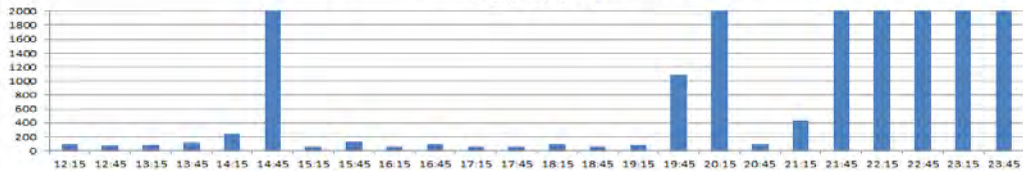
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

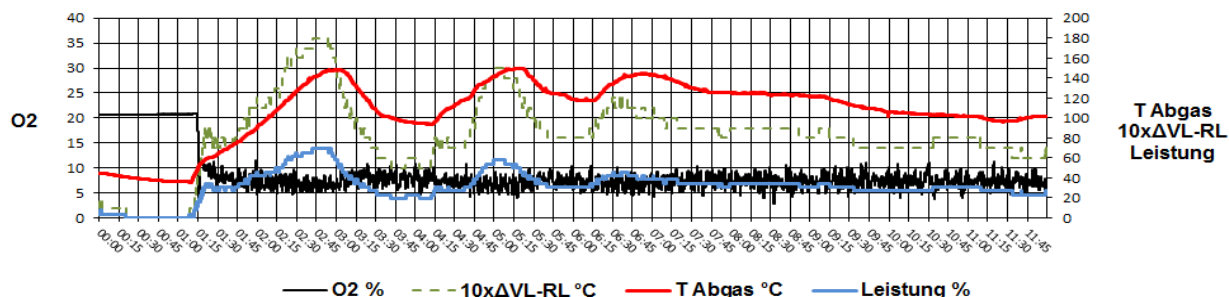
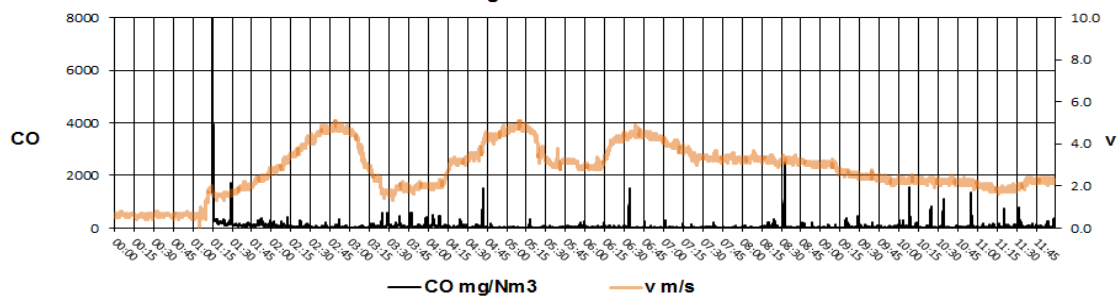


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

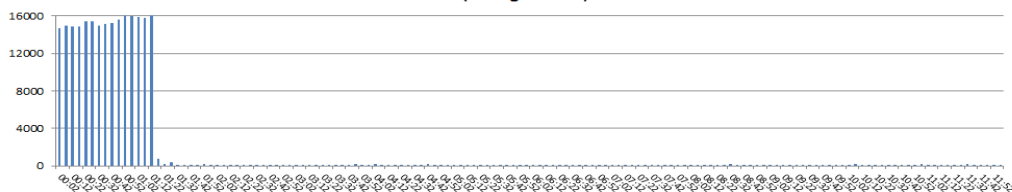


Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 24.März 2011

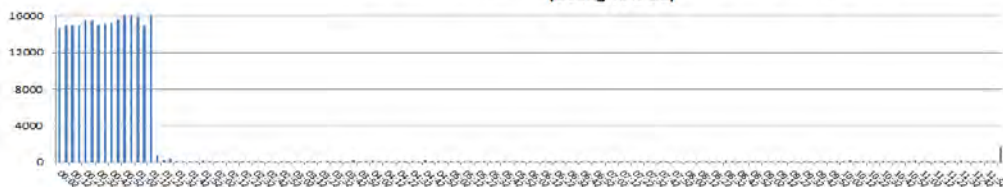
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 75 Min



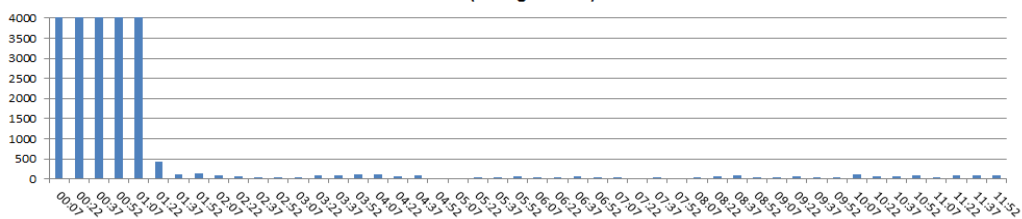
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



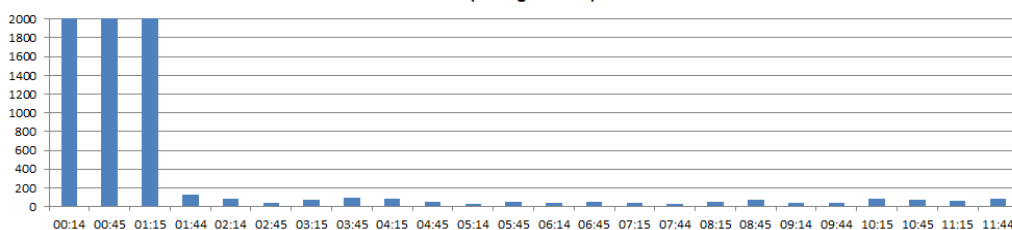
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



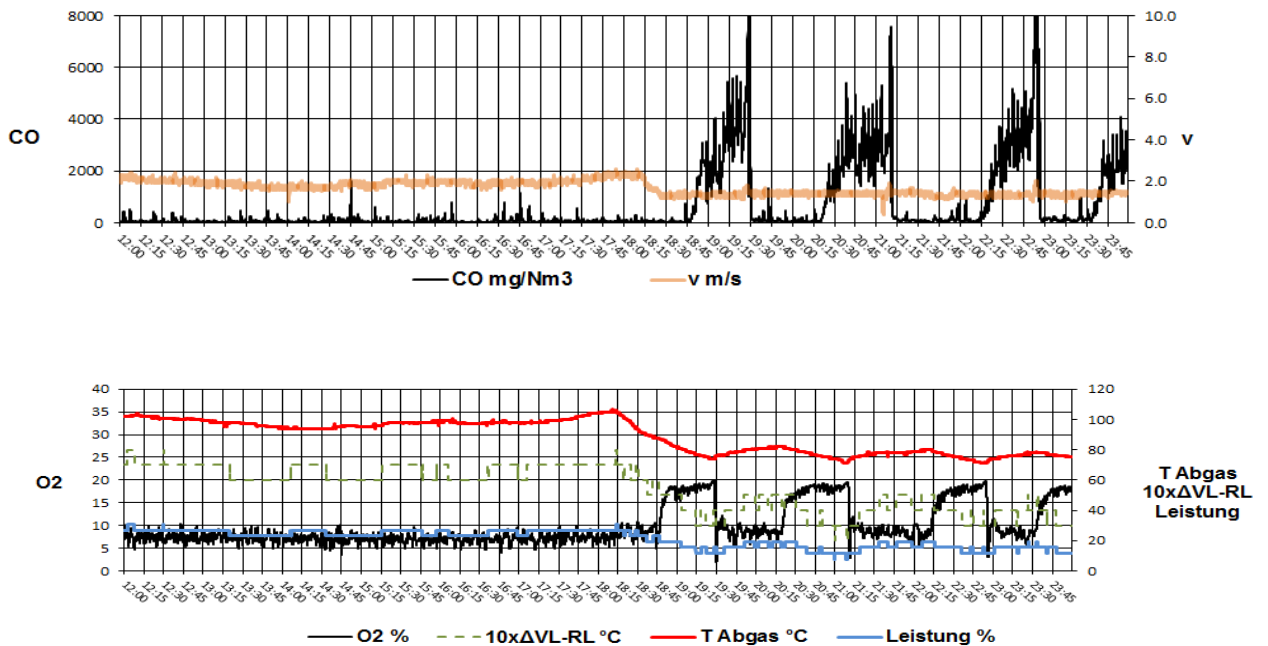
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



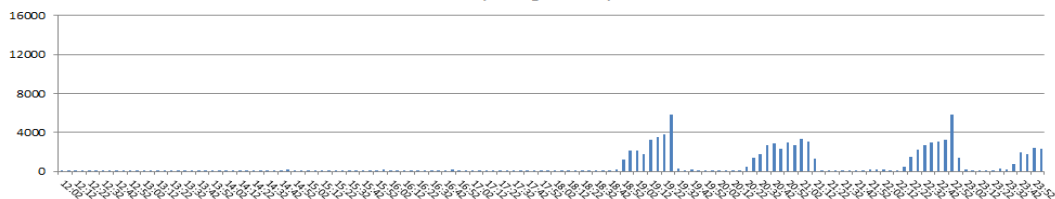
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 24.März 2011

(Bezug 13% O₂)

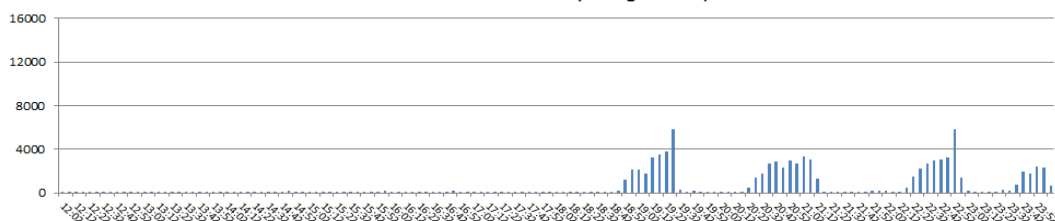
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 17 Min



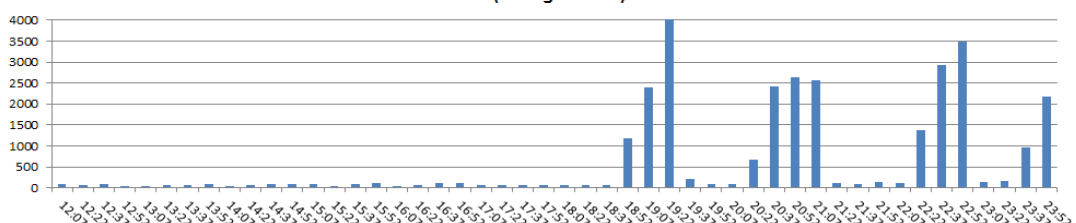
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



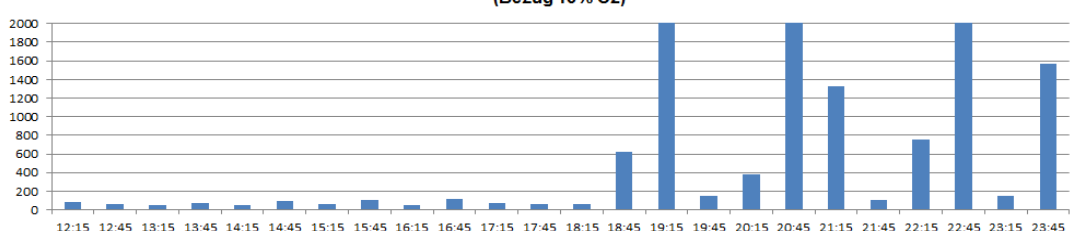
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



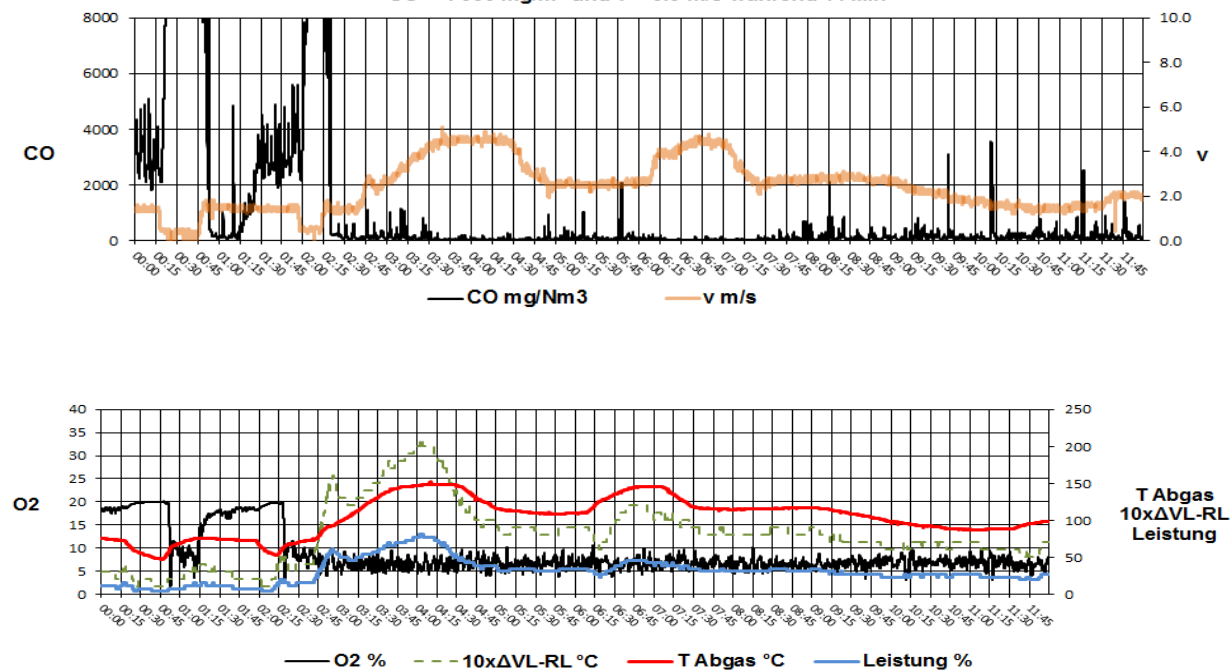
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



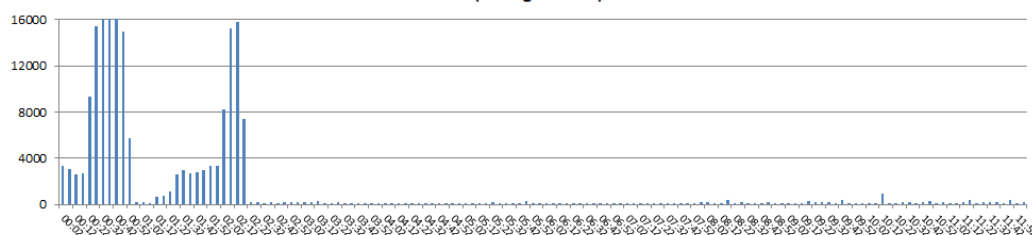
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 25.März 2011

(Bezug 13% O₂)

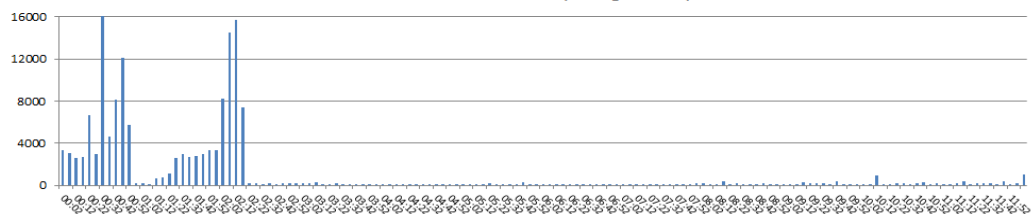
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 44 Min



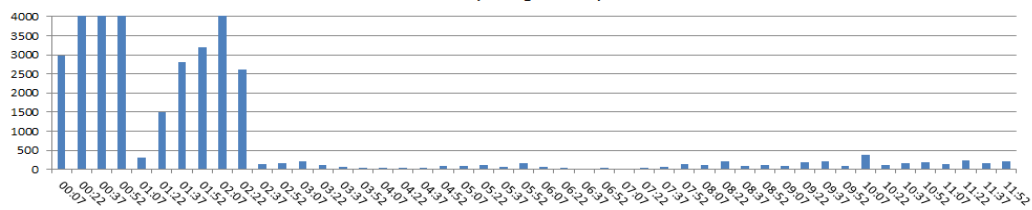
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



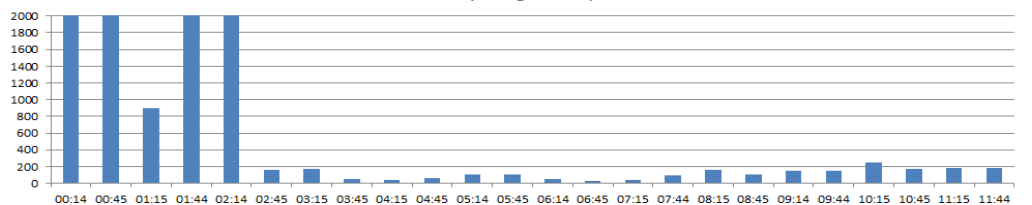
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



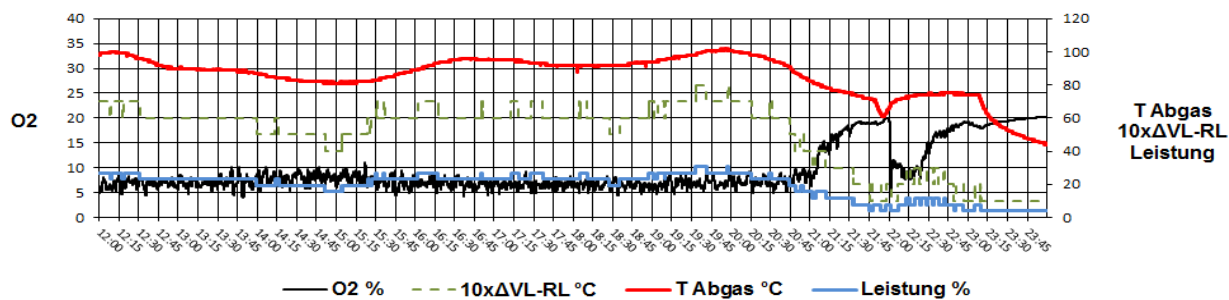
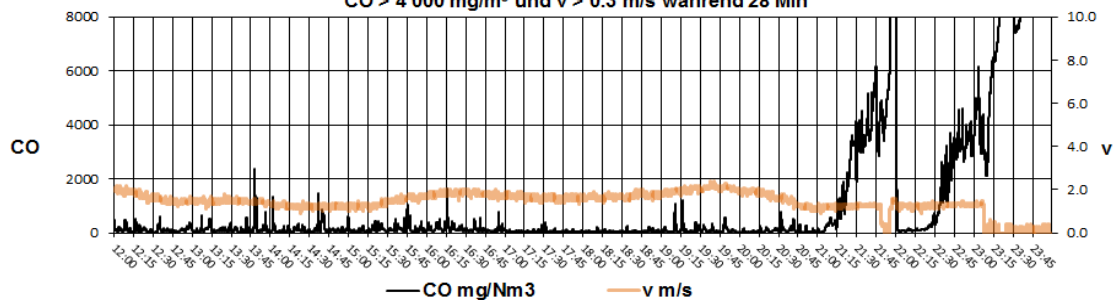
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



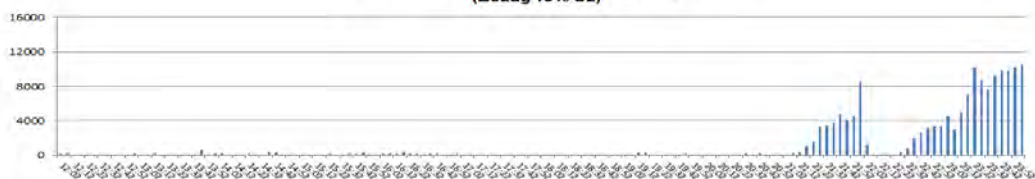
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 25.März 2011

(Bezug 13% O₂)

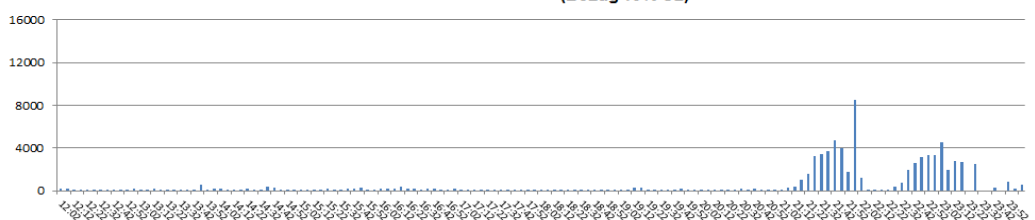
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 28 Min



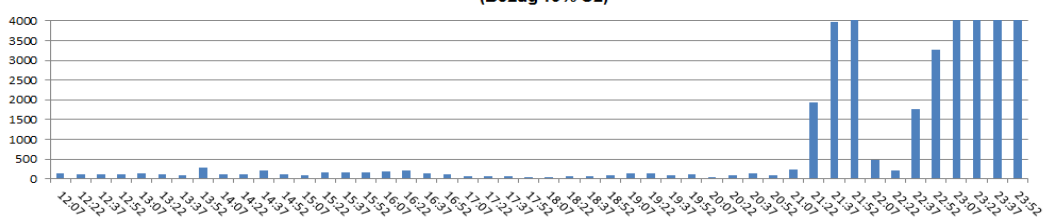
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



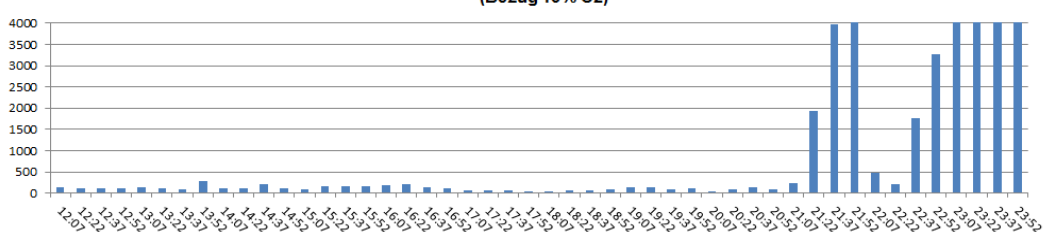
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)

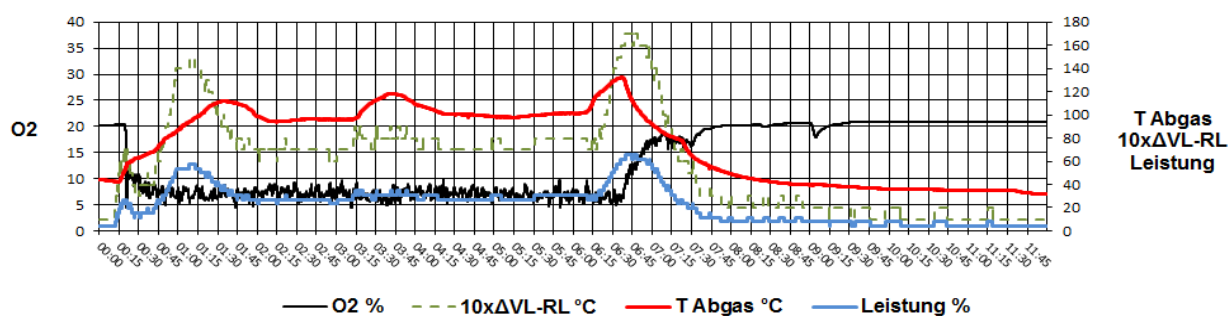
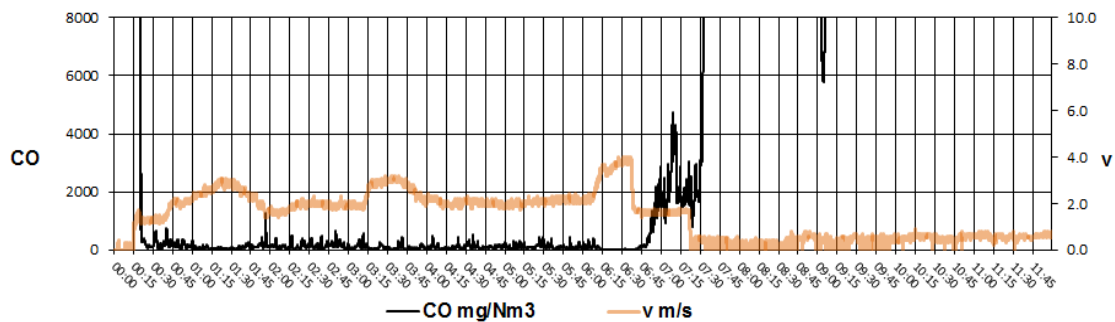


15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)

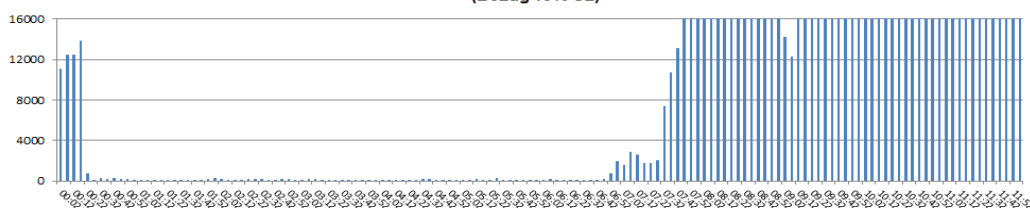


Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 26.März 2011

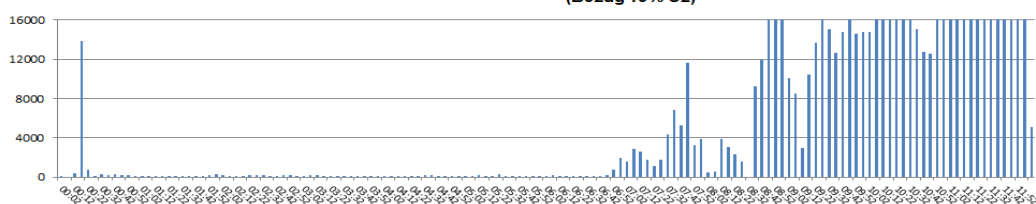
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 199 Min



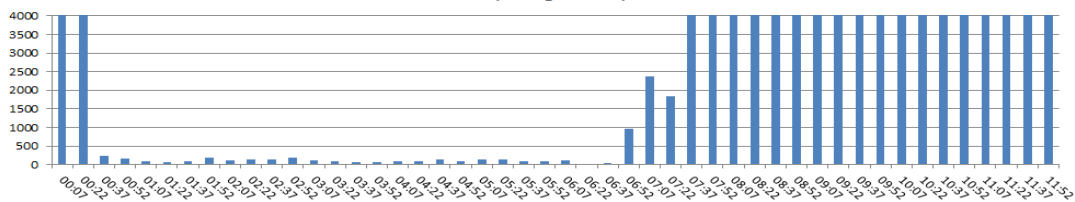
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



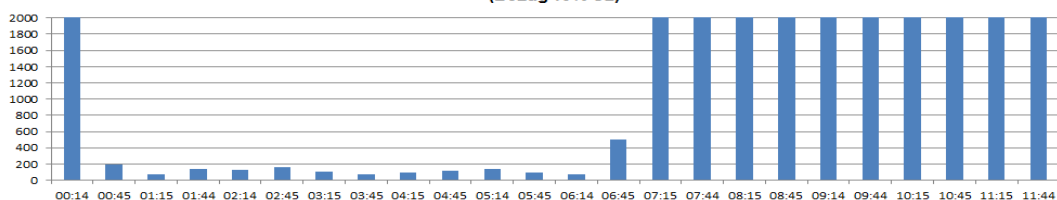
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



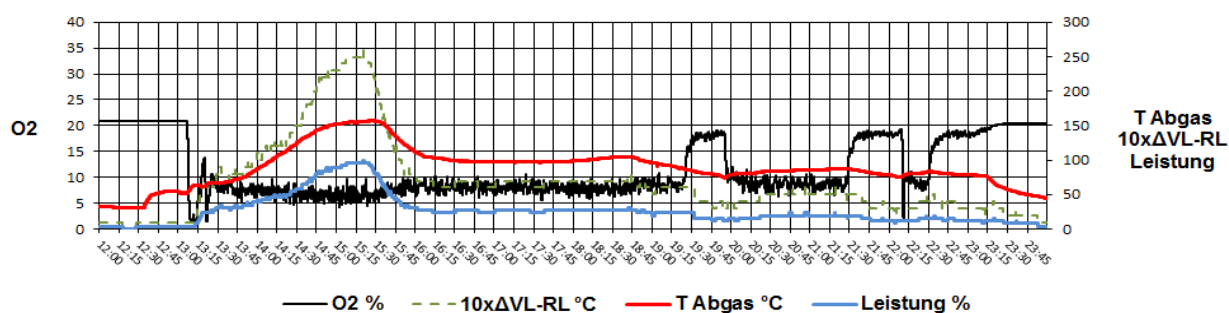
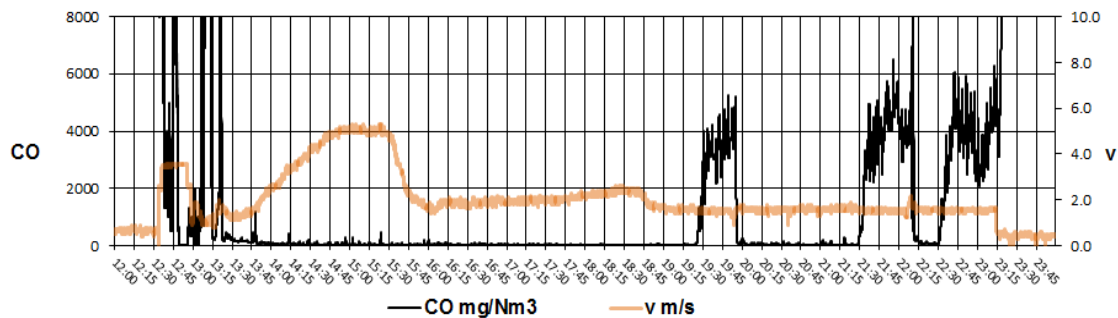
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 26.März 2011

(Bezug 13% O₂)

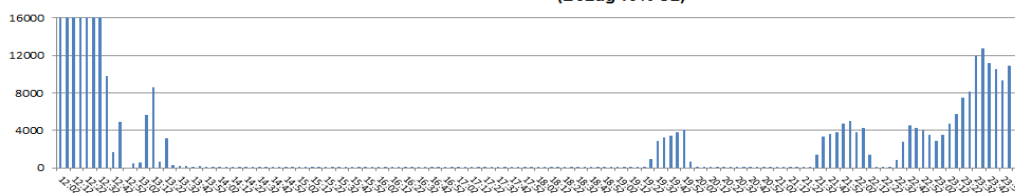
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 129 Min



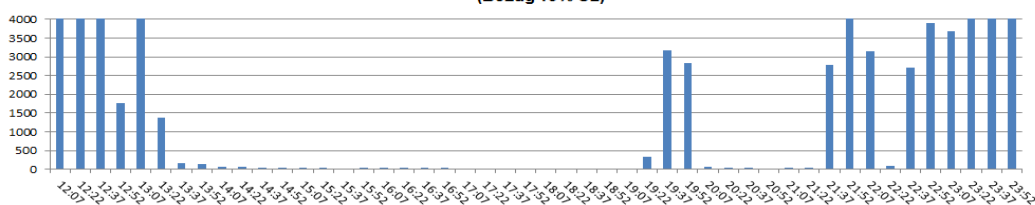
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



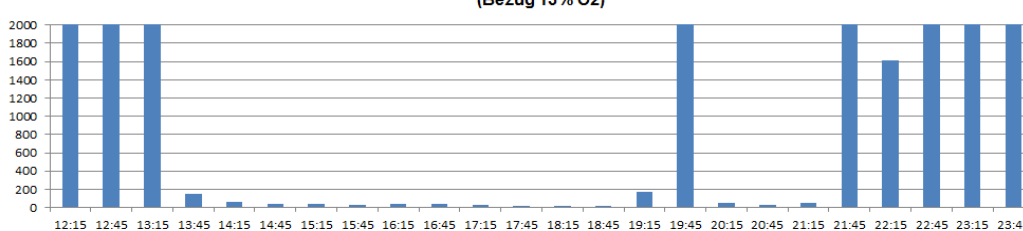
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



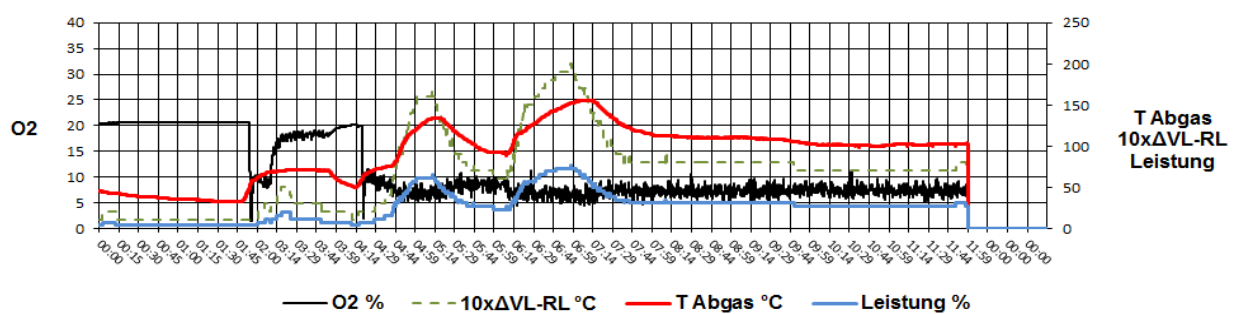
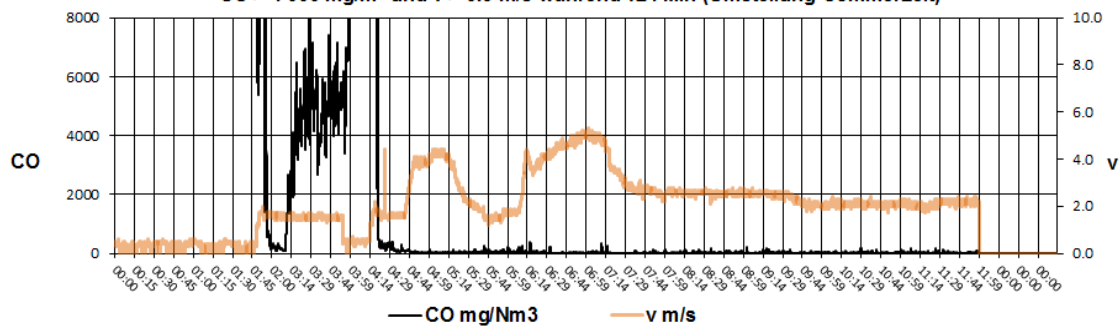
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



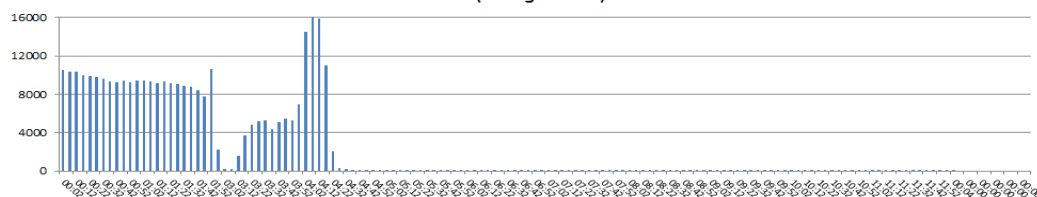
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 27.März 2011

(Bezug 13% O₂)

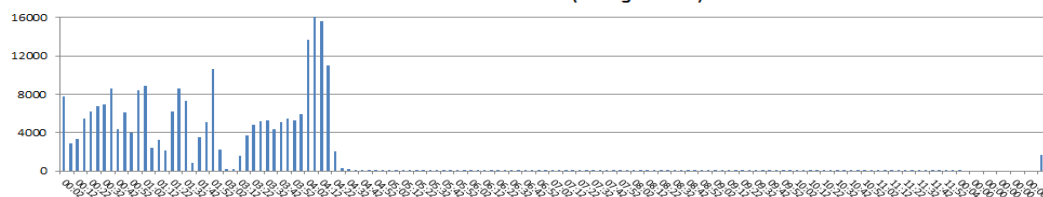
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 124 Min (Umstellung Sommerzeit)



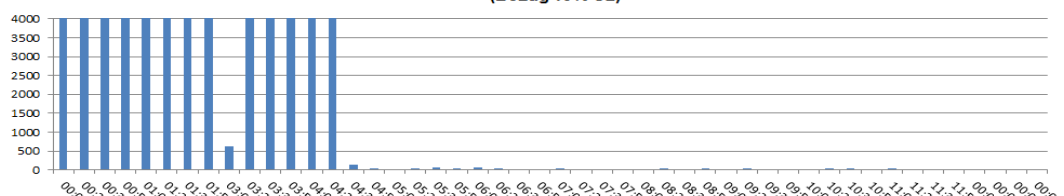
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



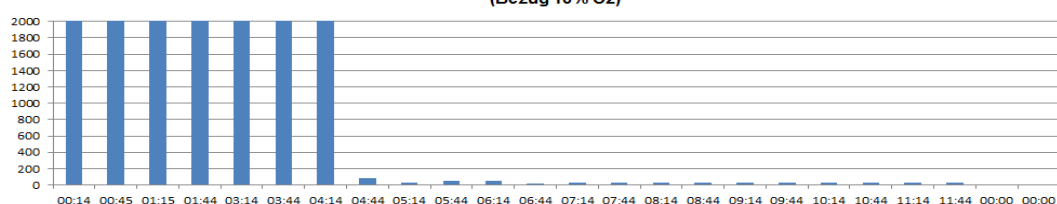
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

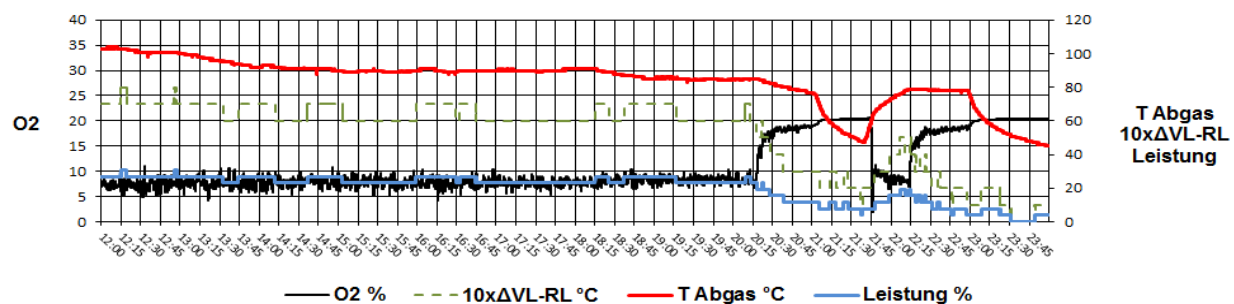
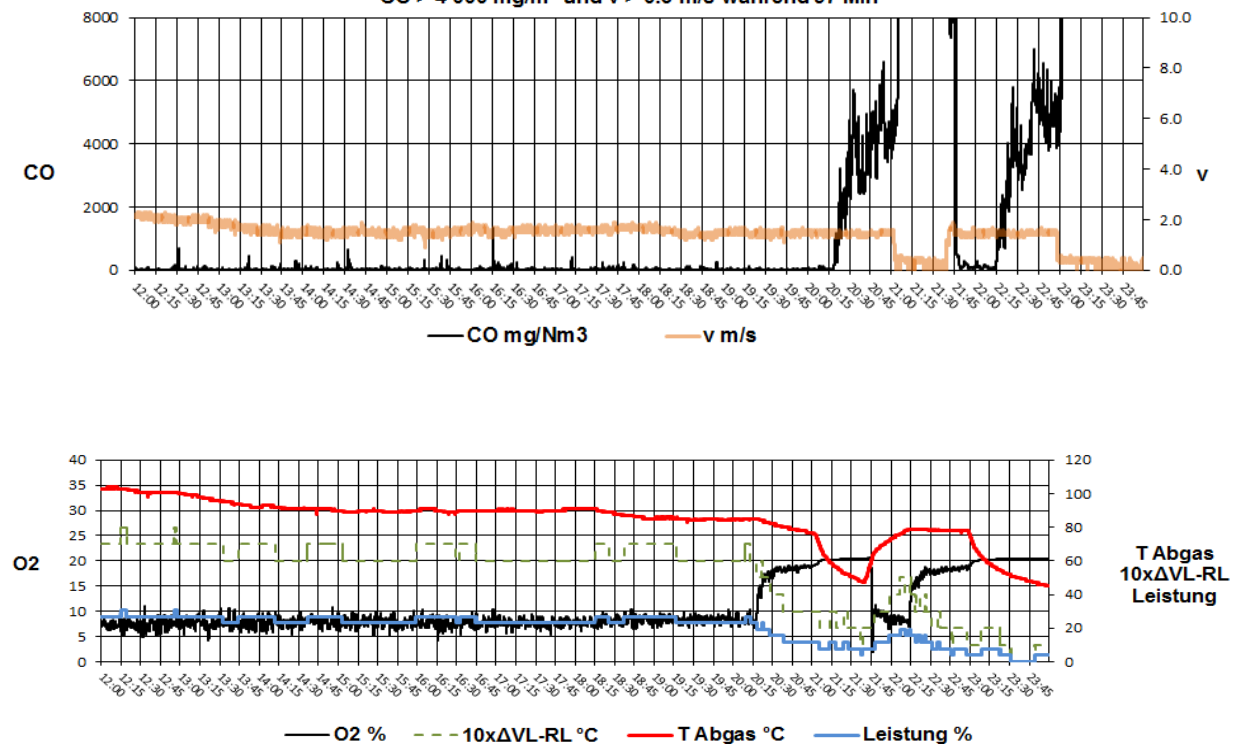


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

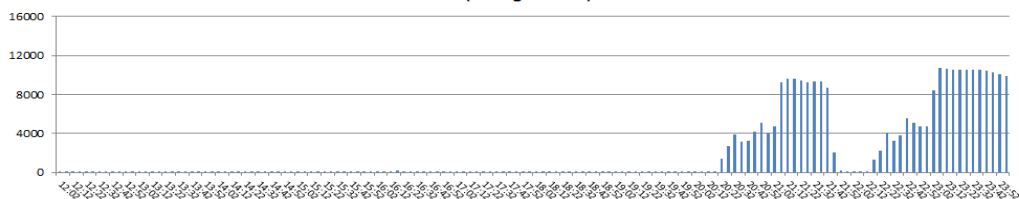


Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 27. März 2011

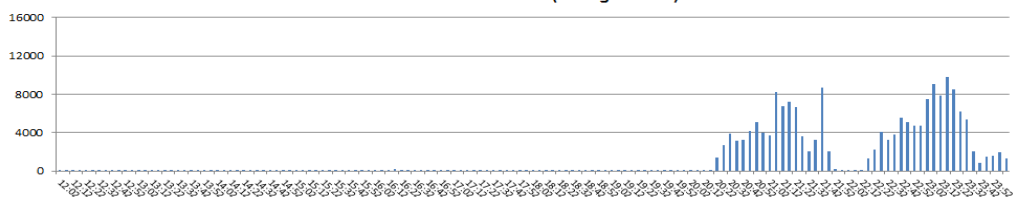
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 97 Min



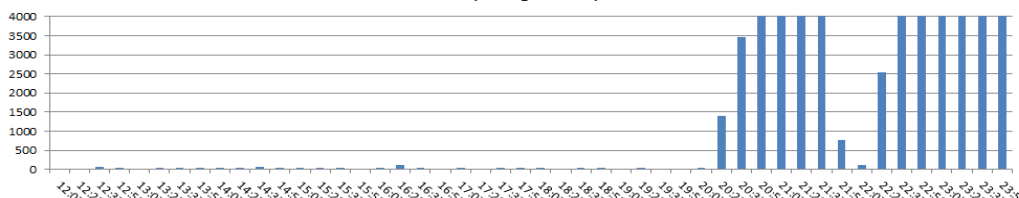
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



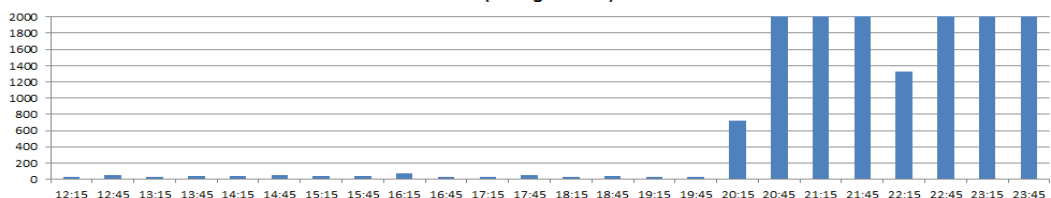
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



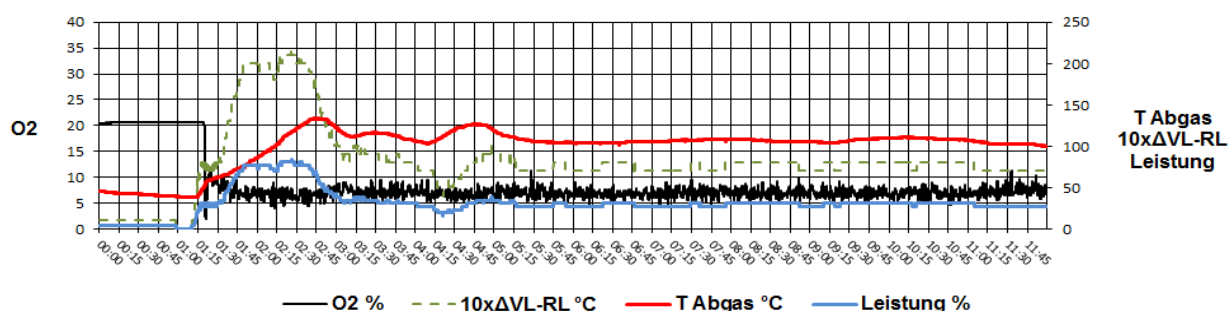
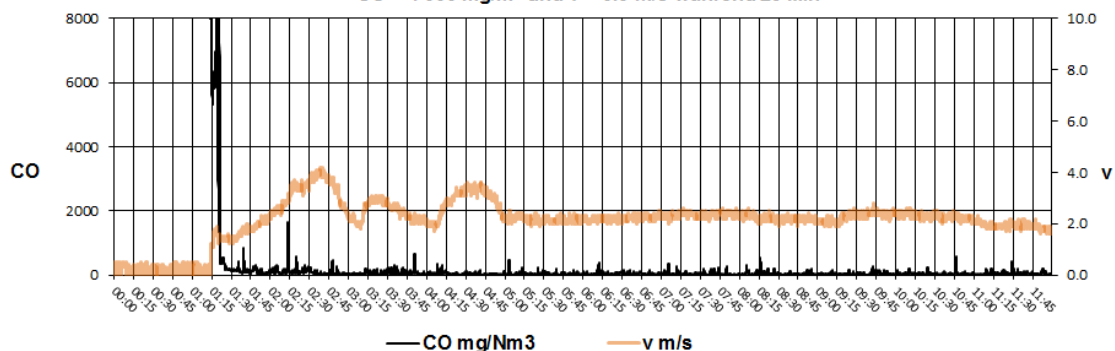
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 28.März 2011

(Bezug 13% O₂)

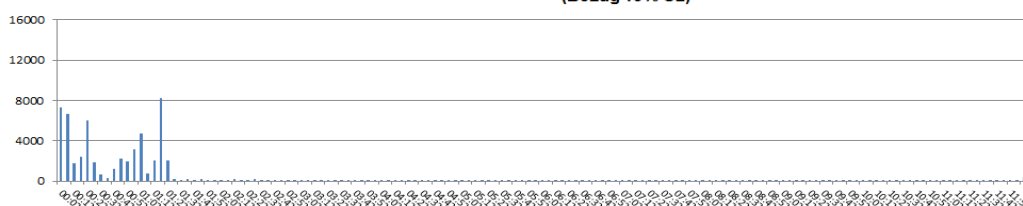
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 29 Min



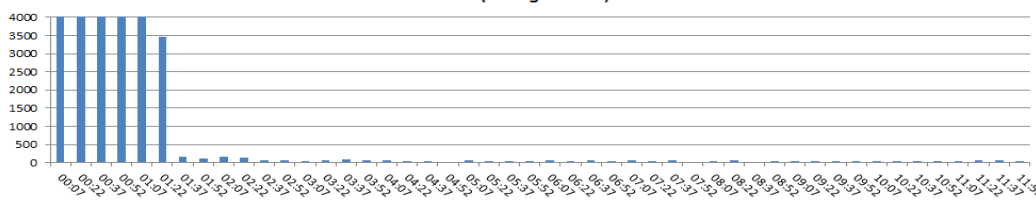
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



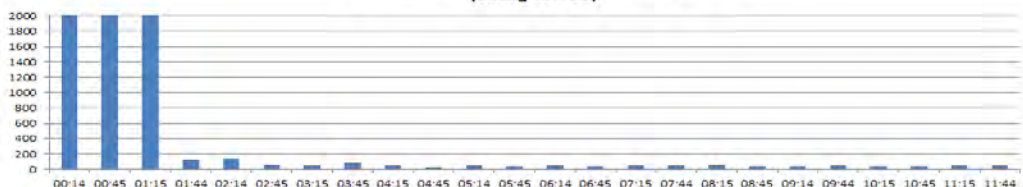
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



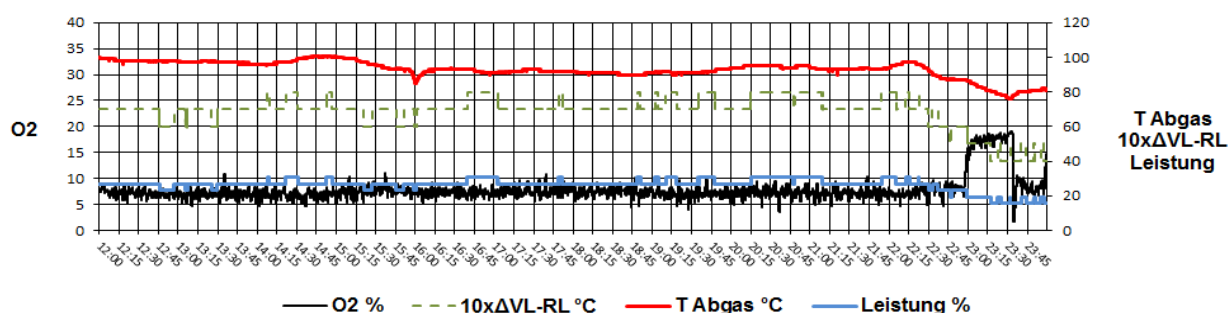
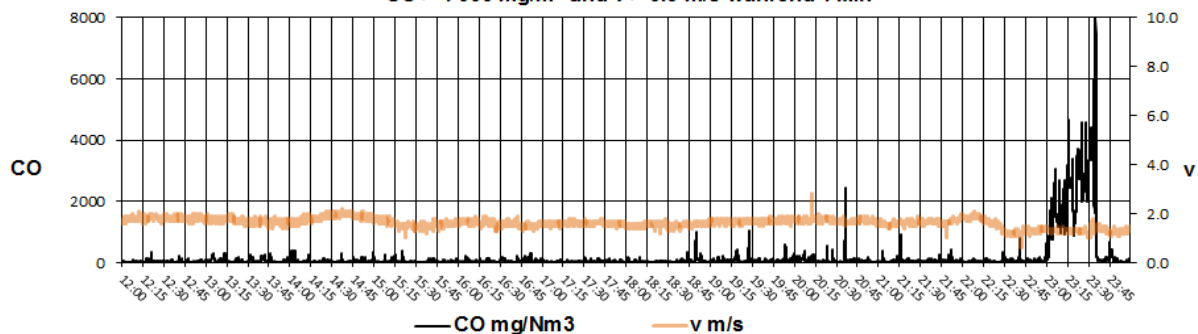
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



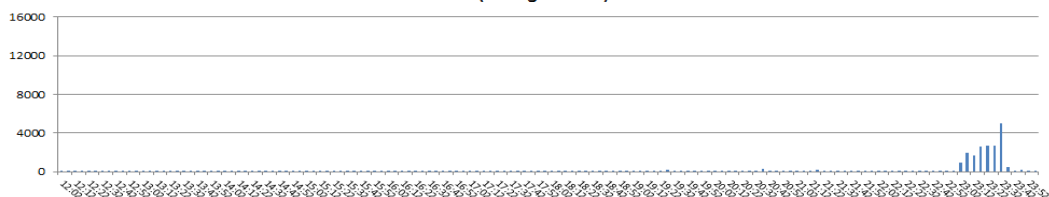
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 28.März 2011

(Bezug 13% O₂)

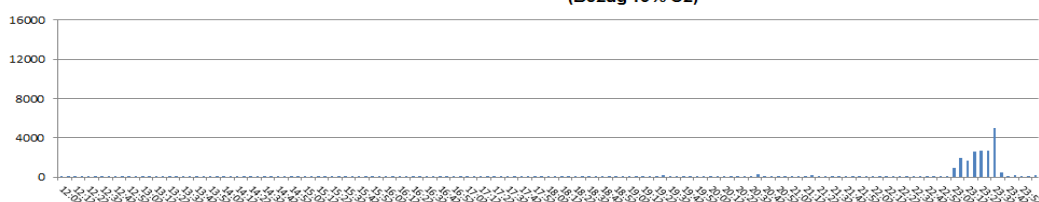
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 4 Min



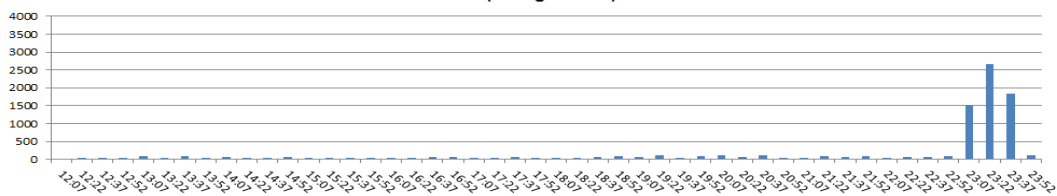
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



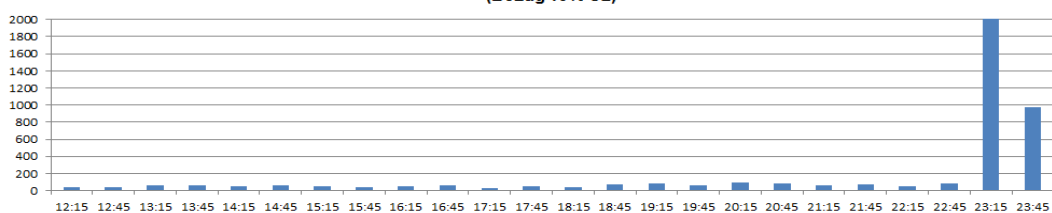
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



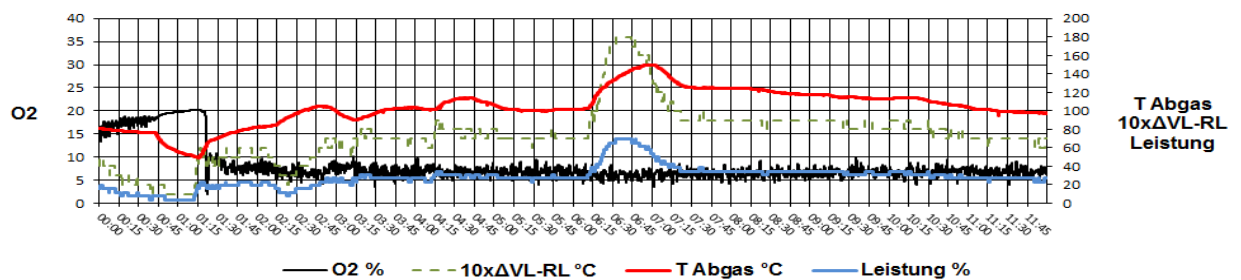
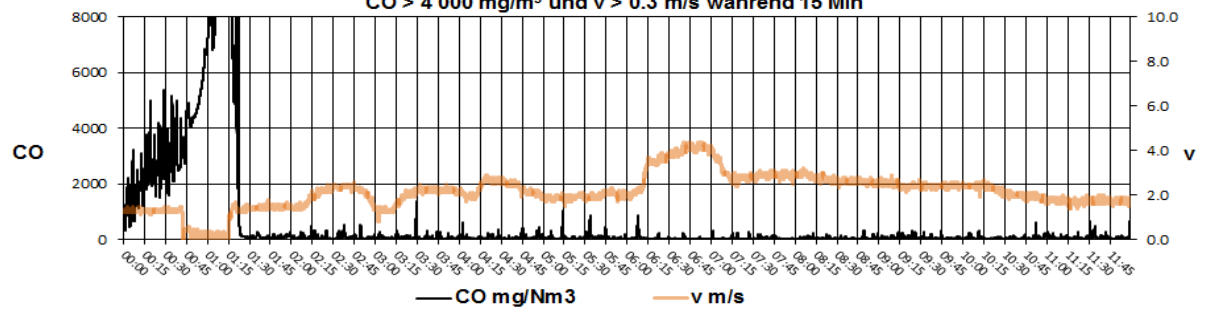
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



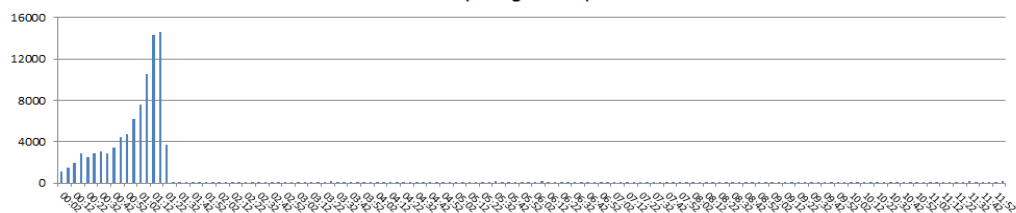
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 29.März 2011

(Bezug 13% O₂)

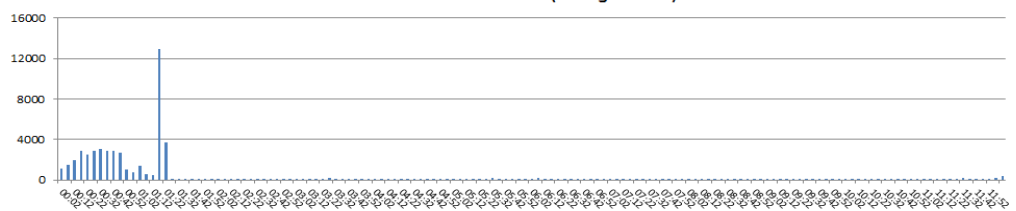
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 15 Min



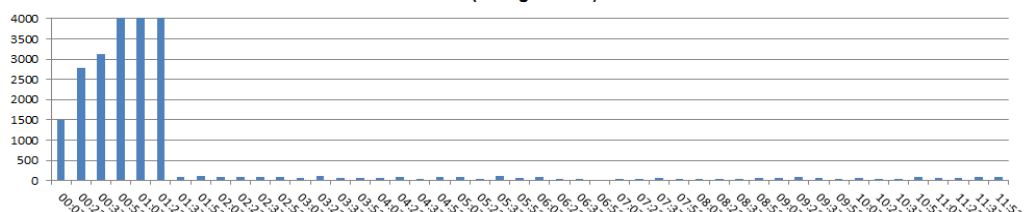
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



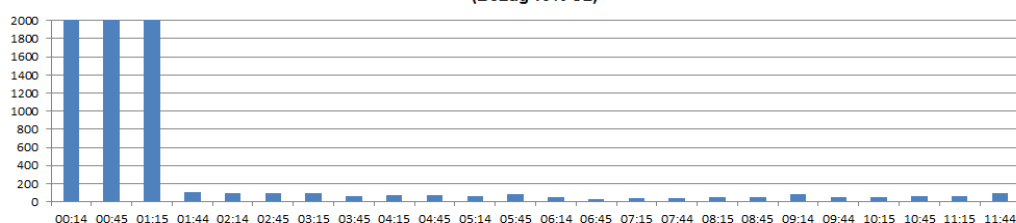
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



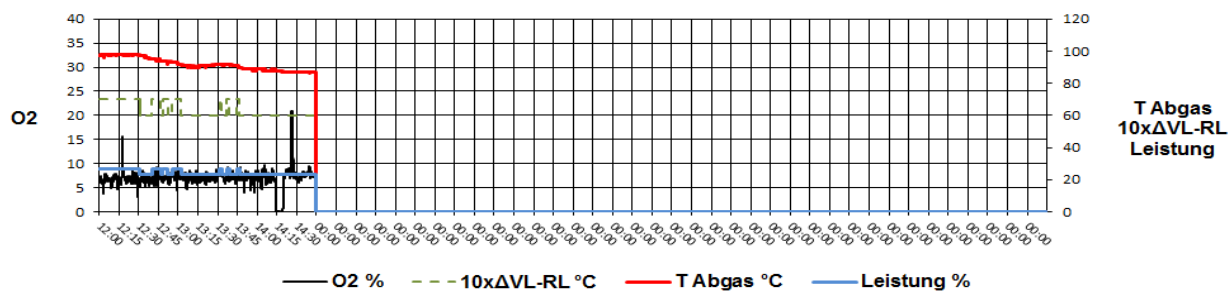
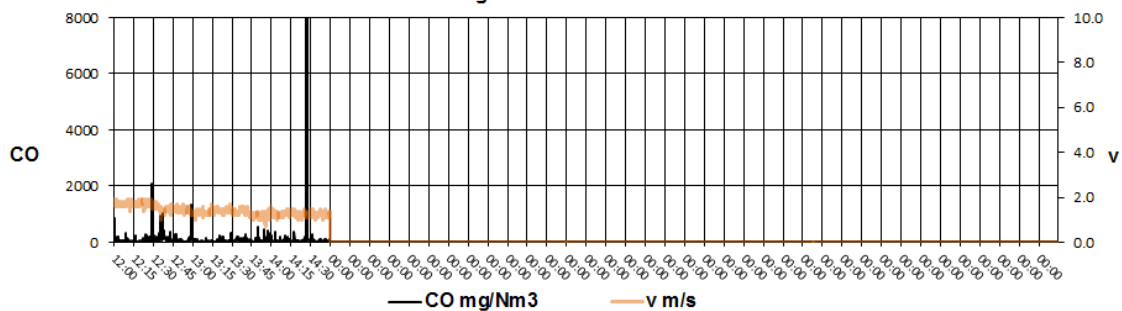
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



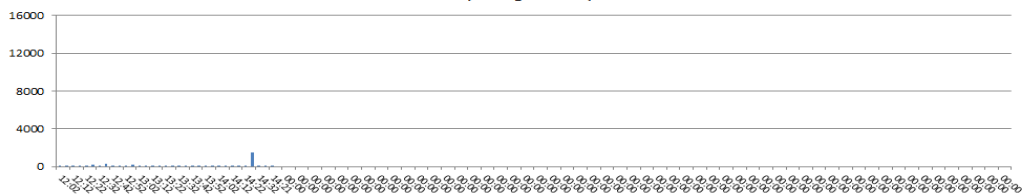
Unterschubfeuerung 290 kW Restholz 29.März 2011

(Bezug 13% O₂)

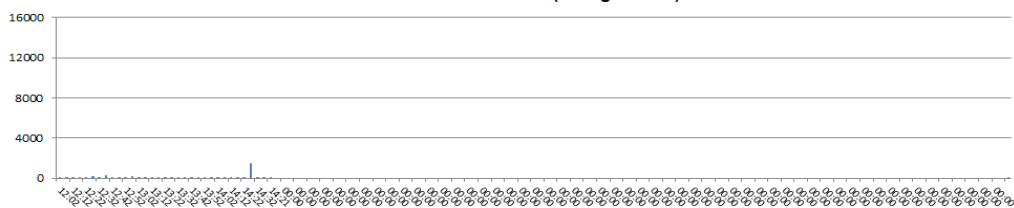
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min



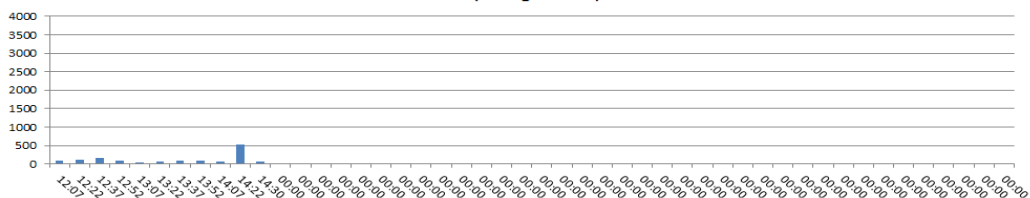
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



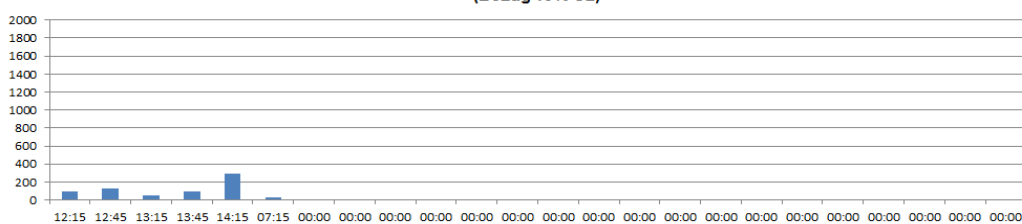
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Messbericht Holzschnitzelfeuerung (Unterschub)

Anlage 5 (80kW)

Emissionsmessung vom 30.März 2011

24h-Messung vom Mai 2011

Resultate (Graphiken und Anlagedaten im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
09:17-09:32 (100% Leistung)	7.2	13.7	84	115	±23	500	2	6
09:32-09:47 (100% Leistung)	7.3	13.7	65	89	±18	500	1	4
10:25-10:40 (30% Leistung)	6.2	14.9	191	315	±63	500	1	2
10:40-10:55 (30% Leistung)	6.5	14.7	162	256	±51	500	1	3

**Tabelle 2: Mittelwerte, Emissionsmessung vom 30.März 2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Emissionsmessung vom 30.3.2011

Automatische Zündung

08:33 bis 08:50

Nach dem Start mit automatisch Zünden werden CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ während 6 Min überschritten. In dieser Betriebsphase ist nicht mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

100% Leistung

09:17 bis 09:32

09:32 bis 09:47

Die beiden Mittelwerte über 15Min (115 und 89mg/m³) im stationären Betrieb bei 100 % Leistung liegen deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind tief (<10 mg/m³).

30% Leistung

10:25 bis 10:40

10:40 bis 10:55

Die beiden Mittelwerte über 15 Min (315 und 256mg/m³) im stationären Betrieb bei 30 % Leistung liegen unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen tief (<10mg/m³).

24h-Messung vom Mai 2011

CO-Grenzwert

im Regelbereich

Die 15Min- und 30Min-Mittelwerte zeigen eine sehr häufige Überschreitung des CO-Grenzwertes (500mg/m³) über die gemessene Zeitdauer.

CO-Grenzwert

ausserhalb Regelbereich

Die 5Min-Mittelwerte bei $v > 0.3$ m/s werden während 24 h ebenfalls sehr häufig überschritten. Die Anforderung von maximal drei Überschreitungen kann nicht eingehalten werden. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 30.3.2011

Ausbrandphase 11:00-11:15	In der Ausbrandphase werden erhöhte CO-Konzentrationen bei hohem Luftüberschuss beobachtet.
Automatisch Zünden 11:00	Der automatische Zündvorgang in warmem Zustand verläuft optimal, die maximalen CO-Konzentrationen betragen 2'000mg/m ³ .
Hoher Luftüberschuss	Der Luftüberschuss ist im stationären Betrieb hoch (14-15%). Es werden Undichtigkeiten im Kessel infolge Blechverbiegung vermutet.
Abgastemperaturen	Bei Leistung 100% werden hohe Abgastemperaturen bis 294°C erreicht. Es wurde daher der Einbau von zusätzlichen Turbulatoren empfohlen. Der Kesselwirkungsgrad kann dadurch um ca. 10% erhöht werden.

24h-Messung vom Mai 2011

Abgastemperaturen	Durch den Einbau von Turbulatoren konnten die maximalen Abgastemperaturen auf 190°C reduziert werden.
Hoher Luftüberschuss	Beim stationären Betrieb mit Leistung um 100% konnte der Luftüberschuss im Vergleich mit der Messung vom 30.3.2011 deutlich verbessert werden (ab 23:00 am 19.05.11, ab 2:00, 3:15 und 14:15 am 20.05.11).
Teilleistung	Nachdem der Betrieb kurz stabil war, treten instabile Verhältnisse auf mit markanten Schwingungen des O ₂ im Bereich von 10-18% (ab 23:15 am 19.5.2011 bis um 02:00 am 20.5.2011). Die instationären Betriebsbedingungen führen zu hohen CO-Konzentrationen bei Teilleistung (bis 4'000mg/m ³). Empfehlung: Teilleistungsbetrieb regeltechnisch optimieren damit die Anlage bei stabilem Luftüberschuss betrieben werden kann. Möglicherweise sind die Störungen auf den Einfluss der Niveau-Sonde für den Brennstoff-Einschub und den entsprechenden Regelparametern zurückzuführen.
Ausbrand	Die erhöhten CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase hängen mit dem hohen Luftüberschuss zusammen. Empfehlung: Mit der regelungstechnischen Optimierung der Ausbrandphase kann ein kontrolliertes Abbrennen des Brennstoffbettes erreicht werden.

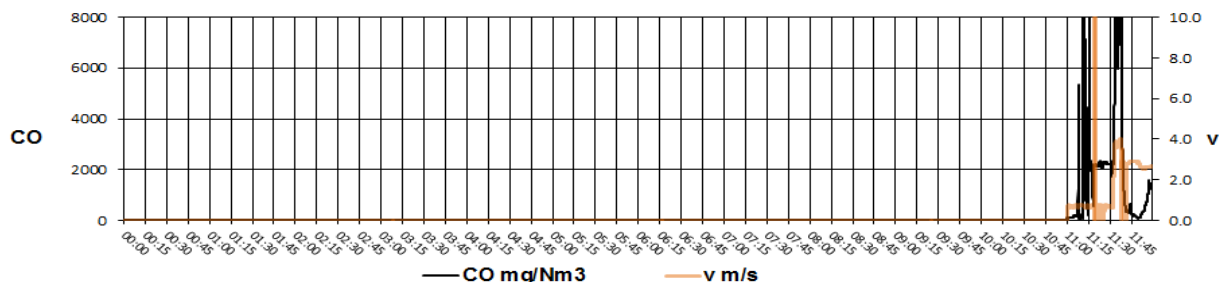
Startphase	Die Startphase am 20.5.2011 um 14 Uhr war nicht optimal, es sind hohe CO-Konzentrationen aufgetreten. Empfehlung: Die Startphase mit automatischer Zündung sollte regelungstechnisch optimiert werden (konstruktive Verbesserungen bei der Anordnung der Verbrennungsluftzufuhr prüfen).
Stationärer Betrieb	In den Phasen mit stationärem Betrieb (Leistung um 100%) werden eine gute Verbrennungsqualität und tiefe CO-Konzentrationen erreicht.

24h-Messungen Anlage 5 Mai 2011

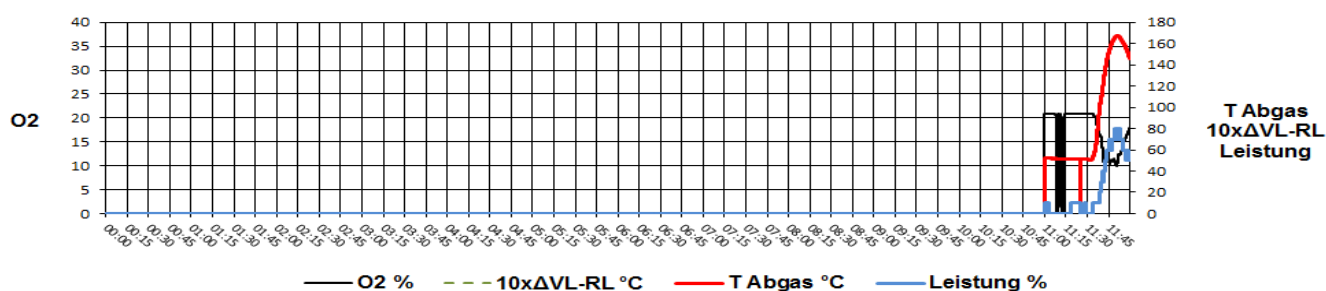
Unterschubfeuerung 80kW W15-29 Mai 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 8 Min

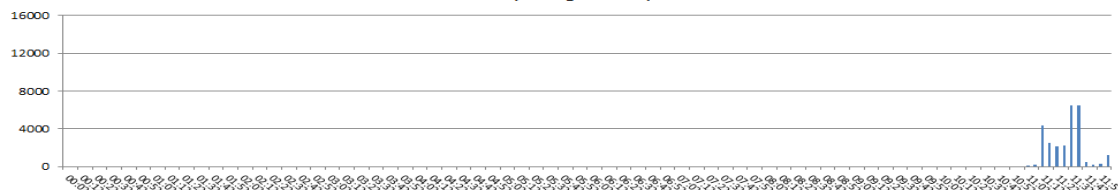


Kurven für 10xΔVL-RL und Leistung sind deckungsgleich



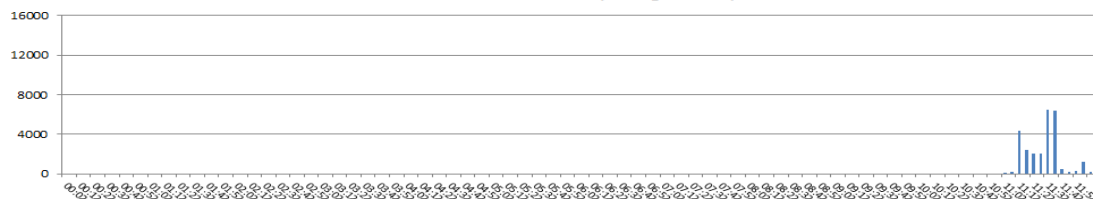
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



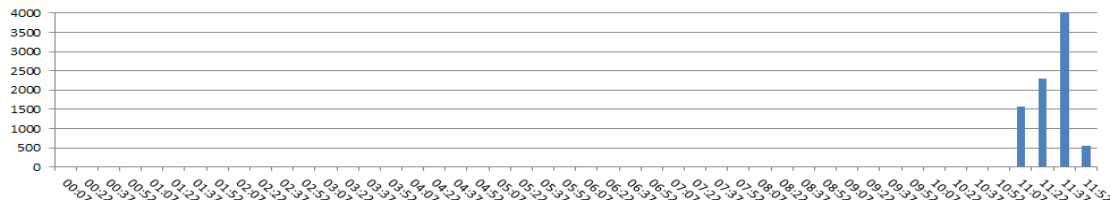
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



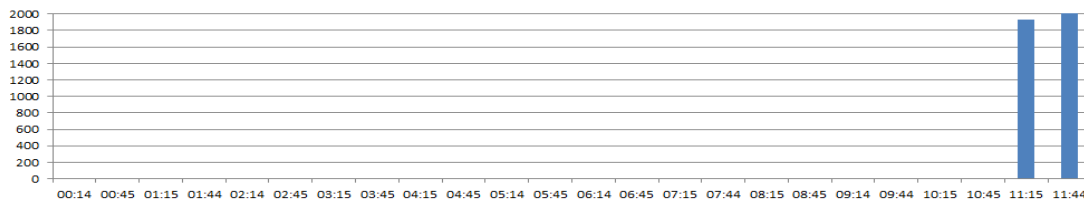
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

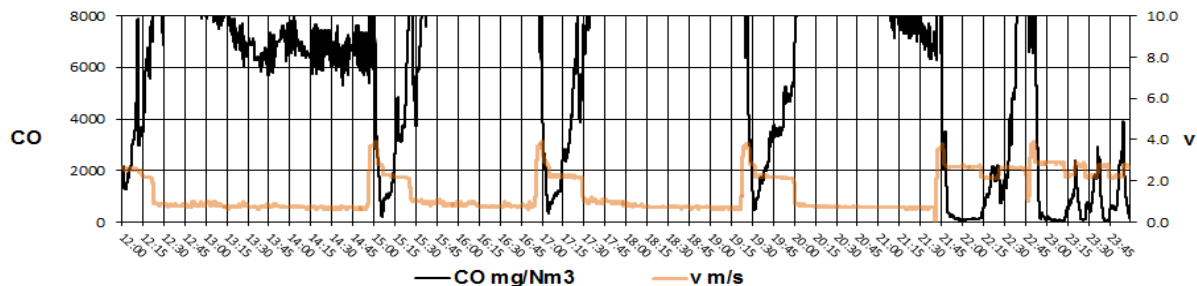
(Bezug 13% O₂)



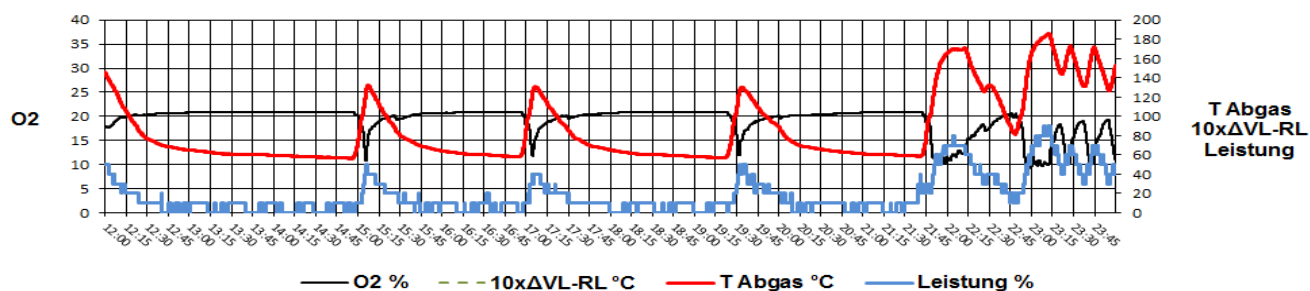
Unterschubfeuerung 80kW W15-29 Mai 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 523 Min

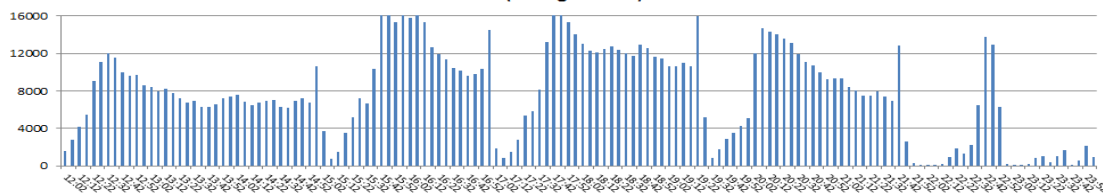


Kurven für 10xΔVL-RL und Leistung sind deckungsgleich



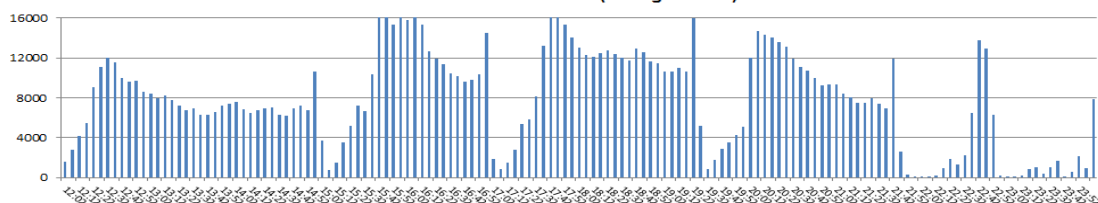
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



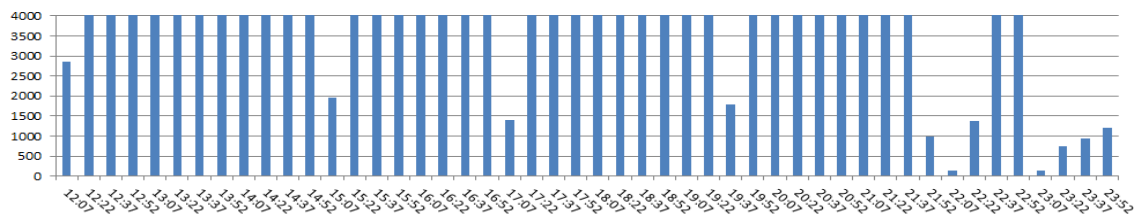
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



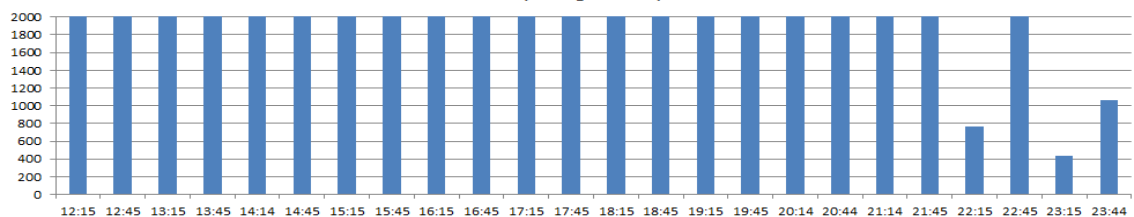
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

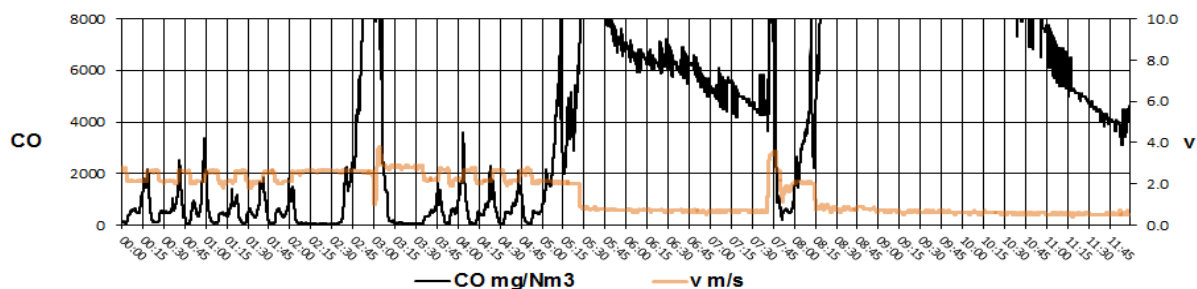
(Bezug 13% O₂)



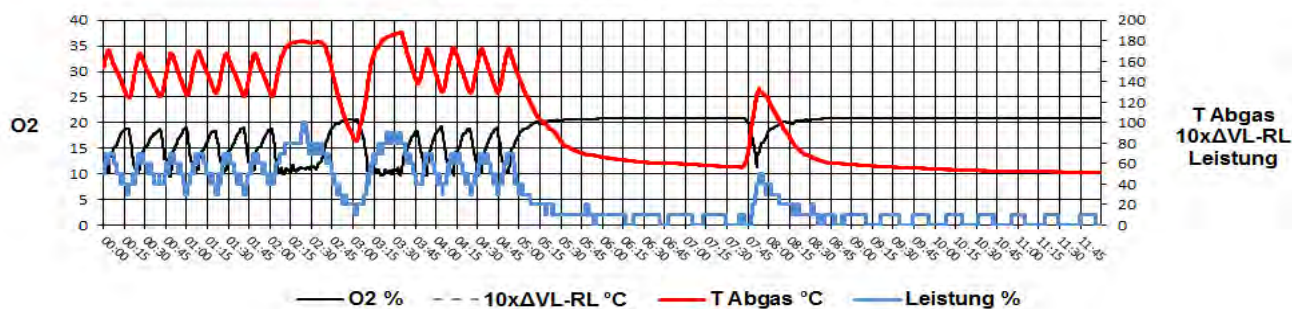
Unterschubfeuerung 80kW W15-29 Mai 2011

(Bezug 13% O₂)

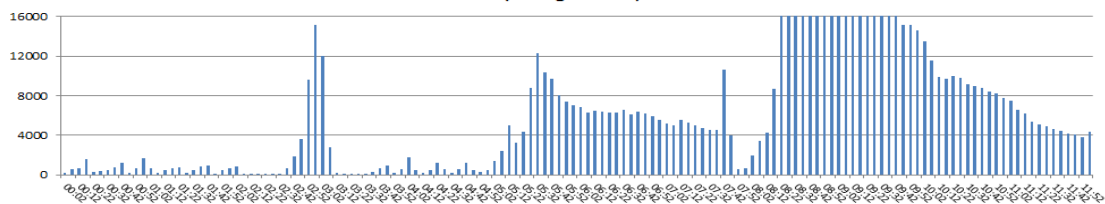
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 387 Min



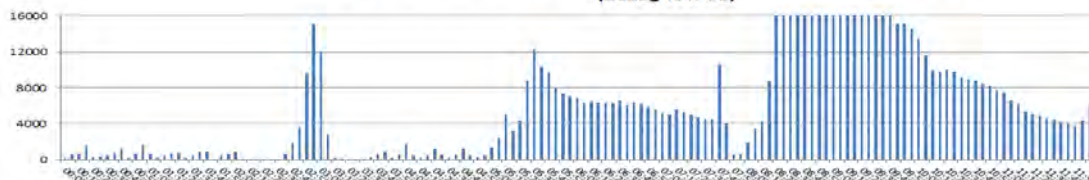
Kurven für 10xΔVL-RL und Leistung sind deckungsgleich



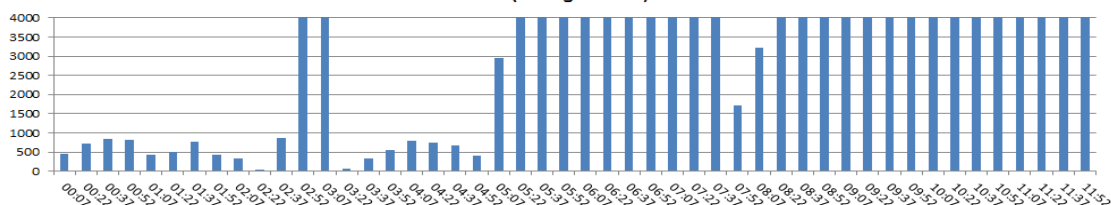
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



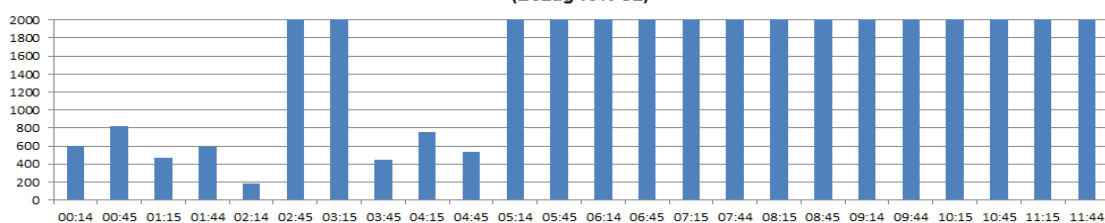
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

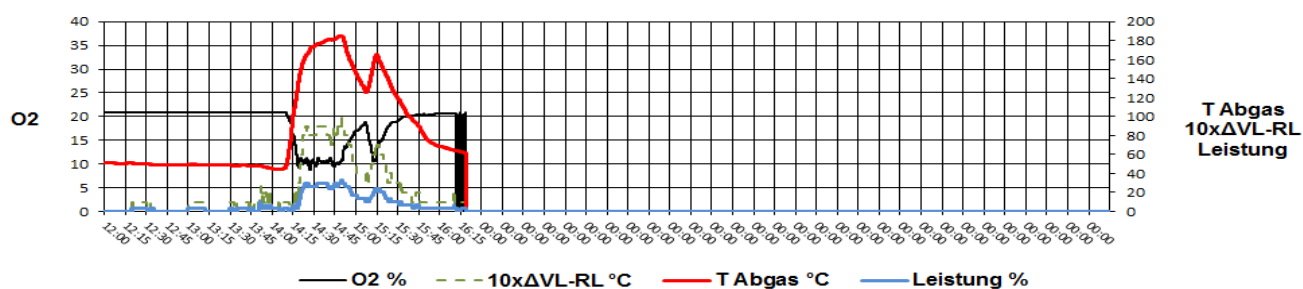
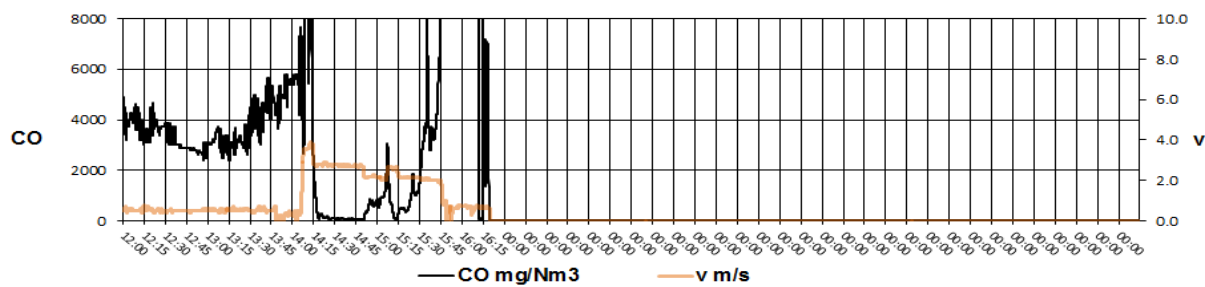


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

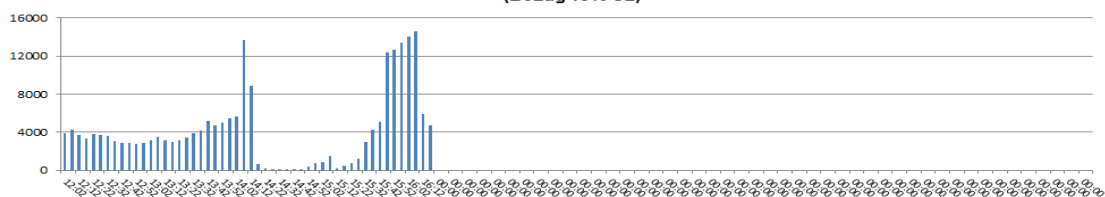


Unterschubfeuerung 80kW W15-29 Mai 2011

(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 69 Min



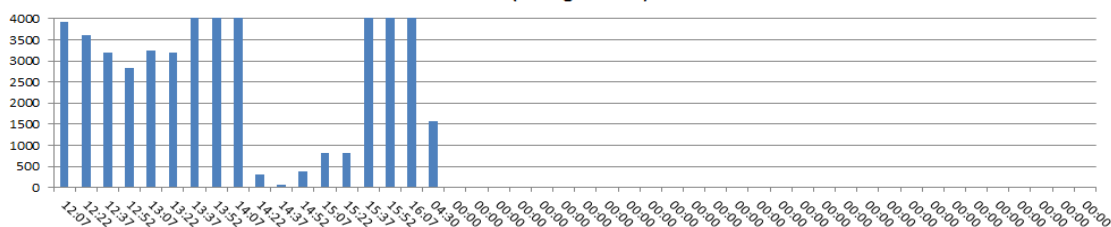
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



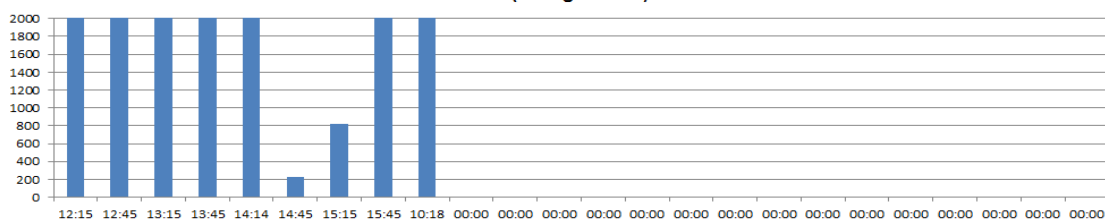
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Messbericht Holzschnitzelfeuerung (Rost)

Anlage 11 (2x1.1MW)

Emissionsmessung vom 15.Nov. 2011**24h-Messung vom 15.bis 18.Nov. 2011**

Resultate (Graphiken im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungs- werte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messun- sicher- heit mg/m ³	An- forderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
14:00-14:15 (-% Leistung)	9.1	11.5	0.4	1	±12	250	0.6	2
14:15-14:30 (-% Leistung)	8.3	12.3	1.2	2	±12	250	0.5	2
14:30-14:45 (-% Leistung)	8.4	12.3	0.6	1	±12	250	0.3	1
14:45-15:00 (-% Leistung)	8.5	12.1	0.4	1	±12	250	0.5	2

**Tabelle 1: Kessel 1, Mittelwerte, Emissionsmessung vom 15.Nov.2011
(Messintervalle: 15Min)**

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungs- werte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messun- sicher- heit mg/m ³	An- forderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
20:30-20:45 (-% Leistung)	8.1	12.6	4.3	6	±12	250	0.5	2
20:45-21:00 (-% Leistung)	8.2	12.5	4.3	6	±12	250	0.6	2
21:00-21:15 (-% Leistung)	8.1	12.5	4.0	6	±12	250	0.2	1
21:15-21:30 (-% Leistung)	7.9	12.8	5.3	8	±12	250	0.4	1

**Tabelle 2: Kessel 2, Mittelwerte, Emissionsmessung vom 15.Nov.2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 11%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von über 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 250 mg/m³ (11% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt in der Regel anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel 30%). Bei dieser Anlage war dies nicht möglich. Es wurde daher im Automatik-Betrieb gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden. Die nachfolgende Beurteilung von stationären Betriebsphasen basiert (entgegen der heutigen LRV) auf zwei 15Min-Mittelwerten.

Emissionsmessung vom 15.11.2011

Alle Mittelwerte gelten für ein Mess-Intervall von 15Min. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Automatische Zündung	Die Anlage kann nicht automatisch gezündet werden, daher wurden keine Messungen während der Startphase vorgenommen. Die Anlage wird ca. jeden Monat zu Reinigungszwecken ausgeschaltet und wieder gestartet.
Automatik-Betrieb	Die vier CO-Mittelwerte über 15Min (1-2mg/m ³) im stationären Betrieb liegen extrem tief und somit deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind sehr tief (<10 mg/m ³).

24h-Messung vom 15. bis 18.11.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen (wie Emissionsmessung oben). Weil gemäss

heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Richtwert von 4'000mg/m³ eingehalten werden sollte. Bei Überschreitung dieses Richtwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

CO-Grenzwert im Regelbereich

In den stationären Betriebsphasen liegen die 30Min-Mittelwerte praktisch durchwegs unter 100mg/m³ mehrheitlich sogar unter 50 mg/m³ und somit deutlich unter dem Grenzwert (CO 250mg/m³). Mit zwei Ausnahmen halten alle 30Min-Mittel den LRV-Grenzwert (250mg/m³ bei 11% O₂) während der gesamten Messzeit ein. Am Nachmittag vom 17.11.2011 um 14:45 und um 21:14 werden die Grenzwerte um knapp das 2fache überschritten (467 und 448mg/m³). Aufgrund des O₂-Verlaufes (nie länger über 17%) und des Verlaufes der Abgasgeschwindigkeit (nie unter 0.7m/s) gehen wir davon aus, dass die Anlage immer in Betrieb war und nicht ausgeschaltet war. Die Soll-Leistungsvorgabe Kessel 1 und Kessel 2 reduzierte sich über die gesamte Messzeit auf ein Minimum von 10%, was einer mittleren effektiven Kesselleistung beim Kessel 1 von 300 kW (27% der Kesselnennleistung) und beim Kessel 2 von 200 kW (18% der Kesselnennleistung) entspricht. Eine Soll-Leistungsvorgabe von 0 (Kessel ausser Betrieb) ist nicht in den Betriebsdatenaufzeichnungen aufgeführt. Strenggenommen müssten somit die Grenzwerte der LRV während der gesamten Messzeit eingehalten werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maxima der 5Min-Mittelwerte von CO-Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Über die gesamte Messzeit beträgt das maximale 5Min-Mittel 1'478mg/m³. Es somit bei dieser Anlage während der Heizperiode grundsätzlich nicht mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (erst ab Konzentrationen von 4'000mg/m³).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
15.11.11	-	(45)	(45)
16.11.11	136	368	368
17.11.11	187	1'478	1'478
18.11.11	(195)	-	(195)
MaxMax	187	1'478	1'478

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für MaxMax nicht berücksichtigt

Tab. 3: Maxima der 5Min-Mittel für CO bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in mg/m³ bei 13% O₂

CO-Richtwert

ausserhalb Regelbereich Weil die Anlage während der Messperiode nie über längere Zeit ausgeschaltet wurde, kann keine Beurteilung ausserhalb des Regelbereich vorgenommen werden.

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 15.11.2011

Konstantes

Betriebsverhalten

Weil viele Regelparameter der Kesselsteuerung nicht direkt auf der Anlage verändert werden können, war es schwierig die Anlage zu optimieren. Durch Anheben der Soll-Rücklauftemperaturen wurde ein Kompromiss gesucht (vgl Anlagedaten-Blatt im Anhang).

Brennstoffbett

Im angetroffenen Zustand der Anlage wurden Durchbrüche im Brennstoffbett festgestellt. Zur Vermeidung wurden die Primärluftanteile der verschiedenen Rostzonen angepasst (vgl Anlagedaten-Blatt im Anhang).

Regelungstechnik

Die notwendigen Regelparameter können nicht direkt auf der Anlage beeinflusst werden. Auch eine Abnahmemessung gemäss den neuen Anforderungen der LRV (stationärer Betrieb bei 30% und 90%-Leistung) ist nicht möglich. Am 15.11.2011 08:00 -11:00 wird der Kessel mit einer Leistungsvorgabe von 100% betrieben. Die Kesselleistung schwankt im Bereich von 800 - 1'100 kW. Verursacht werden die Leistungsschwankungen durch die Regelung der Brennstoffzufuhr, welche sehr flink ist und zu einem instabilem Brennstoffbett führt. Für eine konstante Kesselleistung mit stabilem Brennstoffbett ohne Schwingen der Kesselleistung ist der Regler der Brennstoffzufuhr langsamer als die Reaktionszeit des Brennstoffes einzustellen.

24h-Messungen vom 15. bis 18.11.2011 mit Kessel 1 (1.1MW)

Startphase

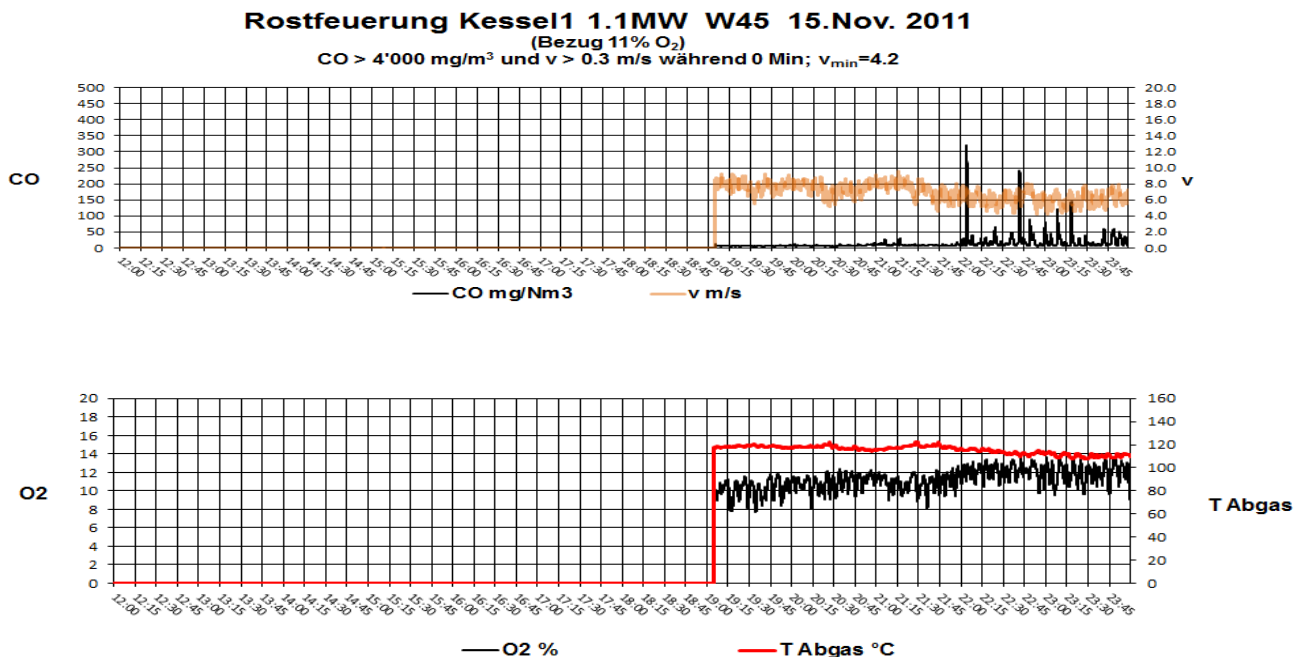
Kann nicht beurteilt werden.

Reduktion Startphasen

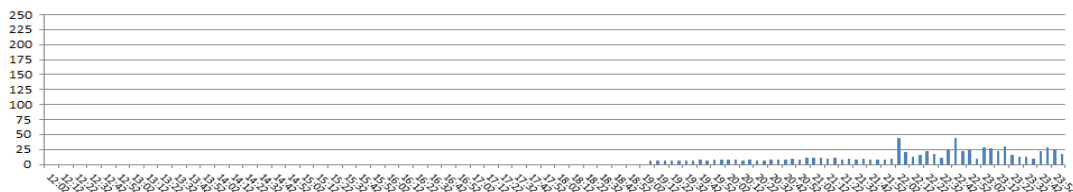
Die Anlage verfügt über keinen Pufferspeicher. Bei einem minimalen Wärmebedarf von 50 kW im Sommer wird die Anlage viele Starts aufweisen, speziell wenn eine Soll-Leistungsvorgabe von 10% 200 - 300 kW entspricht. Beim Schwachlastbetrieb im Sommer ist wegen den vielen Ausschaltungen mit Geruchsproblemen zu rechnen.

Verbrennungsqualität	Die Anlage zeichnet sich insgesamt durch eine sehr hohe Verbrennungsqualität aus. Dies war auch an der Farbe der Filter für die Messgeräte erkennbar. Diese waren auch nach der mehrtätigen Messzeit vollkommen weiss und zeigten von Auge keinerlei Grau- oder Braunfärbung. Diese werden in Zukunft als Standard für den Farbvergleich der Filtertrübung verwendet.
Kein kurzes Ausschalten	Vermutlich stehen die erhöhten CO-Konzentrationen vom 17.11.2011 um 14:45 und 21:14 im Zusammenhang mit einem kurzen Ausschalten der Anlage.
Ausbrandphase	Kann nicht beurteilt werden.
O ₂ -Reglung	Die O ₂ -Konzentrationen schwanken in einem relativ grossen Bereich (5-16%). Es wurden bei Kessel 2 auch Abweichungen der Anzeige der Lambda-Sonde von bis 6% festgestellt. Die Lambda-Sonde bei dieser Anlage sollte überprüft werden.
Reduktion Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s	Während der ganzen Messzeit sind die Abgasgeschwindigkeiten nie unter 0.7m/s gesunken. Allerdings wurde die Anlage auch nie für längere Zeit ausgeschaltet. Während längeren Phasen mit erhöhten CO-Konzentrationen (war während der Messzeit nie der Fall) sollte die Abgasgeschwindigkeiten unter 0.3m/s gesenkt werden um Geruchsbelästigungen zu vermeiden.
Glutbettunterhalt	Kann nicht beurteilt werden.
Regelungstechnik	Die Leistungsvorgabe an den Kessel 1 und Kessel 2 erfolgt schneller als die Reaktionszeit der einzelnen Kessel. Dies hat zur Folge, dass die Leistungsvorgabe (im Bereich von 10-70%) und die effektiven Kesselleistungen schwingen. Die Leistungsvorgabe ist langsamer einzustellen, als die Reaktionszeit der einzelnen Kessel. Damit können die Kessel konstant bei stabilem Brennstoffbett betrieben werden.

24h-Messungen Anlage 11 15. bis 18.Nov.2011

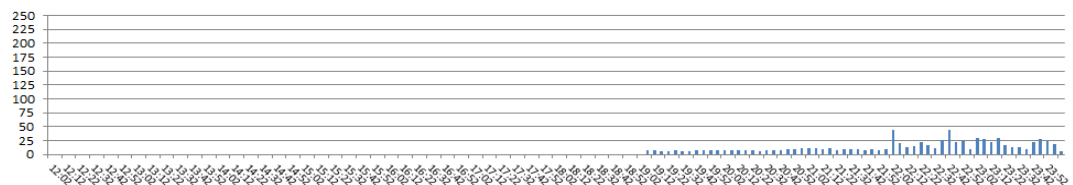


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 11% O₂)

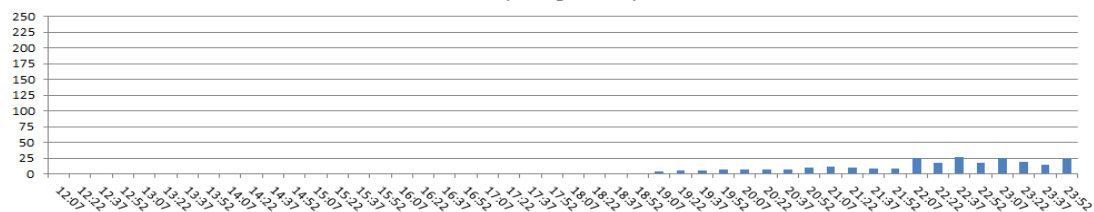


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

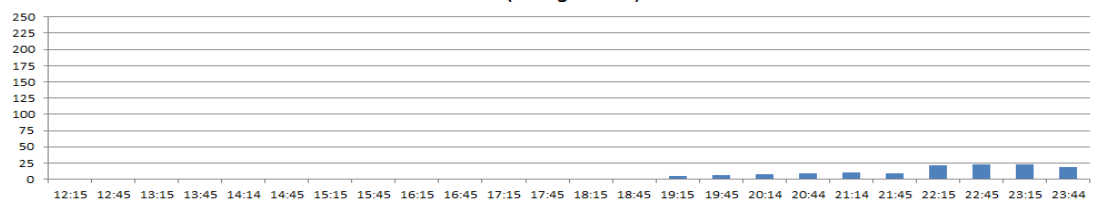
(Bezug 11% O₂)
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 45mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 11% O₂)



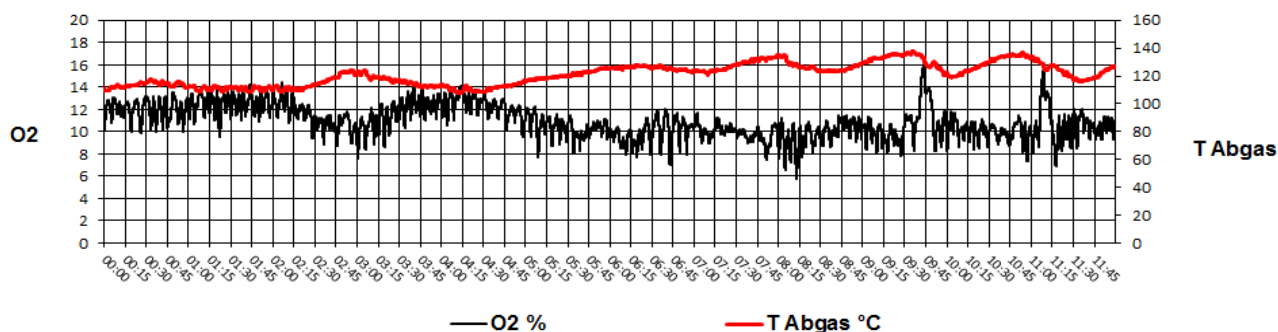
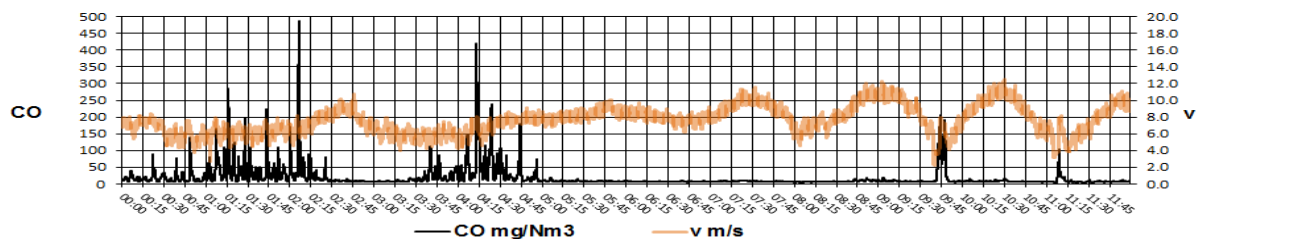
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 11% O₂)



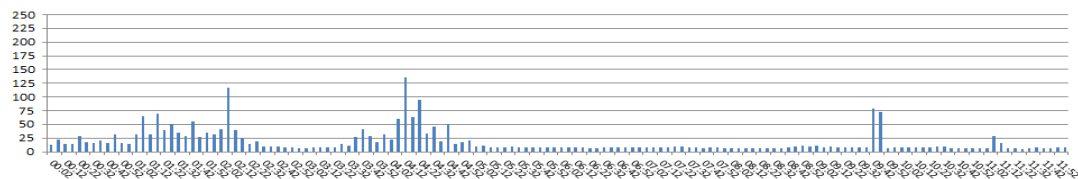
Rostfeuerung Kessel1 1.1MW W45 16.Nov. 2011

(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; v_{min}=2.2m/s

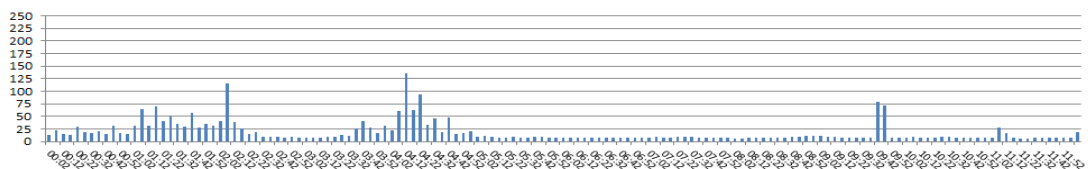


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)

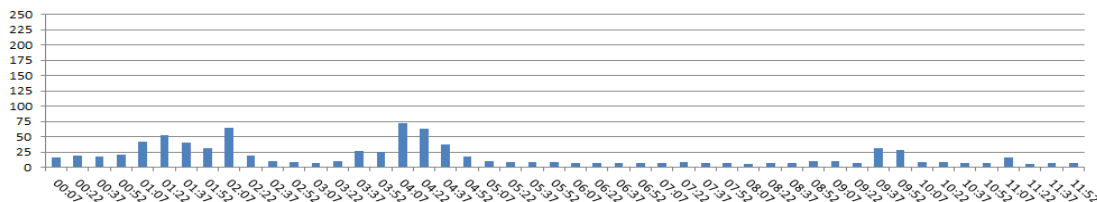


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)

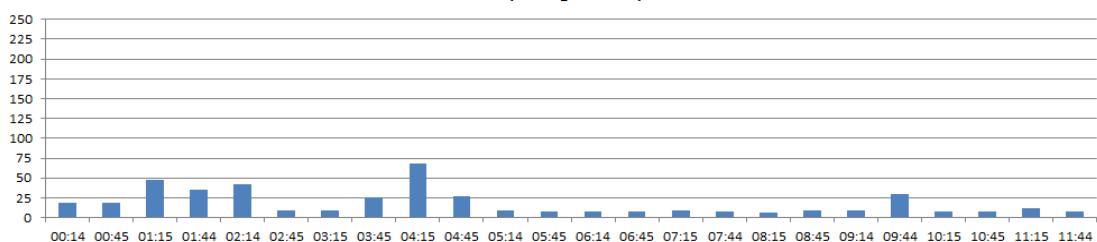
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 136 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)

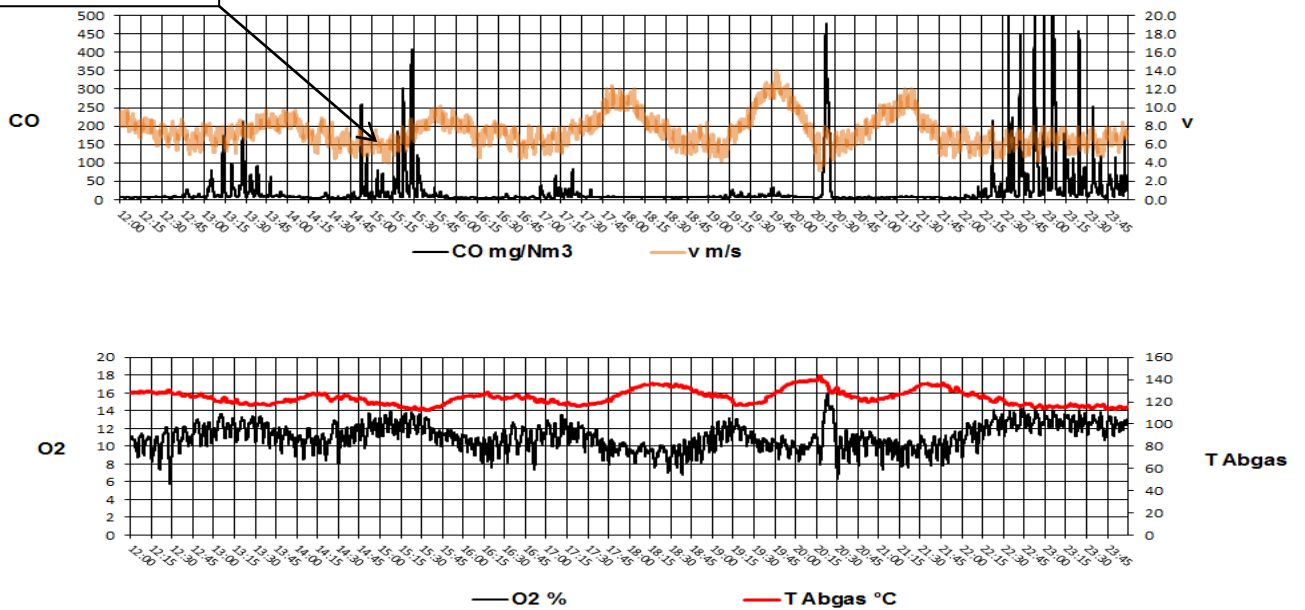


15:12
Primärluft Zone 1: von 50 auf 48%
Primärluft Zone 2: von 32 auf 28%
Leistung ab Wärmehäher: 322kW

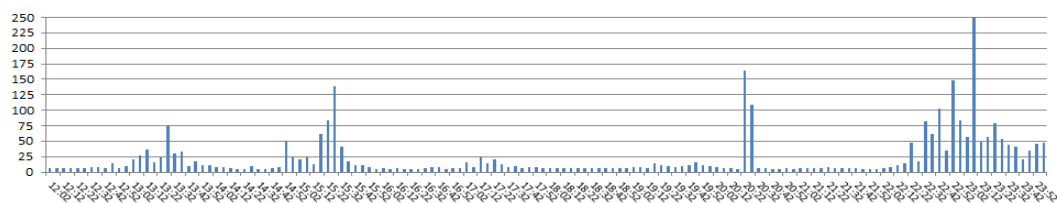
Rostfeuerung Kessel1 1.1MW W45 16.Nov. 2011

(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; v_{min}=3.1m/s

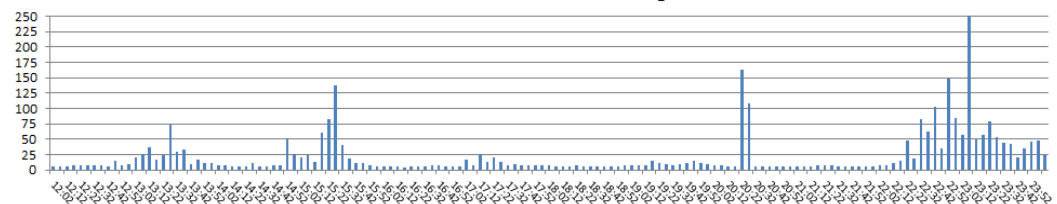


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)

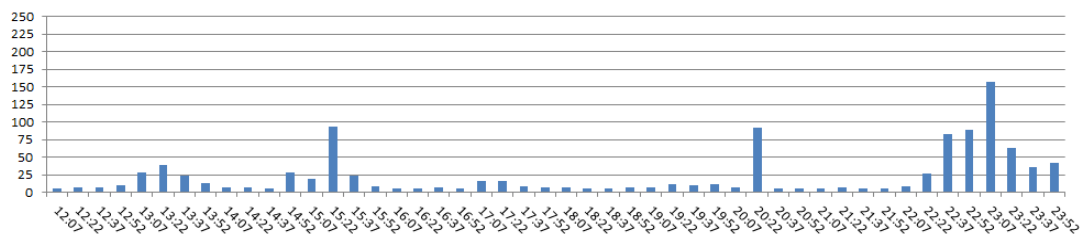


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)

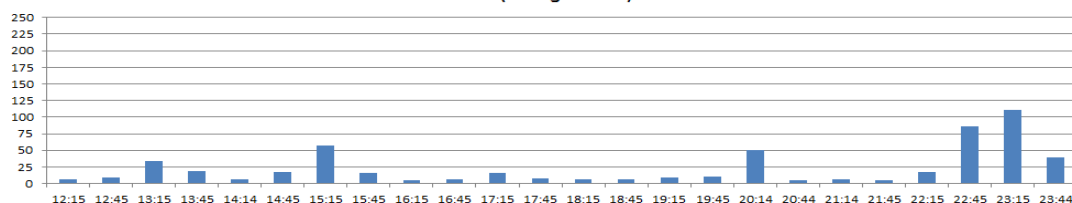
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 368 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



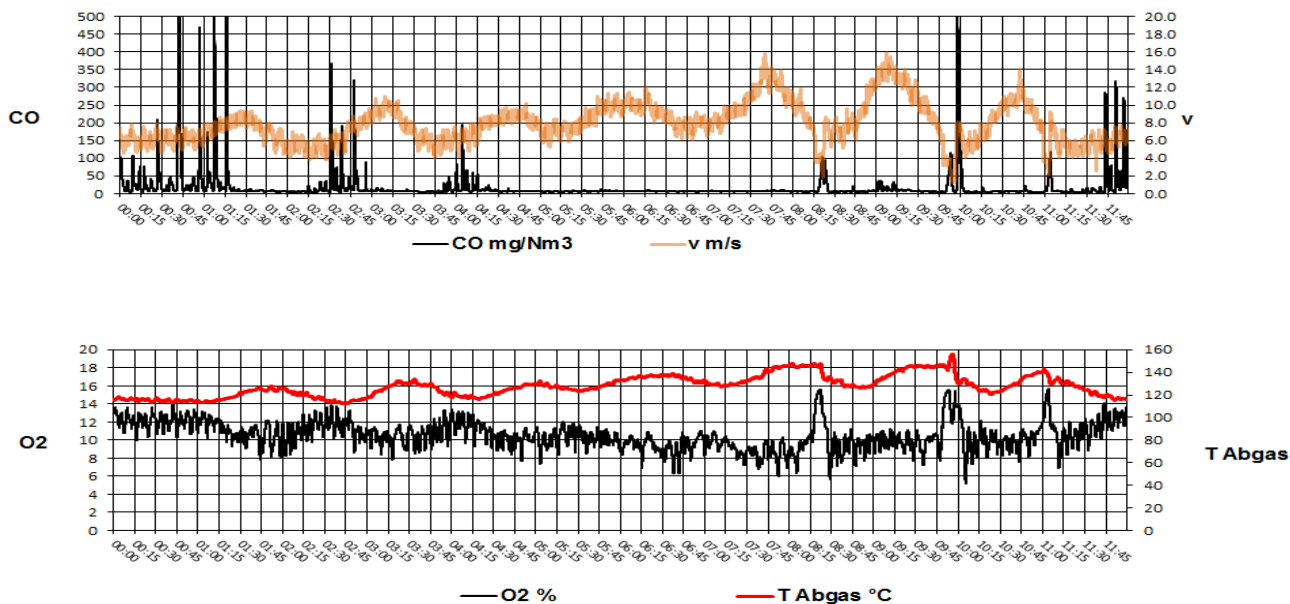
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



Rostfeuerung Kessel1 1.1MW W45 17.Nov. 2011

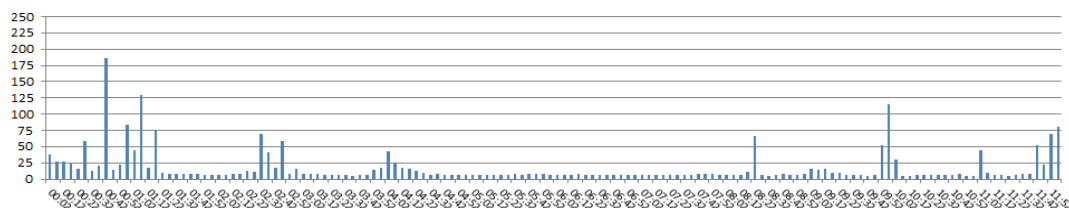
(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; v_{min}=1.3m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)

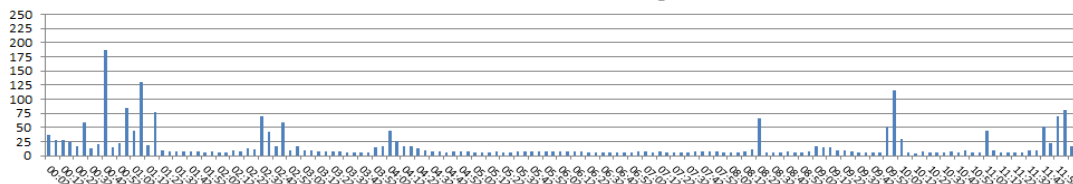


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 11% O₂)

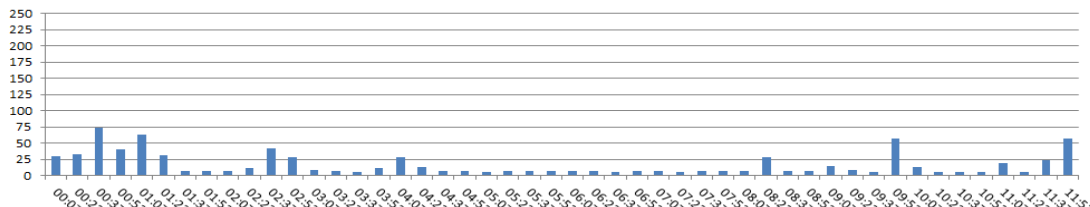
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0

5Min-Mittel-Max: 187mg/m³



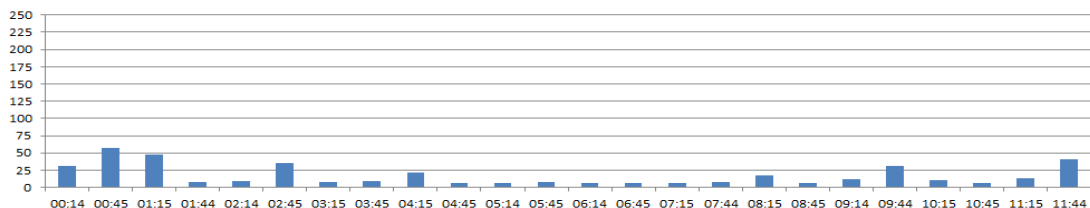
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

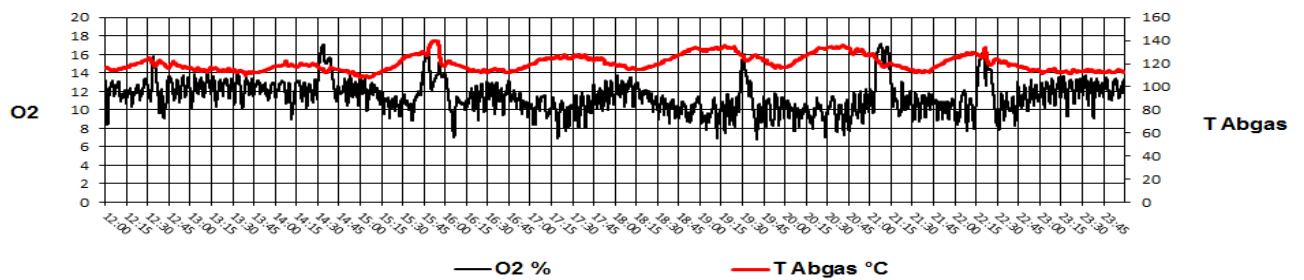
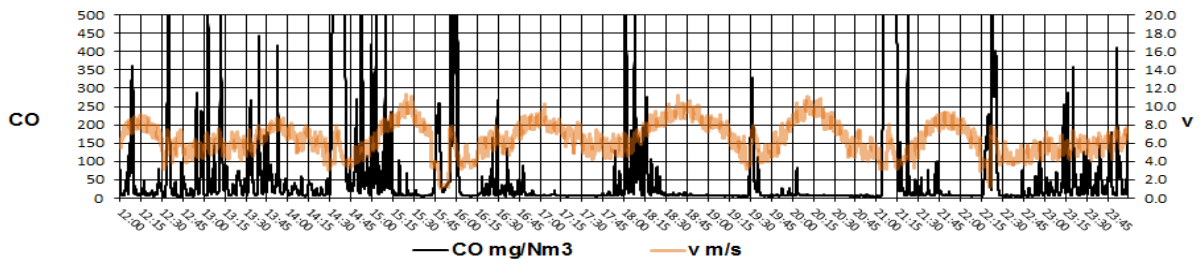
(Bezug 11% O₂)



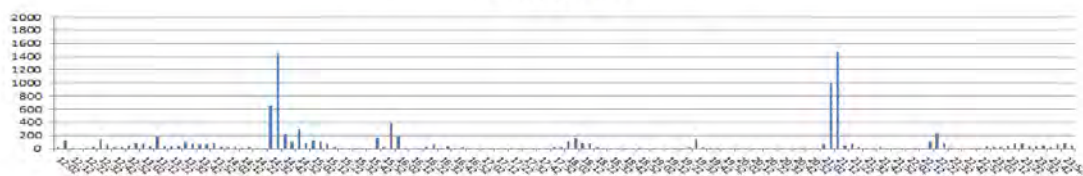
Rostfeuerung Kessel1 1.1MW W45 17.Nov. 2011

(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; v_{min}=1.1m/s

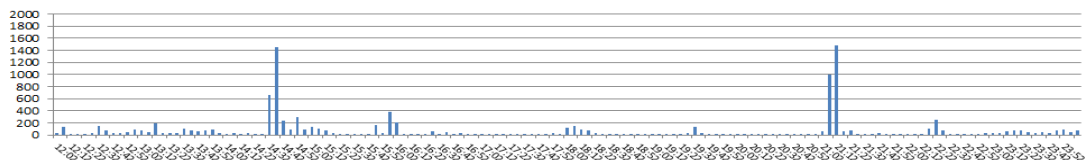


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)

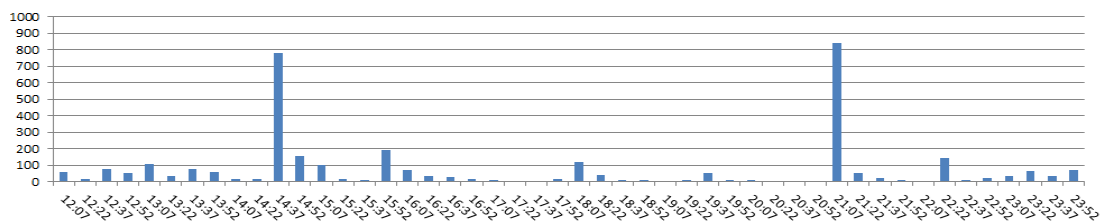


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)

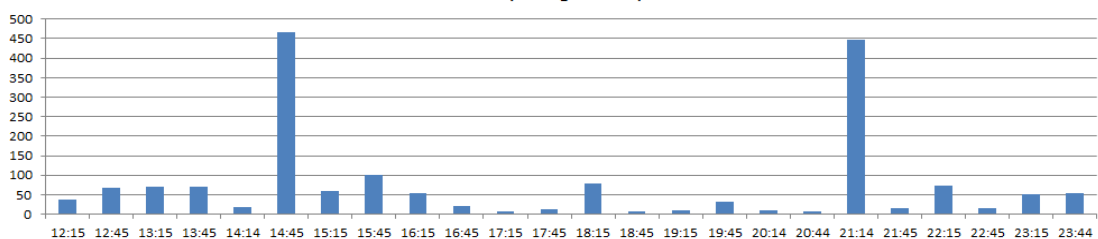
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 1'478mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



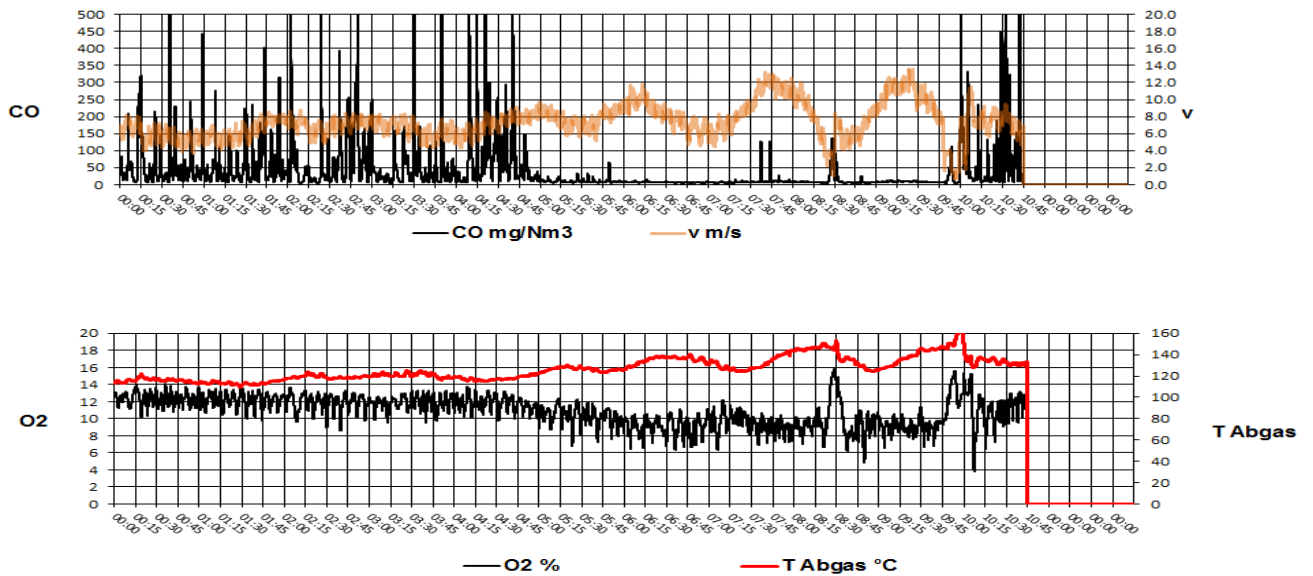
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



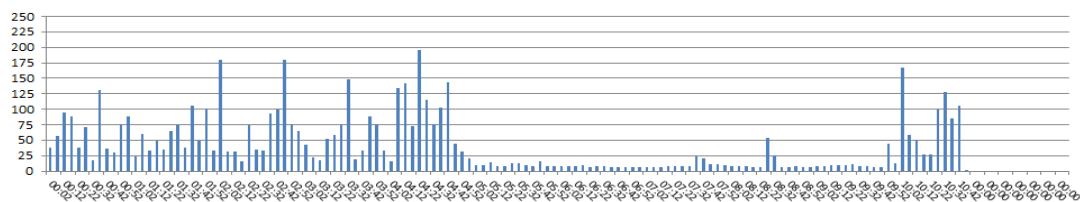
Rostfeuerung Kessel1 1.1MW W45 18.Nov. 2011

(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; v_{min}=0.7m/s

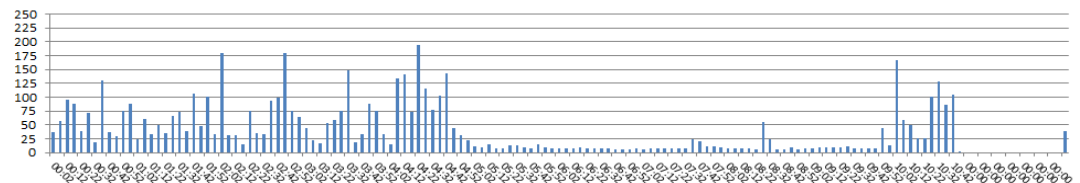


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)

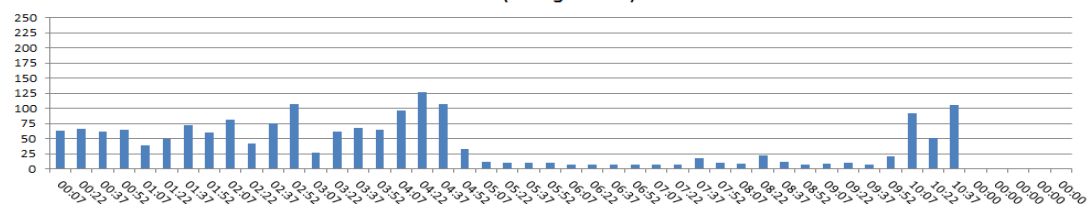


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)

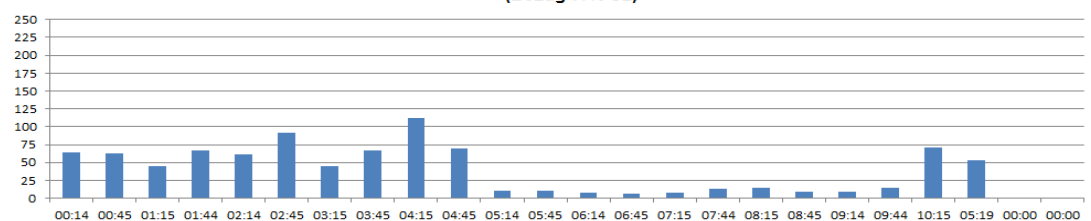
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 195mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



Messbericht Pelletsfeuerung (Rost)

Anlage 12 (300kW)

Emissionsmessung vom 16.Nov. 2011

24h-Messung vom 18.bis 21.Nov. 2011

Resultate (Graphiken im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
12:15-12:30 (-% Leistung)	12.4	8.0	10.5	8	±12	500	1.6	3
12:30-12:45 (-% Leistung)	12.3	8.0	7.0	5	±12	500	1.8	4
12:45-13:00 (-% Leistung)	12.4	7.9	5.6	4	±12	500	2.7	5
13:00-13:15 (-% Leistung)	12.3	8.1	3.4	3	±12	500	2.8	6

**Tabelle 1: Mittelwerte, Emissionsmessung vom 16.Nov.2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt in der Regel anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel 30%). Bei dieser Anlage war dies nicht möglich. Es wurde daher im Automatik-Betrieb gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden. Die nachfolgende Beurteilung von stationären Betriebsphasen basiert (entgegen der heutigen LRV) auf zwei 15Min-Mittelwerten.

Emissionsmessung vom 16.11.2011

Alle Mittelwerte gelten für ein Mess-Intervall von 15Min. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Automatische Zündung	Aufgrund eines Problems mit dem Rauchrohr vor einigen Tagen musste die Lambda-Sonde ausgewechselt werden. Bereits nach 1.2Min ab Start wurden mit der neuen Lambda-Sonde CO-Konzentrationen unter 4'000mg/m ³ erreicht.
Automatik-Betrieb	Die vier CO-Mittelwerte über 15Min (3-8mg/m ³) im stationären Betrieb liegen extrem tief und somit deutlich unter dem Grenzwert. Die mittleren HX-Konzentrationen sind sehr tief (<10 mg/m ³).

24h-Messung vom 18. bis 21.11.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen (wie Emissionsmessung oben). Weil gemäss

heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Richtwert von 4'000mg/m³ eingehalten werden muss. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

CO-Grenzwert
im Regelbereich

Die 15Min- und 30Min-Mittelwerte zeigen eine sehr häufige Überschreitung des CO-Grenzwertes (500mg/m³) über die gemessene Zeitdauer.

CO-Richtwert

ausserhalb Regelbereich

In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten von CO-Konzentrationen über 4'000mg/m³ (CO-Richtwert) bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Während der ganzen Messzeit beträgt die Überschreitungsdauer durchschnittlich 58Min pro Tag oder das 4fache von 15Min. Ab 15 Min ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
18.11.11	-	(44)	(44)
19.11.11	11	33	44
20.11.11	47	25	73
21.11.11	(27)	-	(27)
Mittel	29	29	58

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 2: Dauer der Überschreitung von CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in Minuten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl 5Min-Mittel der CO-Konzentrationen aufgeführt, welche über 4'000mg/m³ liegen, bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s. Während der gesamten Messzeit liegen durchschnittlich pro Tag 11 der 5Min-Mittel über 4'000mg/m³. Ab drei Mittelwerten über 4'000mg/m³ ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
18.11.11	-	(5)	(5)
19.11.11	3	5	8
20.11.11	10	4	14
21.11.11	(6)	-	(6)
Mittel	6	5	11

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 3: Anzahl 5Min-Mittel über CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maxima der 5Min-Mittelwerte von CO-Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Über die gesamte Messzeit beträgt das maximale 5Min-Mittel 30'755mg/m³. Ab Konzentrationen von 4'000mg/m³ ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
18.11.11	-	(8'390)	(45)
19.11.11	10'022	8'991	10'022
20.11.11	30'755	6'312	30'755
21.11.11	(15'622)	-	(15'622)
MaxMax	30'755	8'991	30'755

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für MaxMax nicht berücksichtigt

Tab. 4: Maxima der 5Min-Mittel für CO bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in mg/m³ bei 13% O₂

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl Starts angegeben. Während der gesamten Messzeit erfolgen im Mittel 3 Starts pro Tag. Im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit sollten maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
18.11.11	-	(2)	(2)
19.11.11	0	1	1
20.11.11	2	2	4
21.11.11	(1)	-	(1)
Mittel	1	2	3

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 5: Anzahl Starts pro Tag

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 16.11.2011

Automatisch Zünden	Um Luftmangel zu vermeiden wurde die eingeschobene Brennstoffmenge vor dem Zünden reduziert.
Regelungstechnik	Die notwendigen Regelparameter können bei dieser Anlage nicht beeinflusst werden. Auch eine Abnahmemessung gemäss den neuen Anforderungen der LRV (stationärer Betrieb bei 30% und 90%-Leistung) ist nicht möglich.

24h-Messungen vom 18. bis 21.11.2011

Startphasen	An der Optimierung der Startphase sollte weitergearbeitet werden. Die erste Optimierung vom 16.11.2011 sollte konsequent weitergeführt (Reduktion der Brennstoffmenge vor dem Zünden). Es entsteht immer noch deutlicher Luftmangel mit unnötig hohen CO-Konzentrationen während rund 30Min. Allerdings werden Richtwerte für instationäre Betriebsphasen ($4'000\text{mg/m}^3$) eingehalten.
Reduktion Startphasen	Bei den herrschenden Aussentemperaturen währen der Messung ($+2^\circ\text{C}$) sollte eine Holzfeuerung mit ausreichend dimensioniertem Speicher problemlos durchfahren können, ohne EIN/AUS-Betrieb. Der eingebaute Speicher (5'300Liter) ist vermutlich zu klein (QM-Forderung 40K, 1h Kesselnennleistung entspricht 6'500Liter).
Verbrennungsqualität	Die Anlage zeichnet sich insgesamt durch eine sehr hohe Verbrennungsqualität aus. Dies war auch an der Farbe der Filter für die Messgeräte erkennbar. Diese waren auch nach der mehrtätigen Messzeit relativ hell. Im Gegensatz zu einer früher gemessen Anlage (weisse Filter mit Hackschnitzel) war von Auge eine leichte Braunfärbung erkennbar. Es waren aber keinerlei Staubrückstände erkennbar.
Ausbrandphase	In den Ausbrandphasen werden sehr schnell hohe CO-Konzentrationen erreicht (über $10'000\text{mg/m}^3$). Durch die Absenkung der Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s können die Phasen mit möglichen Geruchsbelästigungen stark verkürzt werden. Verbesserungen sind möglich durch λ -Regelung von Primärluft und Sekundärluft bis zum Abbrennen des Brennstoffbettes auf das Glutbett (bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$). Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Entsprechende Untersuchungen sind mit Projekten von QS-Support geplant.

Abgas-
geschwindigkeit
unter 0.3m/s

Während Messzeit konnten sehr tiefe Abgasgeschwindigkeiten um 0.1m/s (entspricht der Messunsicherheit der Geschwindigkeitsmessung) beobachtet werden. Damit konnte gezeigt werden, dass tiefe Abgasgeschwindigkeiten möglich sind, ohne das Sicherheitsprobleme im Zusammenhang mit Verpuffungen in Kauf genommen werden müssen.

Kamin

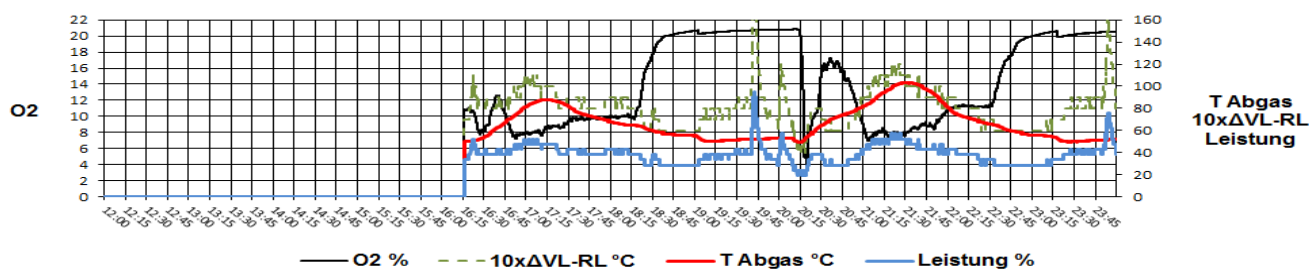
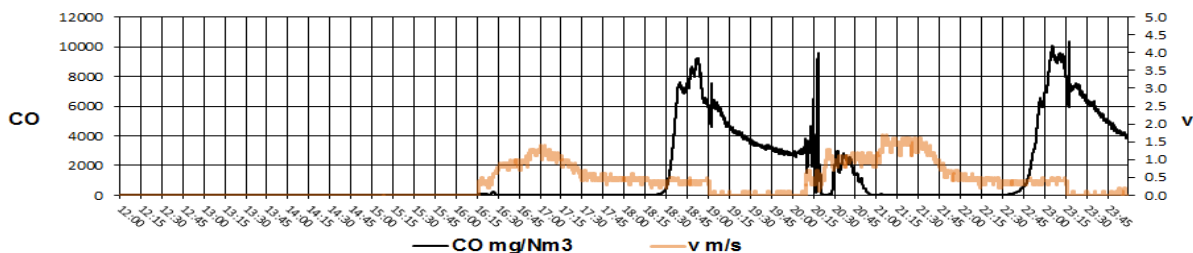
Die Kaminhöhe entspricht nicht den Anforderungen der LRV. Im Klagefall müsste diese angepasst werden.

24h-Messungen Anlage 12 18. bis 21.Nov.2011

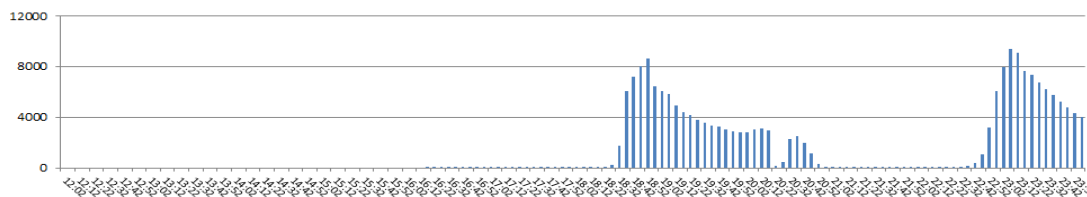
Rostfeuerung 300 kW Pellets 18.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 44 Min; vmin=0.0m/s



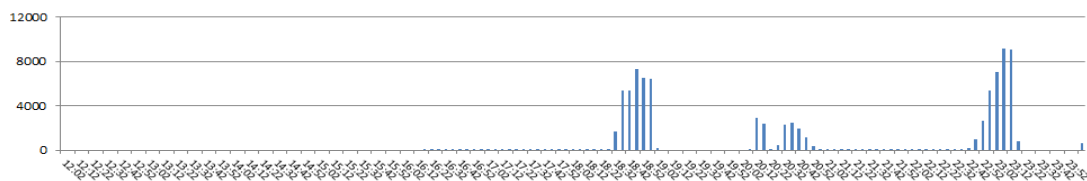
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



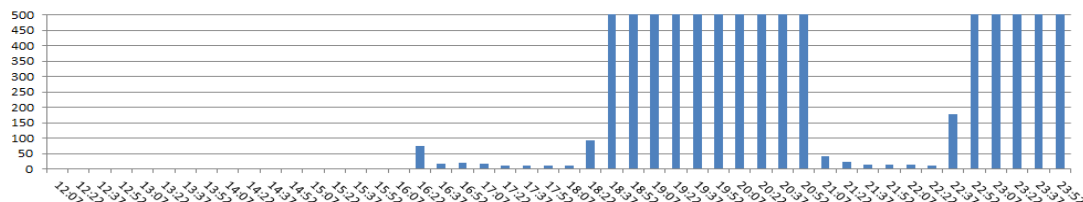
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

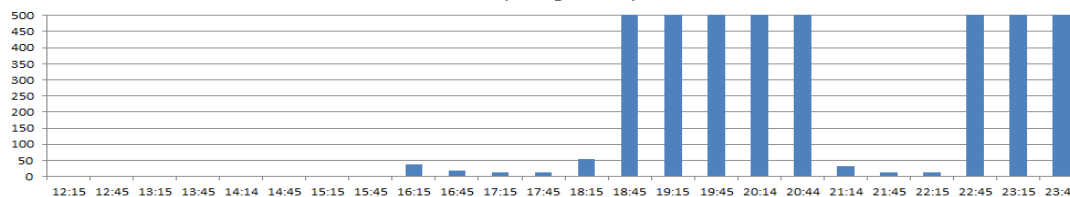
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 5
5Min-Mittel-Max: 8'390 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



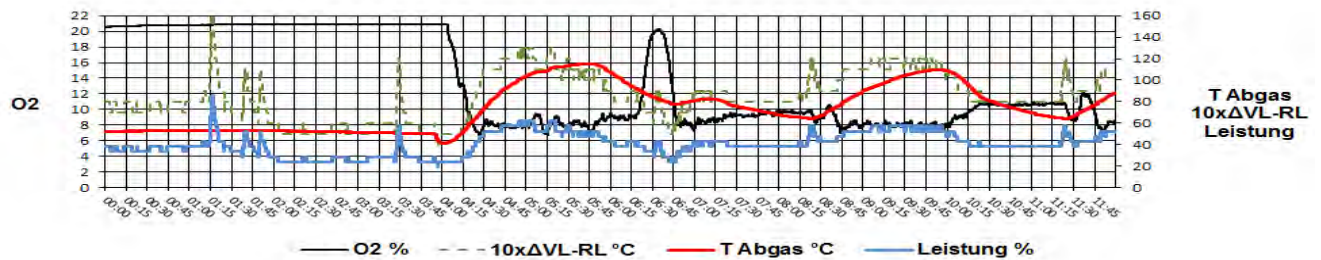
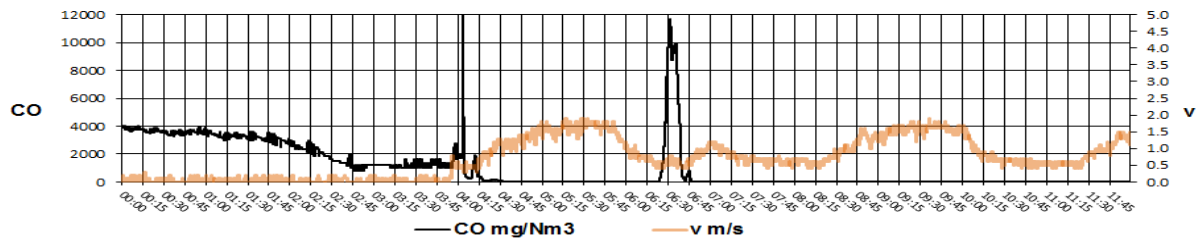
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



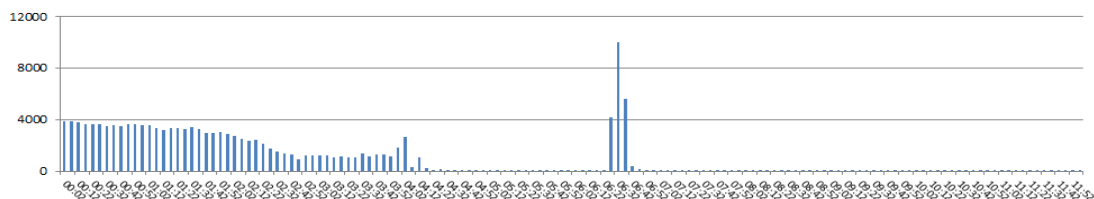
Rostfeuerung 300 kW Pellets 19.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 11 Min; v_{min}=0.0m/s

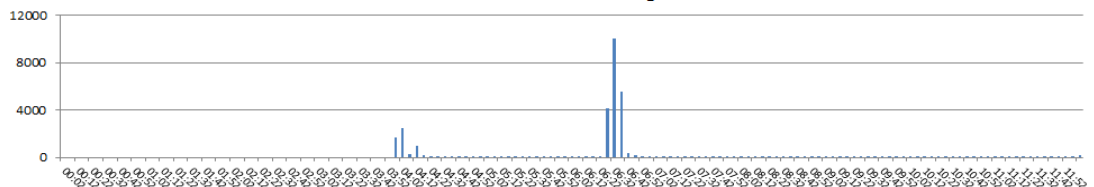


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

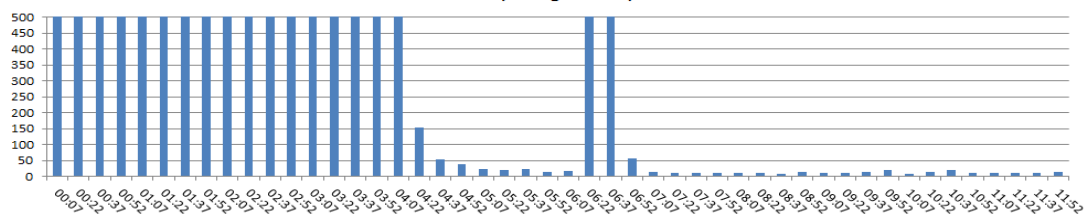


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

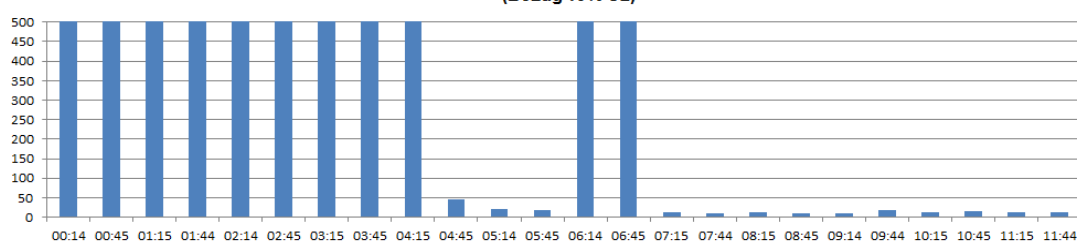
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 3
5Min-Mittel-Max: 10'022 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



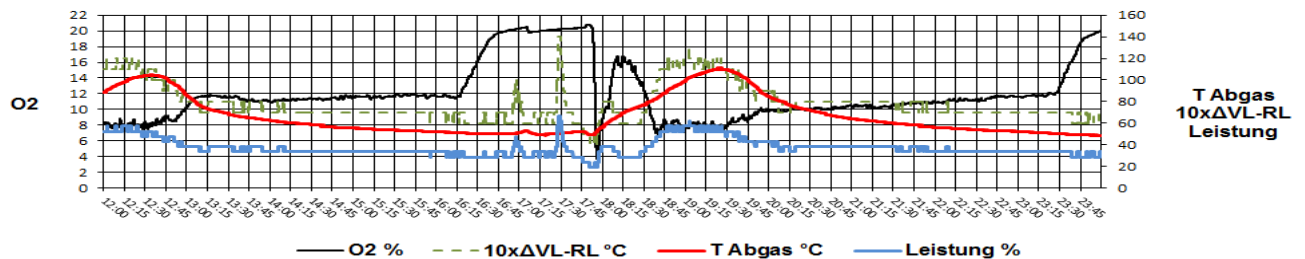
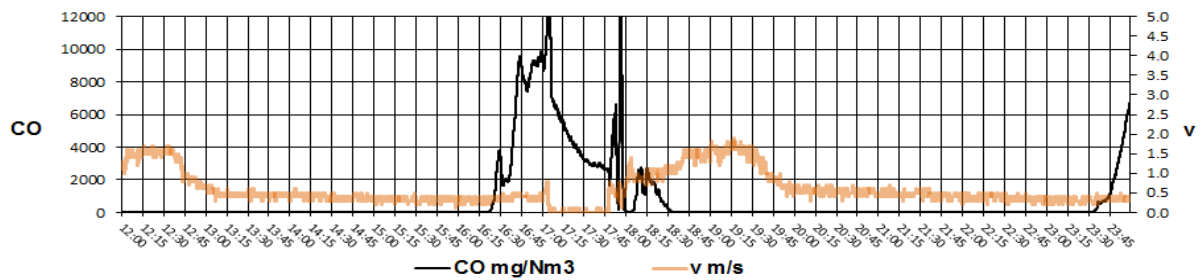
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



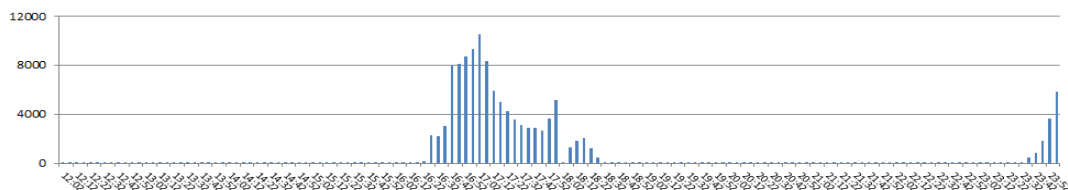
Rostfeuerung 300 kW Pellets 19.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 33 Min; vmin=0.0m/s

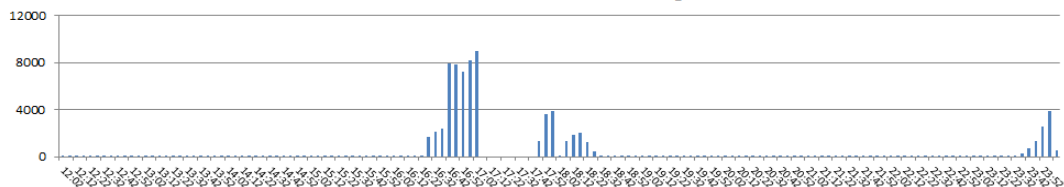


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

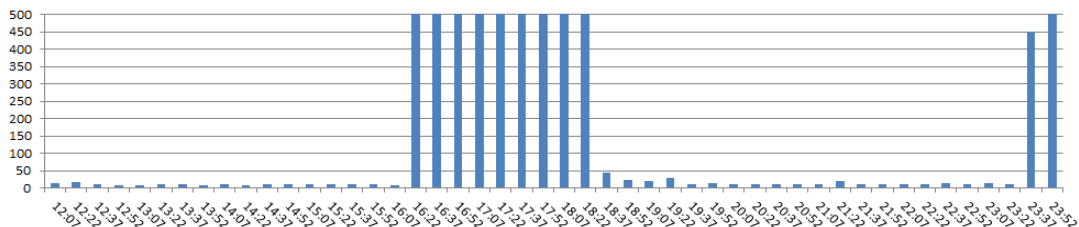


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

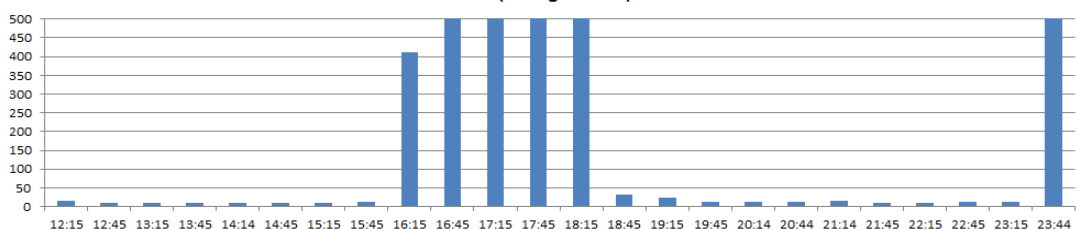
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 5
5Min-Mittel-Max: 8'991 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



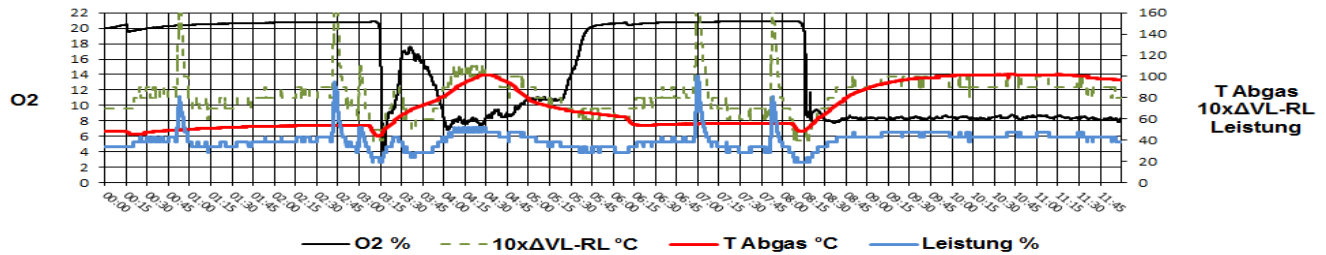
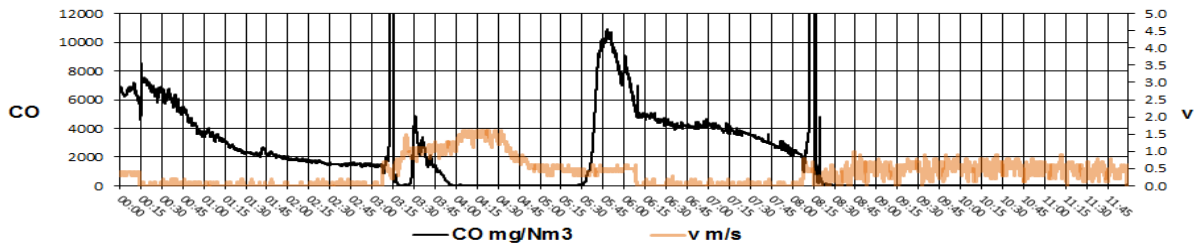
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 300 kW Pellets 20.Nov. 2011

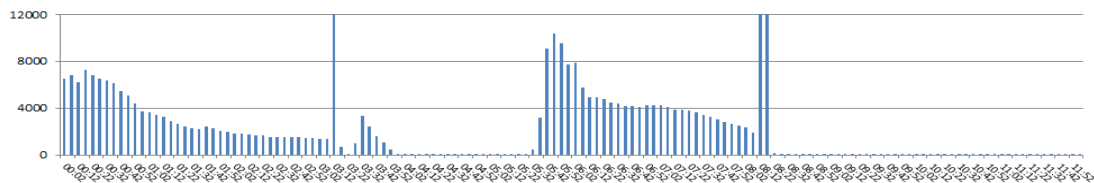
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 47 Min; vmin=0.0m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

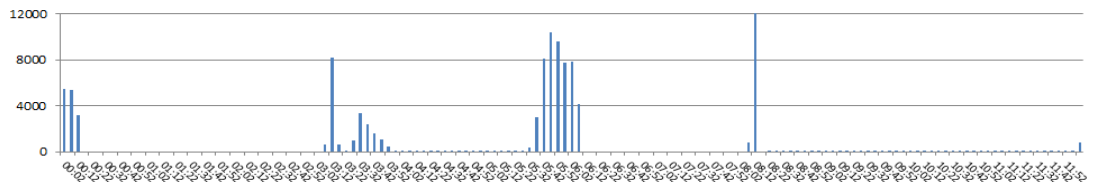
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

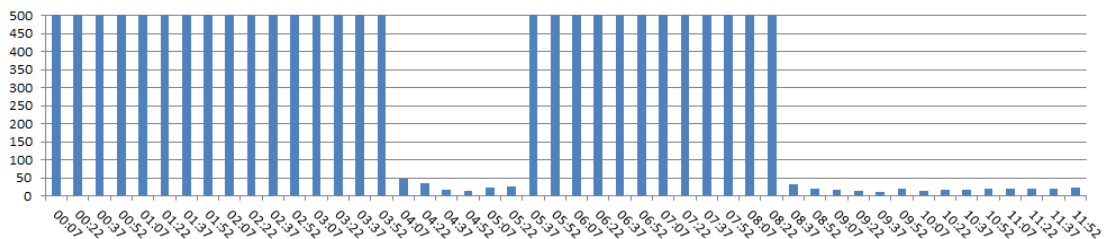
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 10
5Min-Mittel-Max: 30'755 mg/m³



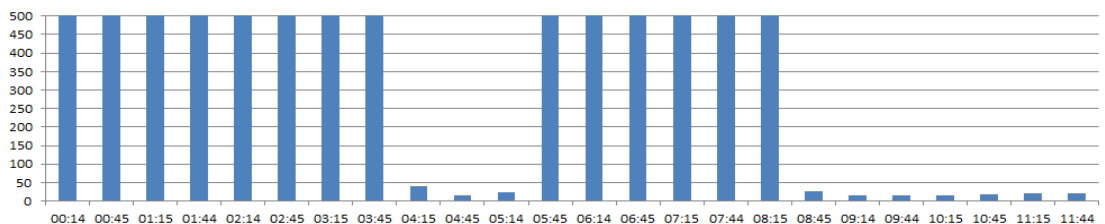
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

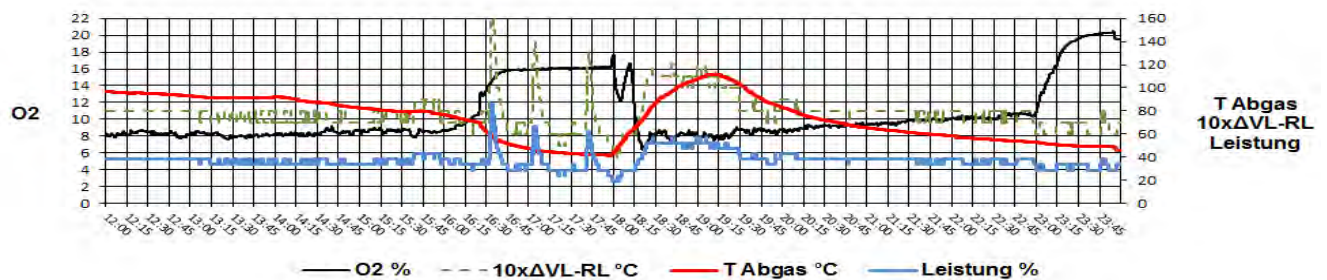
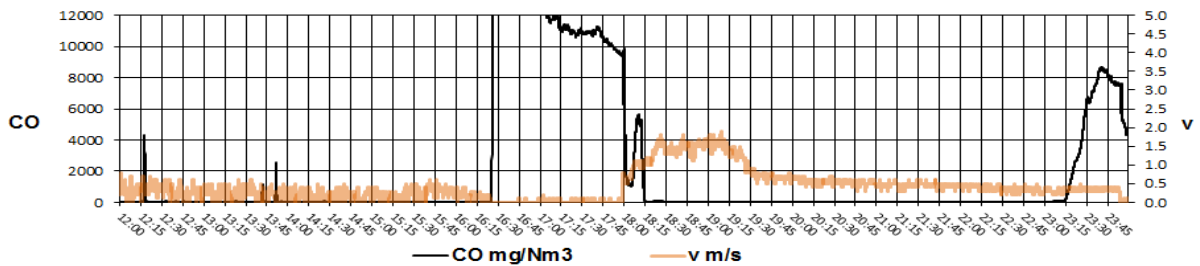
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 300 kW Pellets 20.Nov. 2011

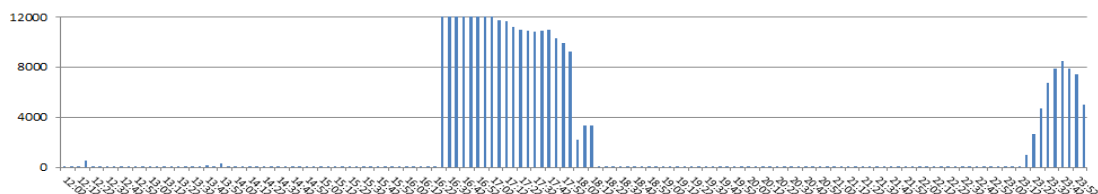
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 25 Min; vmin=0.0m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

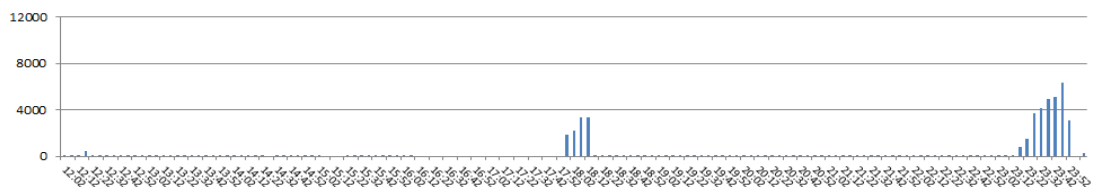


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

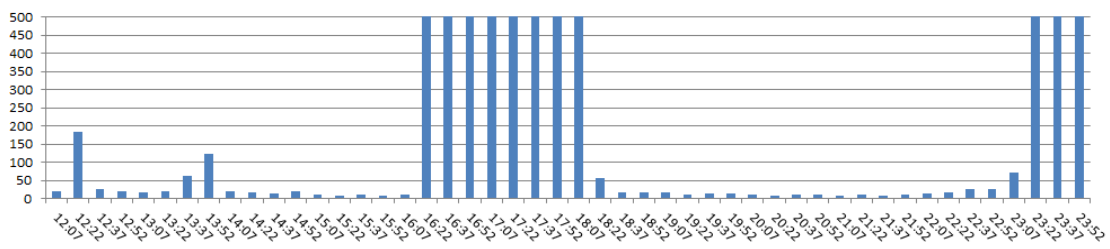
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 4

5Min-Mittel-Max: 6'312 mg/m³



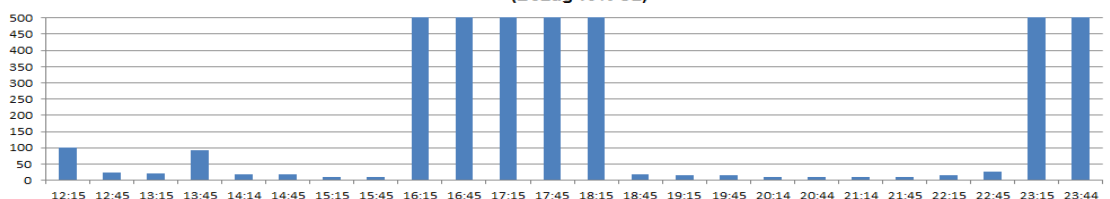
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

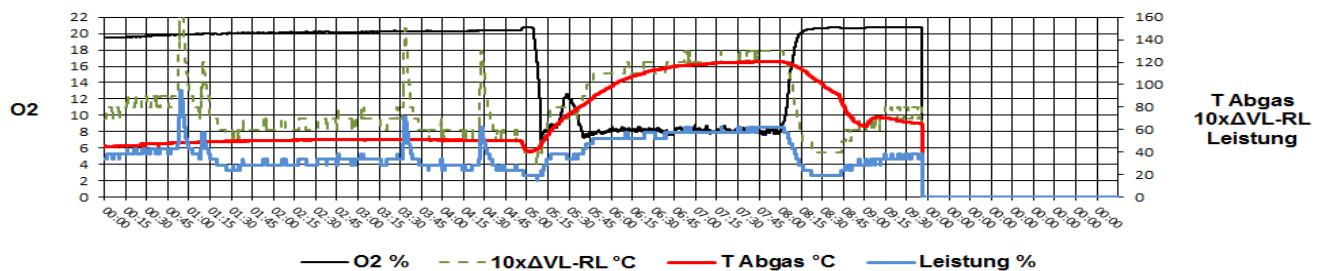
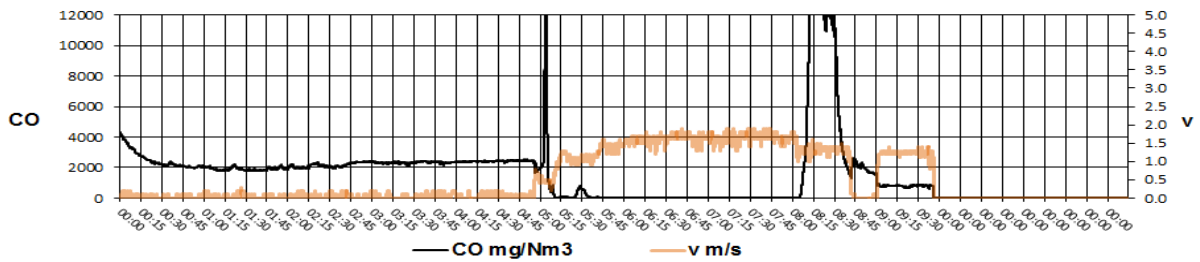
(Bezug 13% O₂)



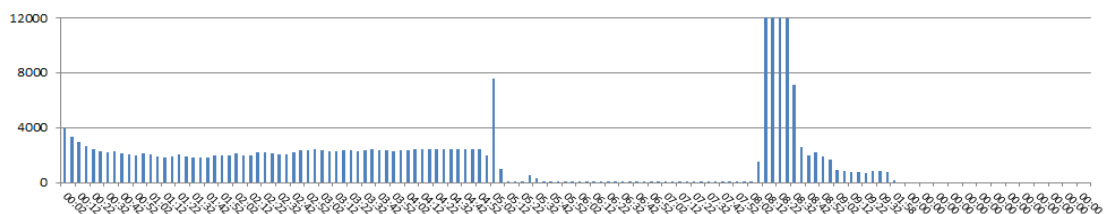
Rostfeuerung 300 kW Pellets 21.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 27 Min; vmin=0.0m/s

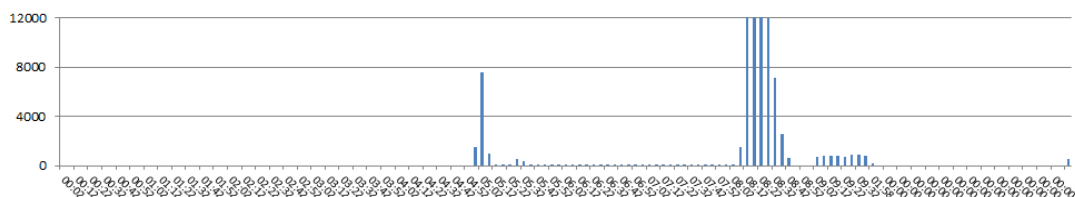


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

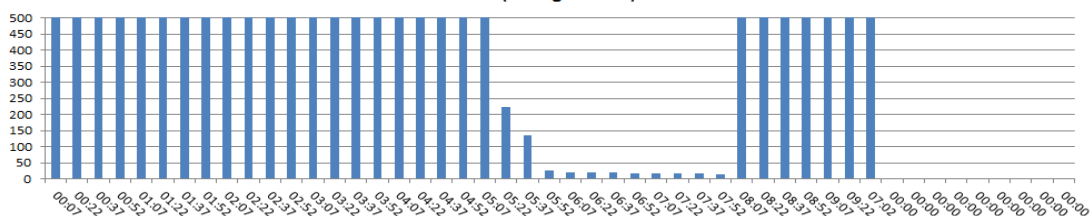


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

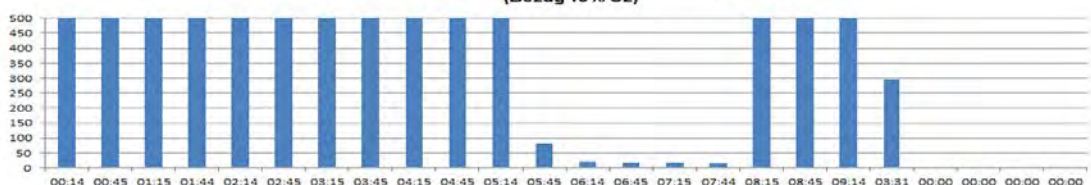
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 6
5Min-Mittel-Max: 15'622mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Messbericht Pelletfeuerung (Rost)

Anlage 13 (200kW)

Emissionsmessung vom 30.Nov. 2011

24h-Messung vom 30.Nov. bis 3.Dez. 2011

Resultate (Graphiken im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
16:15-16:30 (100% Leistung)	13.5	7.1	18	13	±10	500	0.0	0.0
16:50-17:05 (100% Leistung)	13.1	7.5	19	14	±10	500	0.4	0.7
17:05-17:20 (100% Leistung)	12.7	7.9	19	15	±10	500	0.2	0.4
17:40-17:55 (100% Leistung)	12.8	7.8	11	8	±10	500	0.3	0.5

**Tabelle 1: Mittelwerte, Emissionsmessung vom 30.Nov.2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt in der Regel anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel 30%). Bei dieser Anlage war dies nicht möglich. Es wurde daher im Automatik-Betrieb gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden. Die nachfolgende Beurteilung von stationären Betriebsphasen basiert (entgegen der heutigen LRV) auf zwei 15Min-Mittelwerten.

Emissionsmessung vom 30.11.2011

Alle Mittelwerte gelten für ein Mess-Intervall von 15Min. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Automatische Zündung	Die automatische Zündung sollte weiter optimiert werden (langsamer). Zwar werden bereits nach 2Min CO-Konzentrationen unter 4'000 mg/m ³ erreicht. Das CO-Max ist aber hoch (16'000mg/m ³).
Automatik-Betrieb	Die vier CO-Mittelwerte über 15Min (13-8mg/m ³) im stationären Betrieb liegen deutlich unter dem Grenzwert. Durch die Optimierung (letztes Mittel: 8mg/m ³) konnte die CO-Konzentration nochmals reduziert werden. Die mittleren HX-Konzentrationen sind sehr tief (<1 mg/m ³).
Leistungsregelung	Interne Leistungsregelung Kesselsteuerung und externe Vorlauftemperaturregelung (sehr flink) stören sich gegenseitig (zwei Vorlauftemperaturregler!).
Regelung Speicherladezustand	Regelung Speicherladezustand inklusive Regelparameter Einstellwerte sind zu überprüfen (Funktionsbeschreibung Sigmatic einsehen). Es ist nicht nachvollziehbar, wieso eine drehzahlgeregelte Kesselpumpe verwendet wird.

Leistungserhöhung Die Leistungserhöhung über einen höheren Primärluftanteil ist nicht möglich (vgl. Versuch um 17:25), dazu muss die Sekundärluft erhöht werden.

24h-Messung vom 30.11. bis 3.12.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen (wie Emissionsmessung oben). Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Richtwert von 4'000mg/m³ eingehalten werden sollte. Bei Überschreitung dieses Richtwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

CO-Grenzwert
im Regelbereich In den stationären Betriebsphasen liegen die 30Min-Mittelwerte unter 20 mg/m³ und somit deutlich unter dem Grenzwert (CO 500mg/m³).

CO-Richtwert
ausserhalb Regelbereich In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten von CO-Konzentrationen über 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Während der gesamten Messzeit beträgt die Überschreitungsdauer durchschnittlich 648Min pro Tag. Es ist daher Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab 15Min pro Tag).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
30.11.11	-	(89)	(89)
1.12.11	269	296	565
2.12.11	329	356	685
3.12.11	367	(50)	(417)
Mittel	322	326	648

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 2: Dauer der Überschreitung von CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in Minuten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl 5Min-Mittel der CO-Konzentrationen aufgeführt, welche über $4'000\text{mg/m}^3$ liegen, bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s . Während der gesamten Messzeit wurden pro Tag durchschnittlich 132 Überschreitungen der 5Min-Mittel über $4'000\text{mg/m}^3$ registriert. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab drei Mittelwerten pro Tag über $4'000\text{mg/m}^3$).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
30.11.11	-	(19)	(19)
1.12.11	57	61	118
2.12.11	67	71	138
3.12.11	74	(10)	(84)
Mittel	66	66	132

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 3: Anzahl 5Min-Mittel über $CO\ 4'000\text{mg/m}^3$ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maxima der 5Min-Mittelwerte von CO-Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Über die gesamte Messzeit beträgt das maximale 5Min-Mittel $15'084\text{mg/m}^3$. Es ist somit mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab Konzentrationen von $4'000\text{mg/m}^3$).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
30.11.11	-	(7'447)	(7'447)
1.12.11	10'109	15'084	15'084
2.12.11	12'107	7'856	12'107
3.12.11	11'669	(7'708)	(11'669)
MaxMax	12'107	15'084	15'084

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für MaxMax nicht berücksichtigt

Tab. 4: Maxima der 5Min-Mittel für CO bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in mg/m^3 bei $13\%\text{O}_2$

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl Starts angegeben. Während der gesamten Messzeit erfolgen im Mittel 8 Starts pro Tag. Im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit sollten maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
30.11.11	-	(1)	(1)
1.12.11	3	5	8
2.12.11	3	5	8
3.12.11	3	(0)	(3)
Mittel	3	5	8

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 5: Anzahl Starts pro Tag

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 30.11.2011

Startphase	Durch Optimierung der eingeschobenen Materialmenge und der Luftzufuhr sollten die hohen CO-Konzentrationen noch vermindert werden.
Regelbetrieb	Die O ₂ -Schwankungen sind sehr gering. Allenfalls können die Zugschwankungen (18-24 Pa) resp. die Unterdruckschwankungen noch etwas reduziert werden.

24h-Messungen vom 30.11. bis 3.12.2011

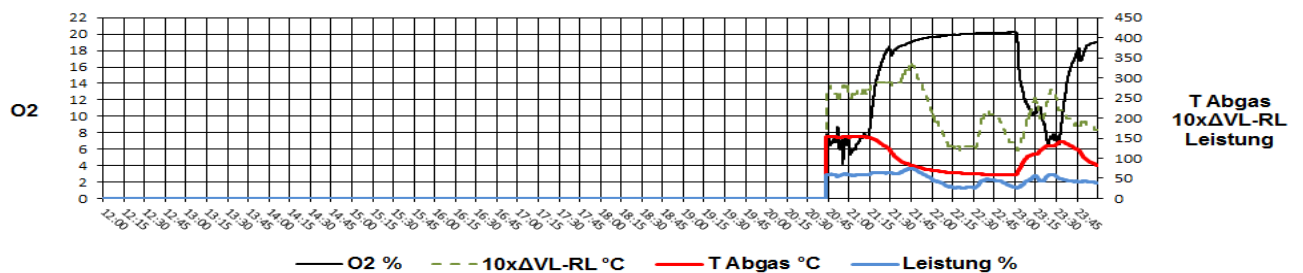
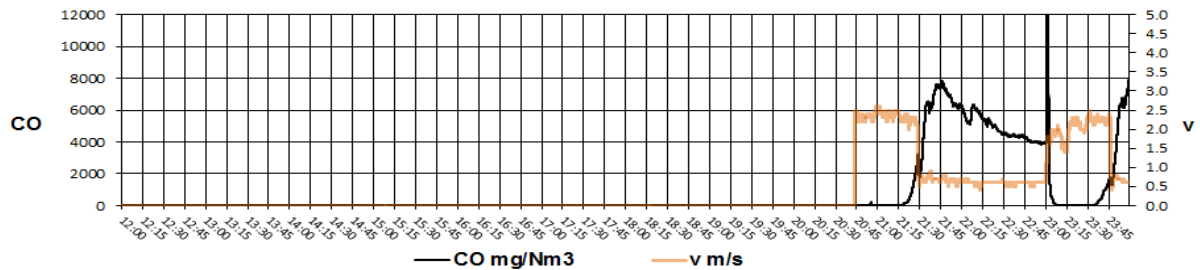
Startphase	Die kurzzeitig sehr hohen CO-Konzentrationen in den Startphasen treten regelmässig auf (Momentanwerte über 12'000mg/m ³).
Reduktion Startphasen	Durch ein optimiertes Speichermanagement sollten die Anzahl Startphasen reduziert werden.
Verbrennungsqualität	Im Regelbereich ist die Verbrennungsgüte sehr hoch. Die ungenügende Verbrennungsqualität in den instationären Betriebsphasen spiegelt sich an der Farbe der Filter für die Messgeräte. Der Filter bei der Messsonde war schwarz.
Kein kurzes Ausschalten	Teilweise betragen die Ausschaltzeiten unter 30Min. Durch die Reduktion der Startphasen können längere Betriebszeiten erreicht werden.
Ausbrandphase	In den Ausbrandphasen werden hohe CO-Konzentrationen erreicht (über 10'000mg/m ³). Durch die Absenkung der Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s können die Phasen mit möglichen Geruchsbelästigungen stark verkürzt werden. Verbesserungen sind möglich durch λ -Regelung von Primärluft und Sekundärluft bis zum Abbrennen des Brennstoffbettes auf das Glutbett (bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$). Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Entsprechende Untersuchungen sind mit Projekten von QS-Support geplant.
O ₂ -Reglung	Die O ₂ -Konzentrationen schwanken zu stark.
Reduktion Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s	Im ausgeschalteten Zustand sinken die Abgasgeschwindigkeiten nicht unter 0.4m/s. Diese sollten unter 0.3m/s reduziert werden können.
Glutbettunterhalt	Der Glutbettunterhalt sollte optimiert werden.

24h-Messungen Anlage 13 30.Nov. bis 3.Dez.2011

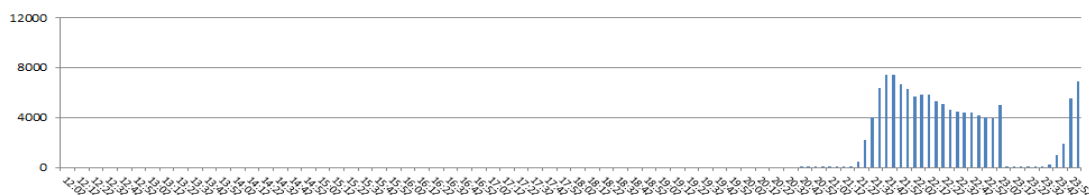
Rostfeuerung 200 kW Pellets 30.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)

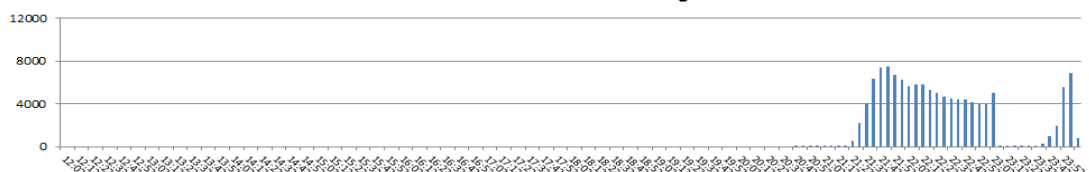
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 89 Min; v_{min}=0.4m/s



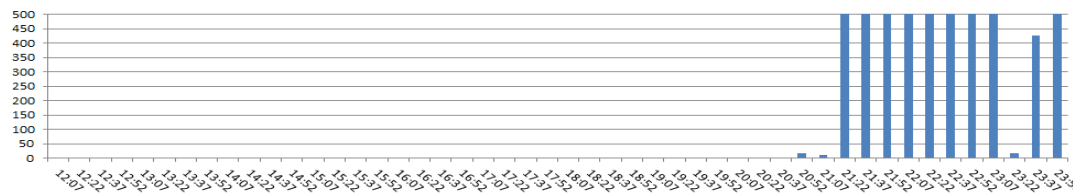
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



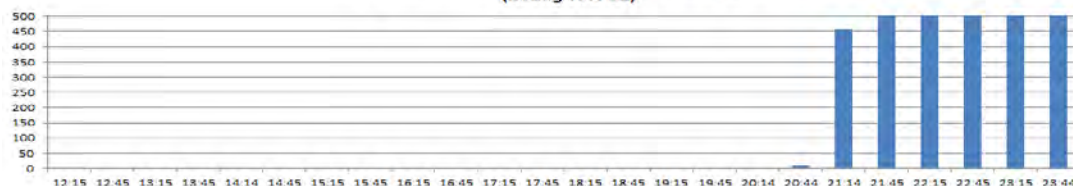
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂) Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 19 5Min-Mittel-Max: 7'447 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



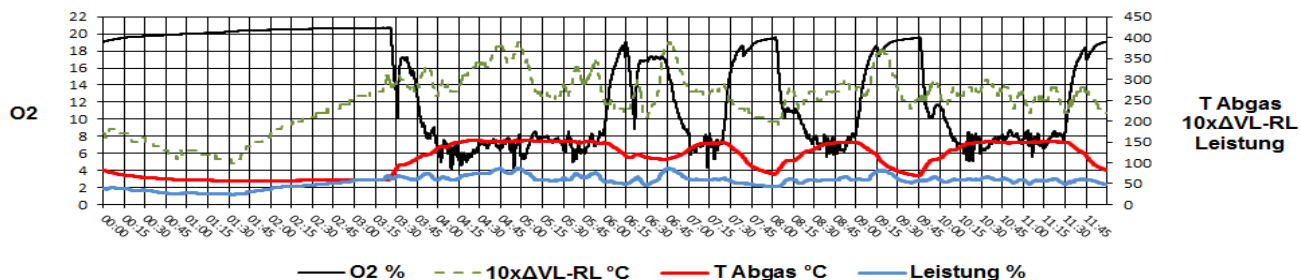
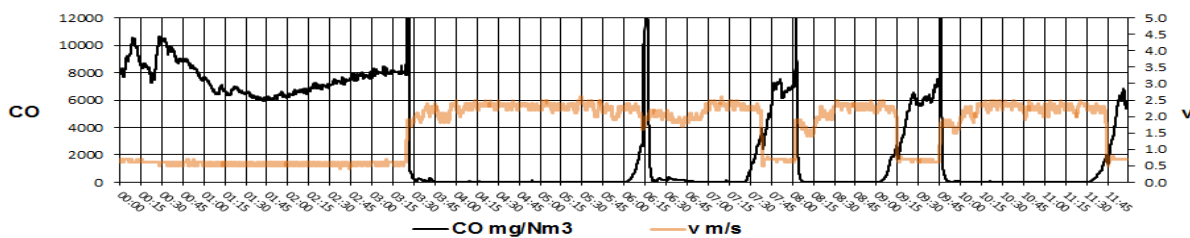
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



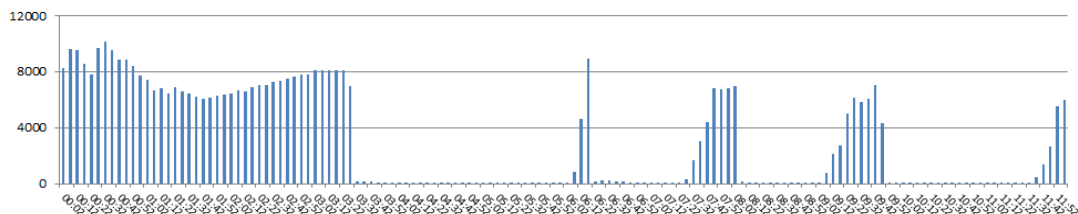
Rostfeuerung 200 kW Pellets 1.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 269 Min; vmin=0.4m/s

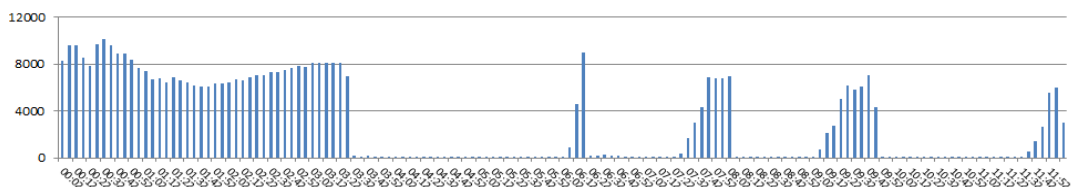


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

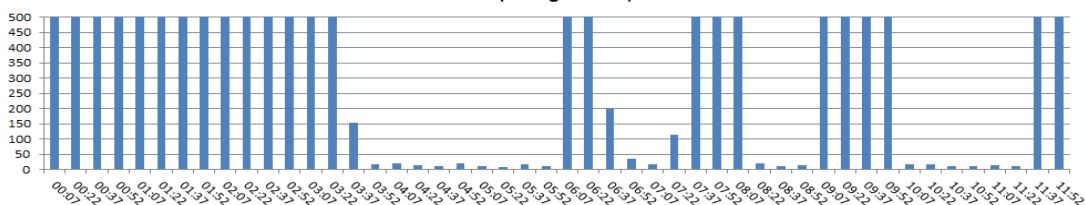


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

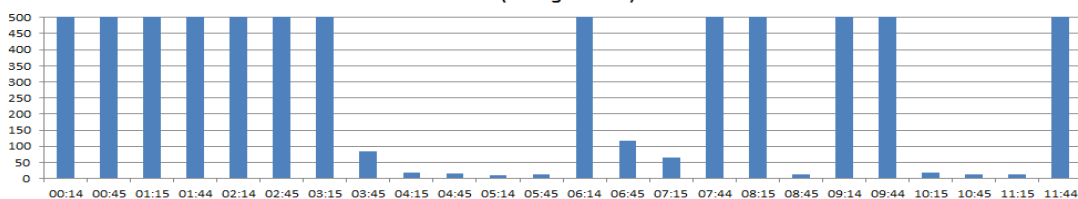
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 57
5Min-Mittel-Max: 10'109 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



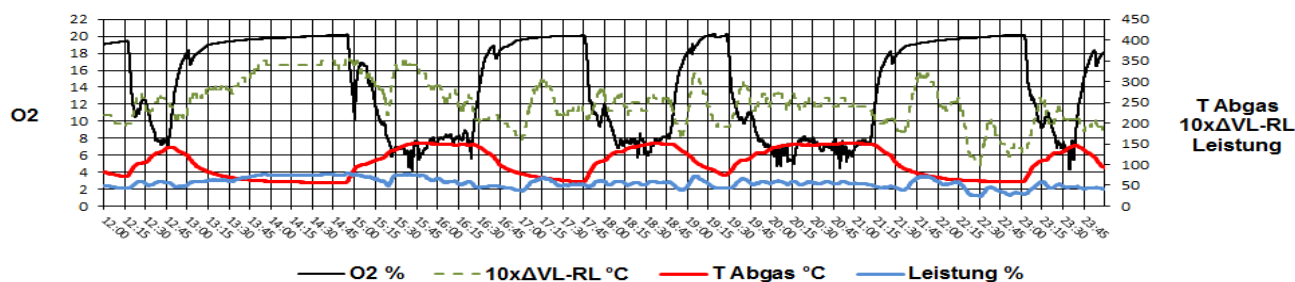
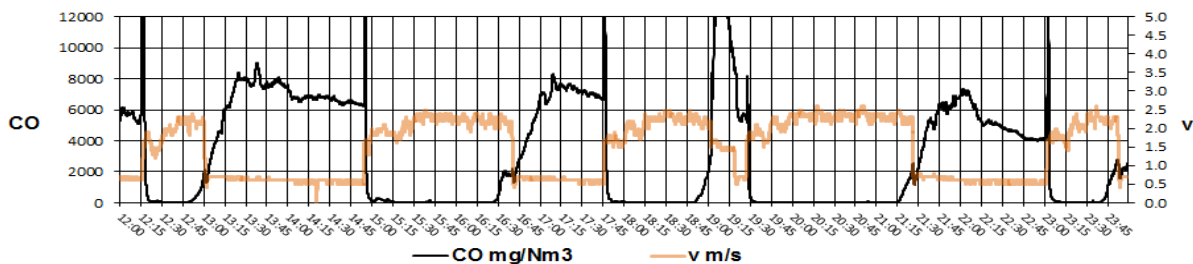
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 200 kW Pellets 1.Dez. 2011

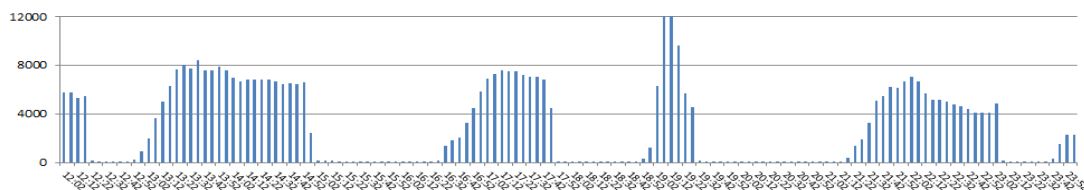
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 296 Min; vmin=0.0m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

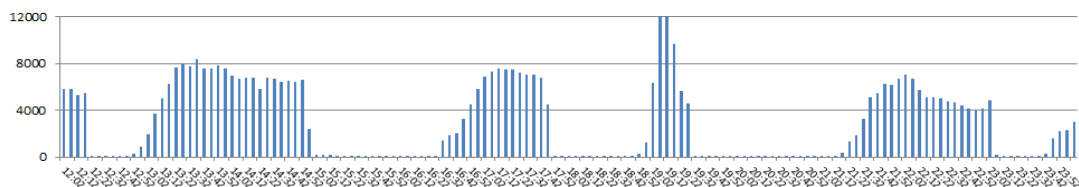
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

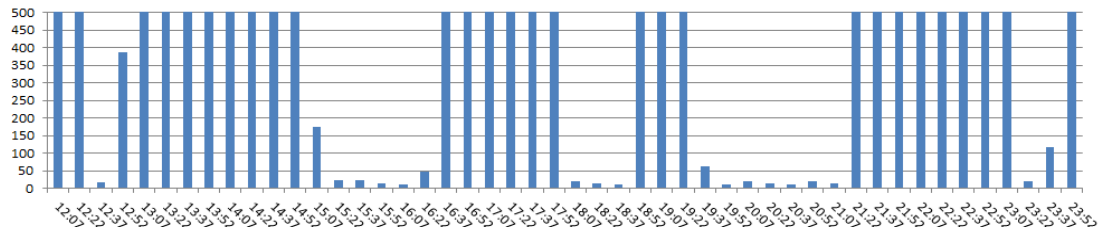
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 61
5Min-Mittel-Max: 15'084 mg/m³



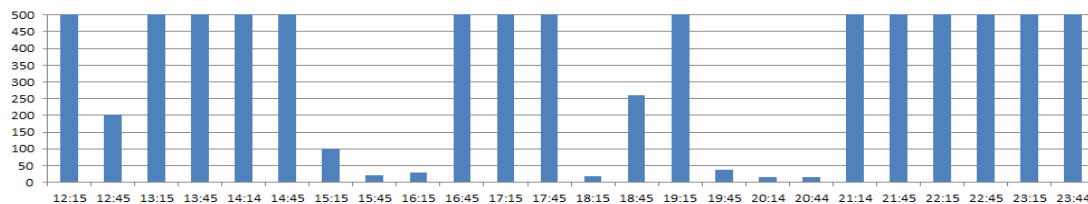
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

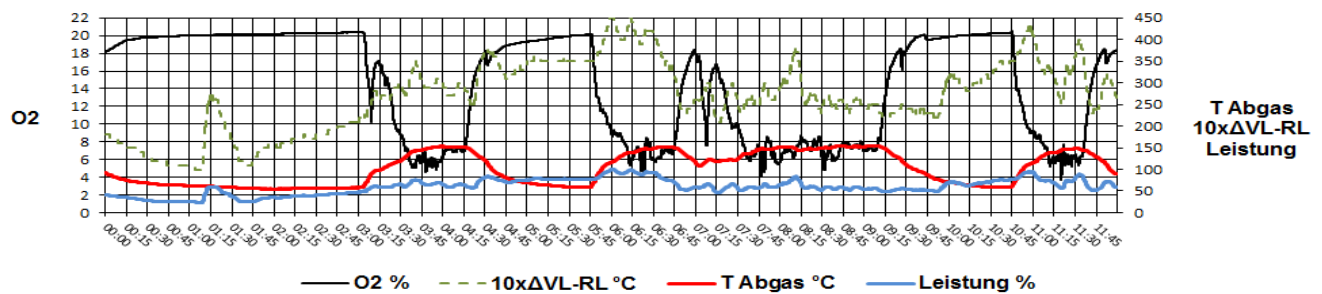
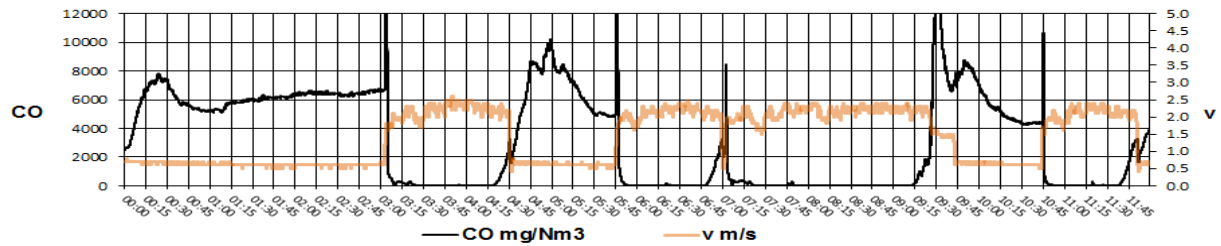
(Bezug 13% O₂)



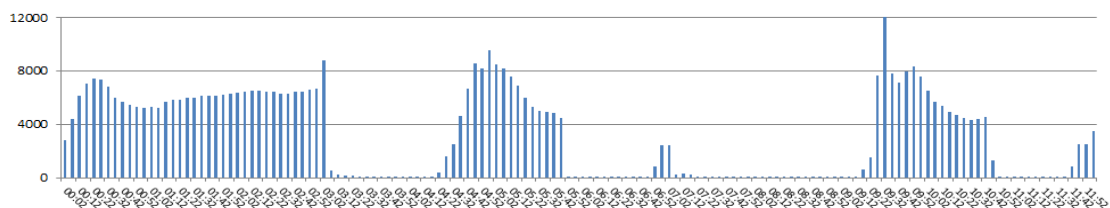
Rostfeuerung 200 kW Pellets 2.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 329 Min; vmin=0.4m/s

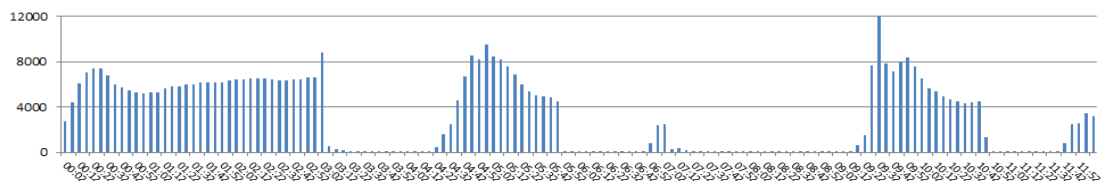


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

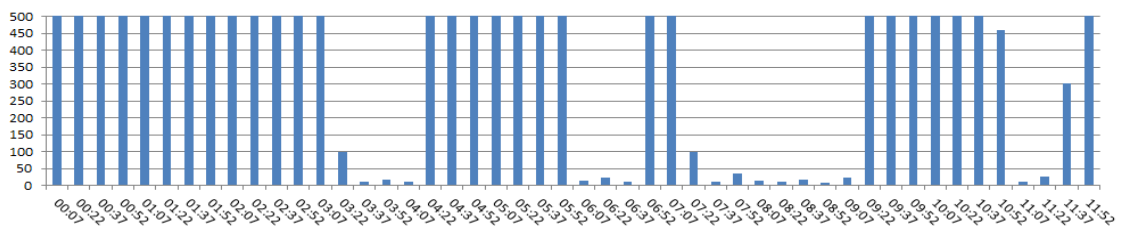


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

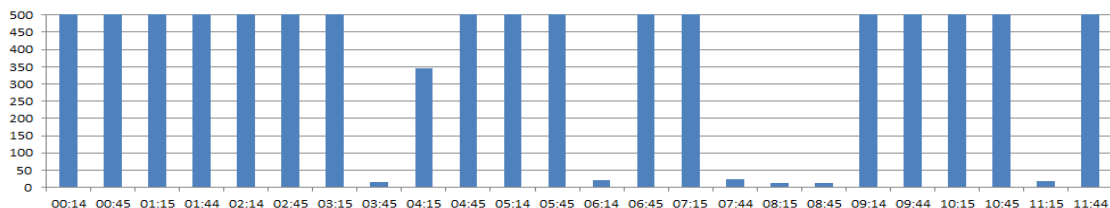
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 67
5Min-Mittel-Max: 12'107 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



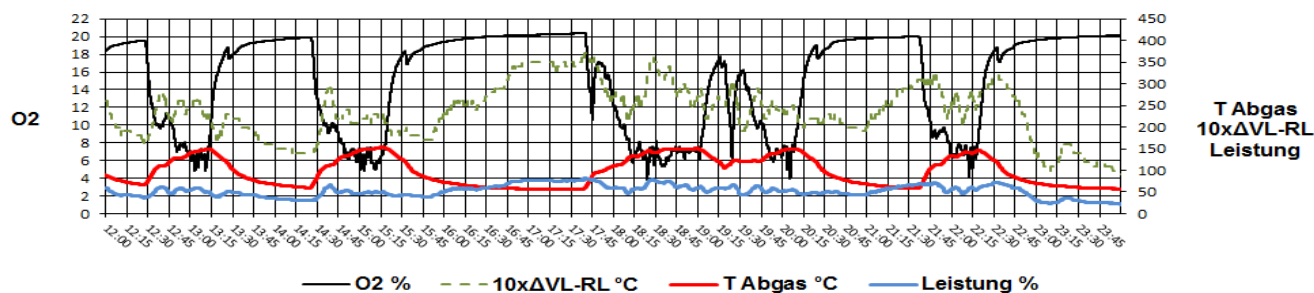
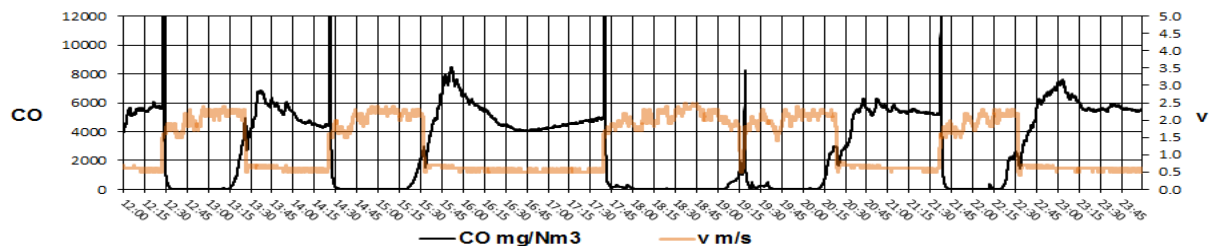
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



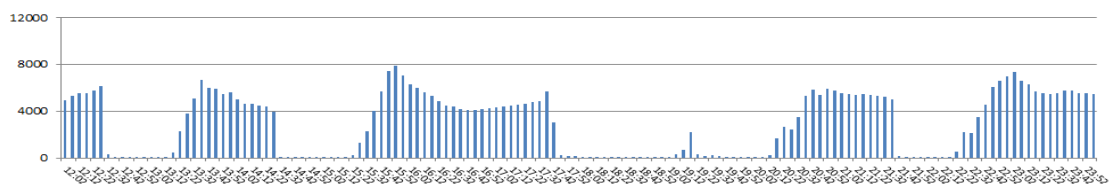
Rostfeuerung 200 kW Pellets 2.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 356 Min; vmin=0.4m/s

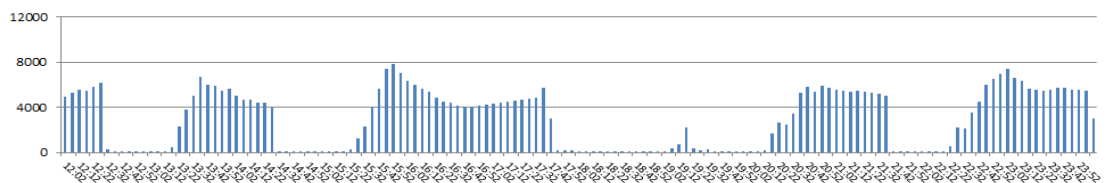


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

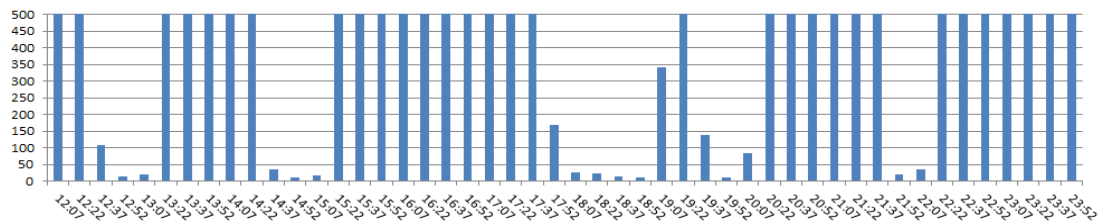


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

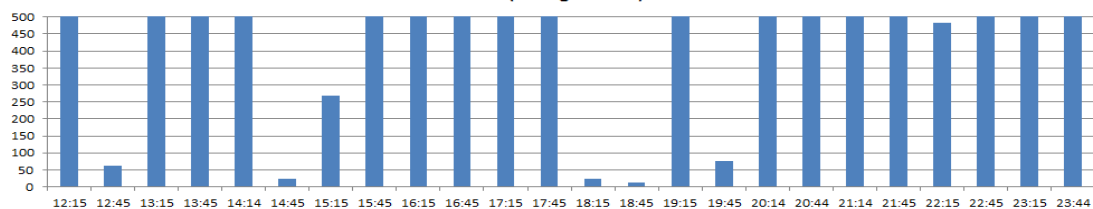
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 71
5Min-Mittel-Max: 7'856 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



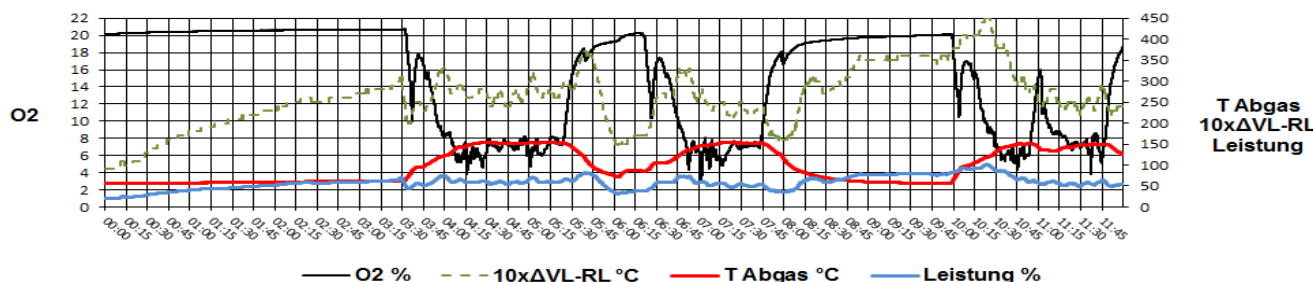
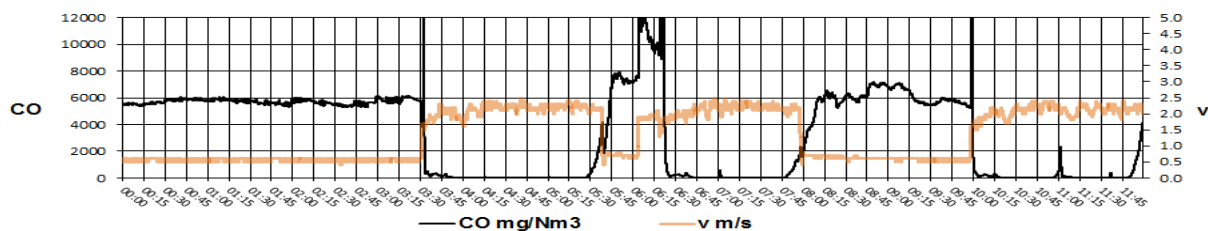
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 200 kW Pellets 3.Dez. 2011

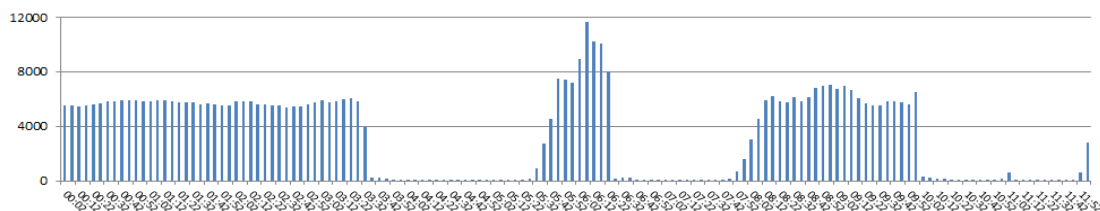
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 367 Min; vmin=0.4m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

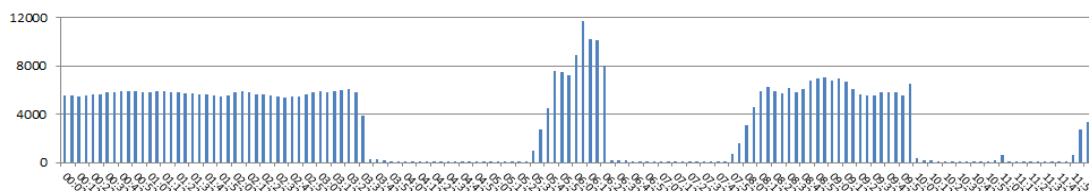


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

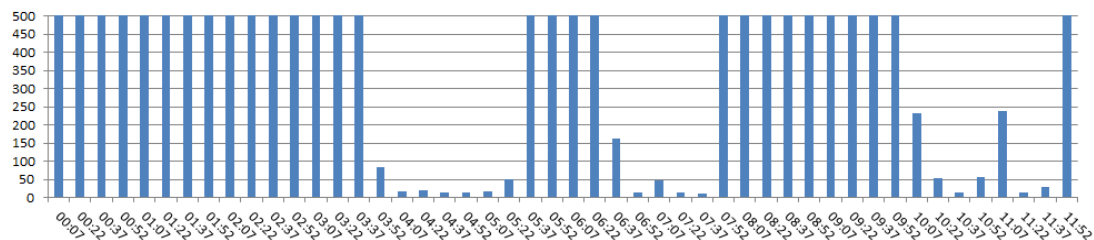
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 74

5Min-Mittel-Max: 11'669 mg/m³



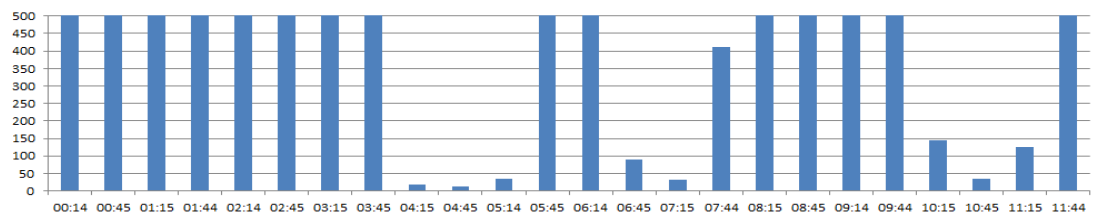
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

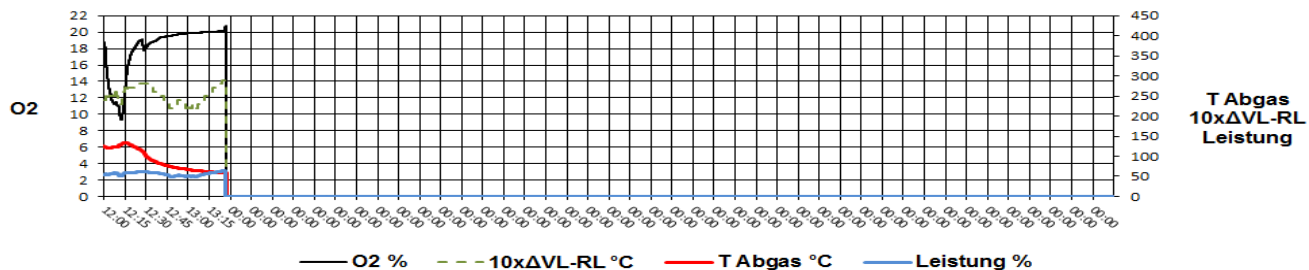
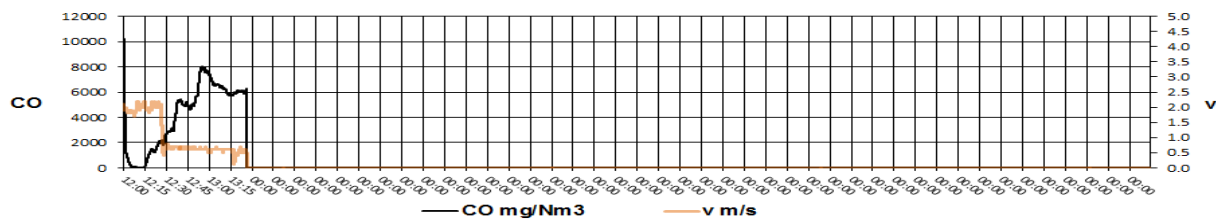
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 200 kW Pellets 3.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 50Min; vmin=0.1m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

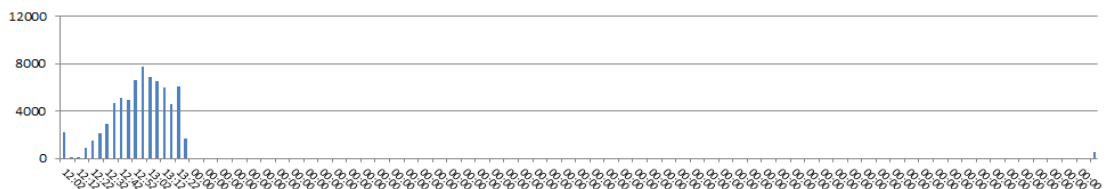


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

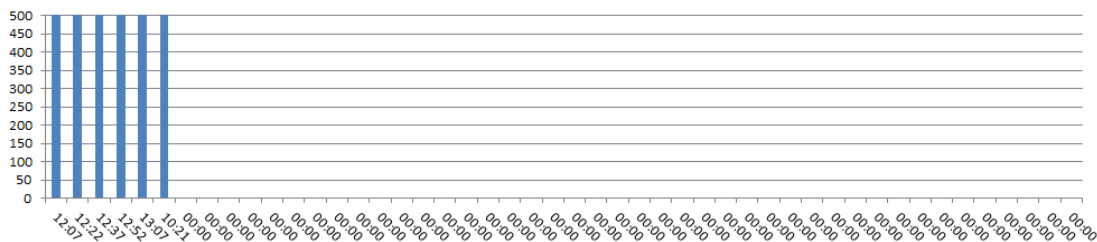
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 10

5Min-Mittel-Max: 7'708 mg/m³



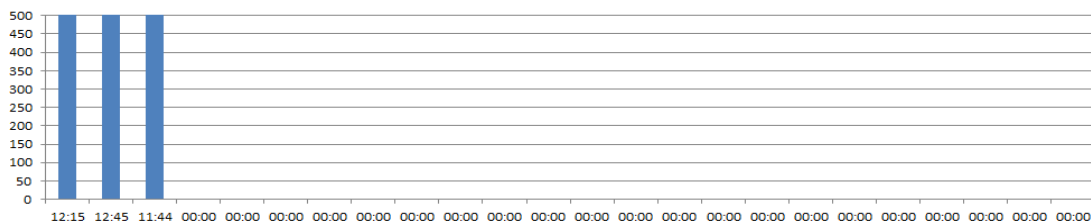
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



Messbericht Restholzfeuerung (Rost)

Anlage 14 (80kW)

Emissionsmessung vom 30.Nov. 2011

24h-Messung vom 8. bis 10.Dez. 2011

Resultate (Graphiken im Anhang)

Mess-Intervall (15 Min)	CO ₂	O ₂	CO				HX (Orientierungswerte)	
	%	%	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂	Messunsicherheit mg/m ³	Anforderung LRV mg/m ³	ppm	mg/m ³ bei 13% O ₂
13:30-13:45 (70% Leistung)	12.6	7.8	369	280	±42	500	0.5	1
13:45-14:00 (70% Leistung)	11.1	9.3	473	404	±61	500	1.4	3
14:00-14:15 (70% Leistung)	12.5	7.9	219	167	±25	500	0.6	1
14:15-14:30 (70% Leistung)	11.8	8.6	65	52	±10	500	0.5	1

**Tabelle 1: Mittelwerte, Emissionsmessung vom 30.Nov.2011
(Messintervalle: 15Min)**

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von über 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt in der Regel anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel 30%). Bei dieser Anlage war dies nicht möglich. Es wurde daher im Automatik-Betrieb gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden. Die nachfolgende Beurteilung von stationären Betriebsphasen basiert (entgegen der heutigen LRV) auf zwei 15Min-Mittelwerten.

Emissionsmessung vom 30.11.2011

Alle Mittelwerte gelten für ein Mess-Intervall von 15Min. Die Angaben für die Kohlenwasserstoffe (HX) erfolgen lediglich zur Orientierung und geben einen Hinweis auf die Geruchsbelästigungen. Allgemein kann man davon ausgehen, dass ab CO-Konzentrationen von 4'000mg/m³ Geruchsbelästigungen auftreten können. Treten diese beim automatisch Zünden mit Kaltstart während deutlich weniger als 15Min auf, wird angenommen, dass keine Geruchsbelästigungen zu erwarten sind.

Automatische Zündung	Bei der Optimierung der eingeschobenen Menge ergaben sich mehrere Fehlstarts. Der Brennstoff war so leicht, dass die Menge deutlich höher eingestellt werden musste als zuerst erwartet wurde. Die Messung eines eigentlichen Kaltstartes war dann nicht mehr möglich.
Automatik-Betrieb	Die vier CO-Mittelwerte über 15Min (404-52mg/m ³) im stationären Betrieb liegen unter dem Grenzwert. Gegen Ende der Optimierung (letztes Mittel: 52mg/m ³) konnte der Grenzwert deutlich unterschritten werden. Die mittleren HX-Konzentrationen sind sehr tief (<10 mg/m ³).

24h-Messung vom 08.12. bis 10.12.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen (wie Emissionsmessung oben). Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Richtwert von 4'000mg/m³ eingehalten werden sollte. Bei Überschreitung dieses Richtwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

Start der Feuerung	Die Anlage wurde einige Stunden vor Messbeginn ausgeschaltet. Leider war aber die Anlage zuwenig ausgekühlt, sodass vor Beginn der automatischen Zündung eine Selbstzündung erfolgte. Der Luftüberschuss beim Zünden war deutlich zu hoch.
CO-Grenzwert im Regelbereich	Im Regelbereich liegen die 30Min-Mittel während der gesamten Messzeit unter dem LRV-Grenzwert (500mg/m ³ bei 13% O ₂). Infolge instabilem Betrieb schwanken die CO- und O ₂ -Messerwerte stark. Ein stationärer Betrieb ist unter diesen Bedingungen nicht möglich.
CO-Richtwert ausserhalb Regelbereich	In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten von CO-Konzentrationen über 4'000mg/m ³ bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Während der ganzen Messzeit beträgt die durchschnittliche Überschreitungsdauer 434Min pro Tag. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab 15Min pro Tag)

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
8.12.11	-	(93)	(93)
9.12.11	223	301	524
10.12.11	43	(52)	(95)
Mittel	133	301	434

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 2: Dauer der Überschreitung von CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in Minuten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl 5Min-Mittel der CO-Konzentrationen aufgeführt, welche über $4'000\text{mg/m}^3$ liegen, bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s . Während der Messzeit wurden pro Tag durchschnittlich 82 Überschreitungen der 5Min-Mittel über $4'000\text{mg/m}^3$ registriert. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab drei Mittelwerten pro Tag über $4'000\text{mg/m}^3$).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
8.12.11	-	(20)	(20)
9.12.11	45	59	104
10.12.11	0	(5)	(5)
Mittel	23	59	82

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 3: Anzahl 5Min-Mittel über CO $4'000\text{mg/m}^3$ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maxima der 5Min-Mittelwerte von CO-Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Über die gesamte Messzeit beträgt das maximale 5Min-Mittel $11'936\text{mg/m}^3$. Es ist somit mit Geruchsbelästigungen zu rechnen (ab Konzentrationen von $4'000\text{mg/m}^3$).

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
8.12.11	-	(12'415)	(12'415)
9.12.11	10'970	11'936	11'936
10.12.11	3'517	(7'249)	(7'249)
MaxMax	10'970	11'936	11'936

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für MaxMax nicht berücksichtigt

Tab. 4: Maxima der 5Min-Mittel für CO bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in mg/m^3 bei 13% O_2

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl Starts angegeben. Während der gesamten Messzeit erfolgen im Mittel 2 Starts pro Tag. Im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit sollten maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
8.12.11	-	(1)	(1)
9.12.11	1	1	2
10.12.11	1	(0)	(1)
Mittel	1	1	2

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 5: Anzahl Starts pro Tag

Kommentare und Empfehlungen

Emissionsmessung vom 30.11.2011

Startphase	Die eingeschobene Materialmenge musste stark erhöht werden. Der Brennstoff hat einen hohen Feinanteil und ist sehr leicht (Anteil Weichfaserplatten).
Regelbetrieb	Zuerst gab es Schwierigkeiten den Regelbetrieb zu erreichen. Das Material war so leicht, dass die Brennstoff-Förderung an ihre Grenze gekommen ist. Die maximale Soll-Leistung musste nach und nach auf 70% reduziert werden. Die O ₂ -Schwankungen war zu Beginn sehr hoch (4-16%). Durch starke Erhöhung der Sekundärluft (von 25 auf 87%) konnte der Betrieb etwas stabilisiert werden. Dadurch konnten auch tiefere CO gefahren werden (unter 100mg/m ³).

24h-Messungen vom 8.12. bis 10.12.2011

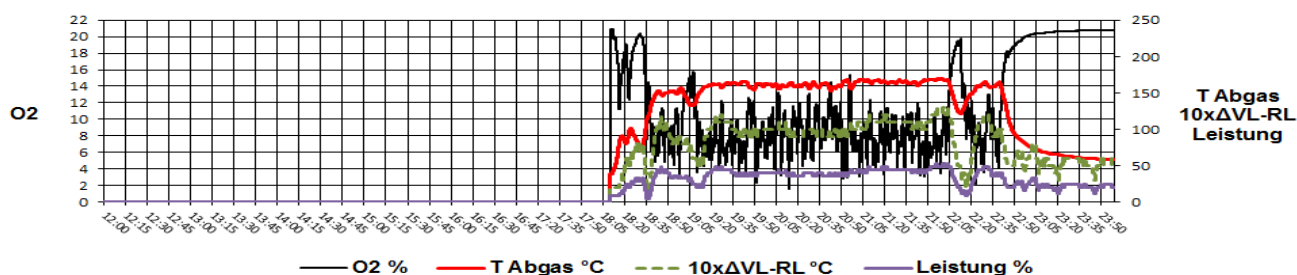
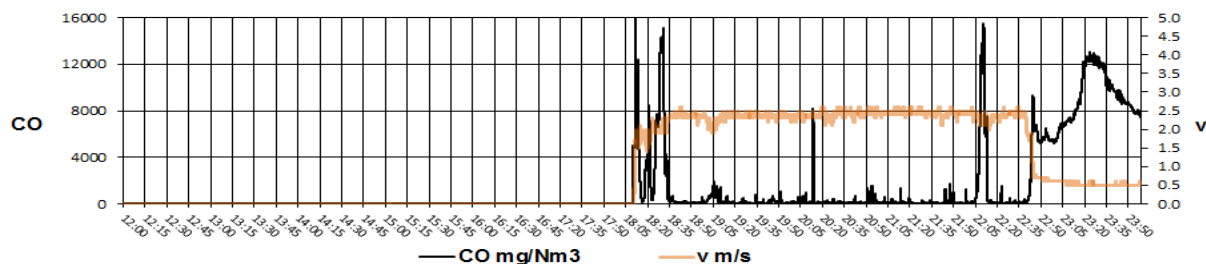
Startphase	Die Startphasen sind unterschiedlich. Der beste Start erfolgte am 10.12.2011 nach 08:30Uhr. Es fällt auf, dass der Luftüberschuss deutlich tiefer ist als bei den übrigen, schlechteren Starts. Die Startphase sollte weiter optimiert werden.
O ₂ -Reglung	Die O ₂ -Konzentrationen schwanken in einem sehr grossen Bereich (2-16%). Der vom Display der Regelung angezeigte O ₂ zeigte Abweichungen zum Messgerät von bis 6%. Der Messfehler der eingebauten Lambda-Sonde ist zu gross. Ein stabiler Betrieb wird dadurch verunmöglicht. Hier sollten unbedingt Verbesserungen erzielt werden.
Ausbrandphase	In den Ausbrandphasen werden hohe CO-Konzentrationen erreicht (über 10'000mg/m ³). Durch die Absenkung der Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s können die Phasen mit möglichen Geruchsbelästigungen stark verkürzt werden. Verbesserungen sind möglich durch λ -Regelung von Primärluft und Sekundärluft bis zum Abbrennen des Brennstoffbettes auf das Glutbett (bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$). Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Entsprechende Untersuchungen sind mit Projekten von QS-Support geplant.
Reduktion Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s	Das Verhalten der Anlage ist sehr unterschiedlich. Teilweise wurden in den Ausbrandphasen Abgasgeschwindigkeiten unter 0.3m/s gemessen (9.12.2011 um 22Uhr). Bei der vorherigen Abschaltung (9.12.2011 nach 19:15Uhr) sanken die Abgasgeschwindigkeiten nicht unter 0.3m/s.

24h-Messungen Anlage 14 8. bis 10.Dez.2011

Rostfeuerung Restholz 80kW 8.Dez.2011

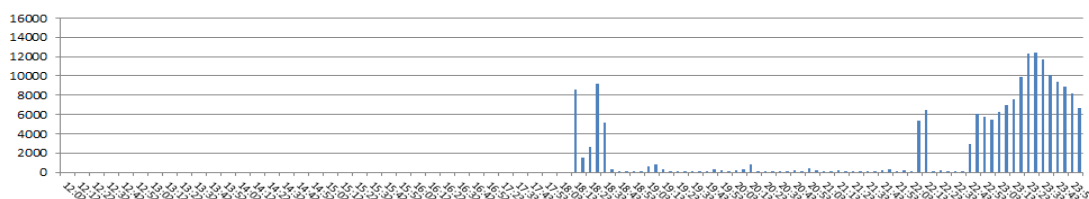
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 93Min; v_{min}=0.3



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

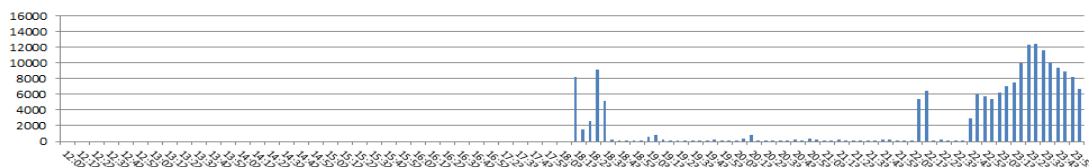
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

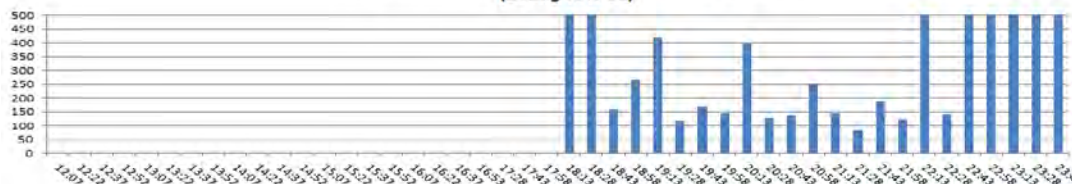
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 20
5Min-Mittel-Max: 12'415mg/m³



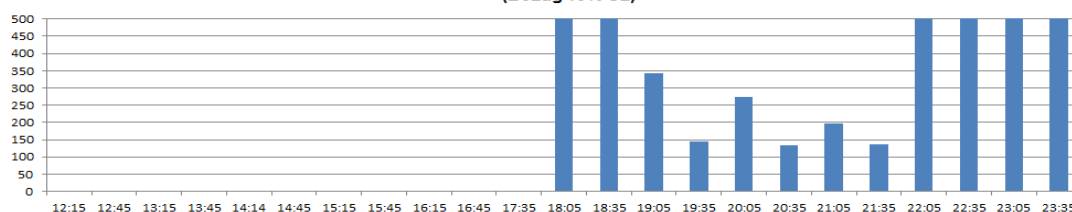
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

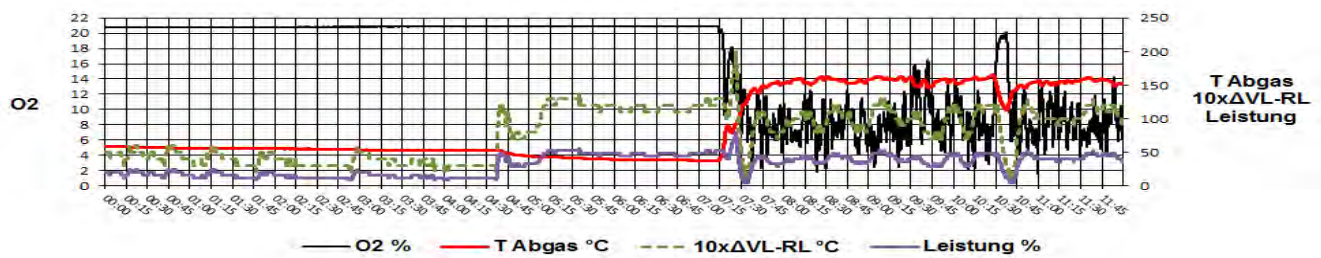
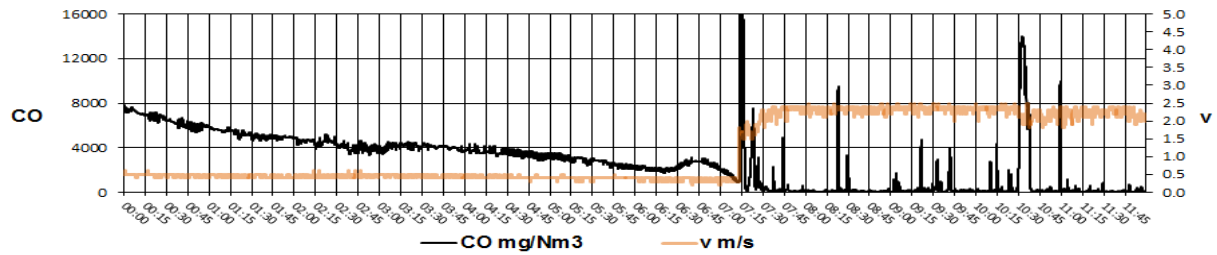
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung Restholz 80kW 9.Dez. 2011

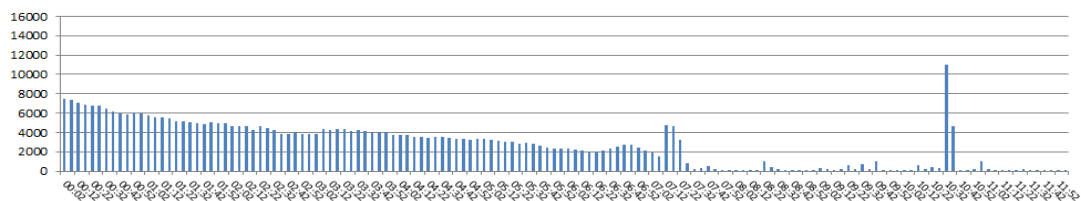
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 223Min; v_{min}=0.2



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

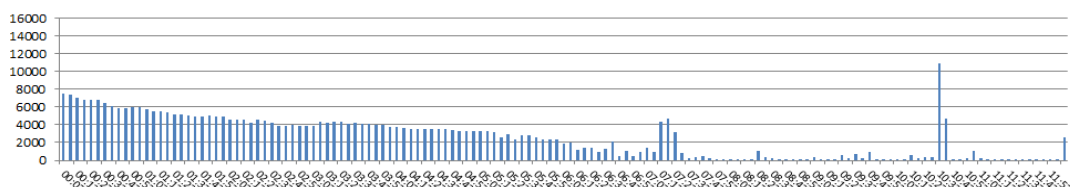


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

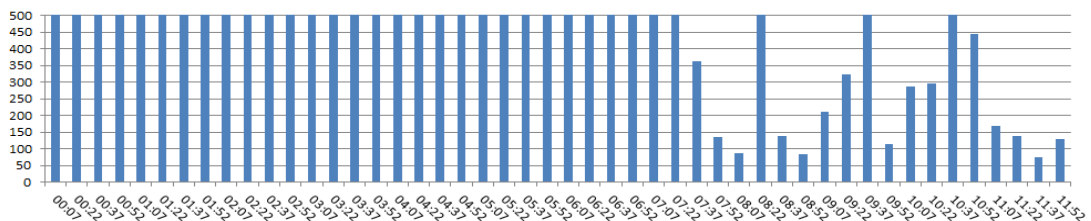
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 45

5Min-Mittel-Max: 10'970mg/m³



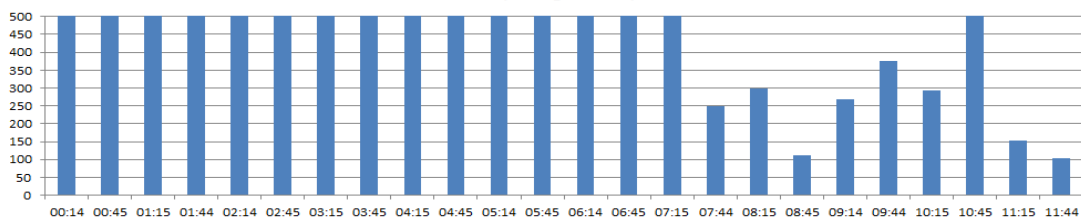
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

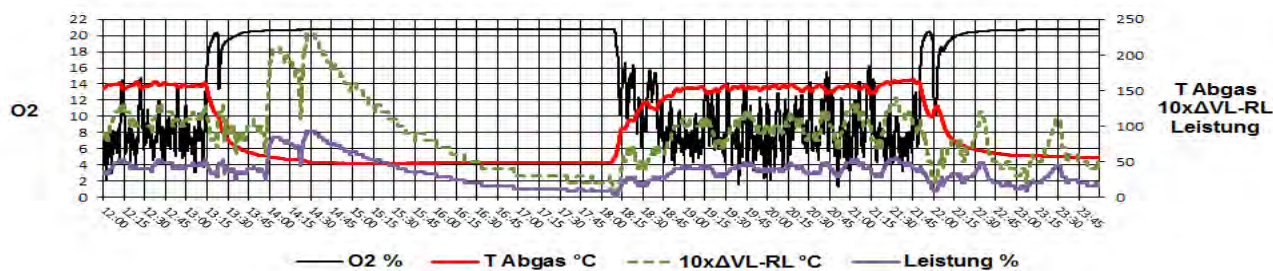
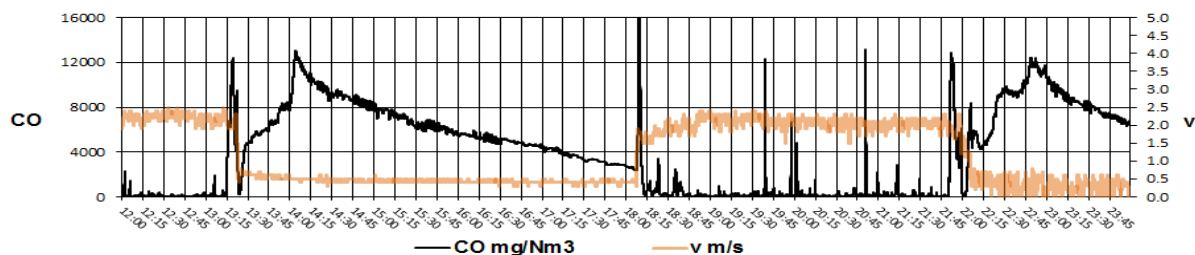
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung Restholz 80kW 9.Dez. 2011

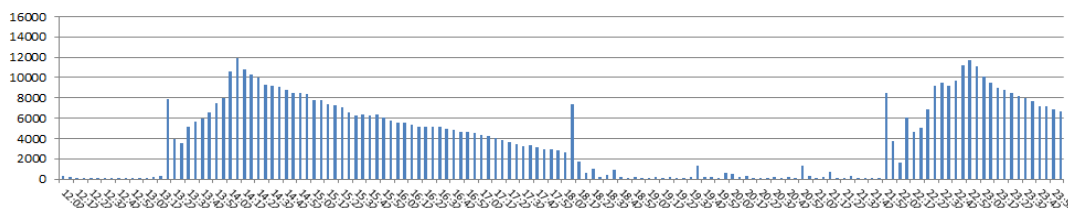
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 301Min; v_{min}=0.0



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

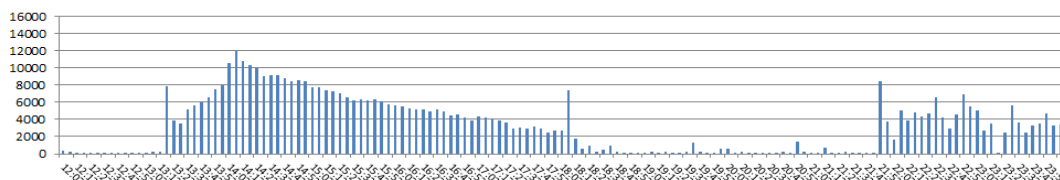
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

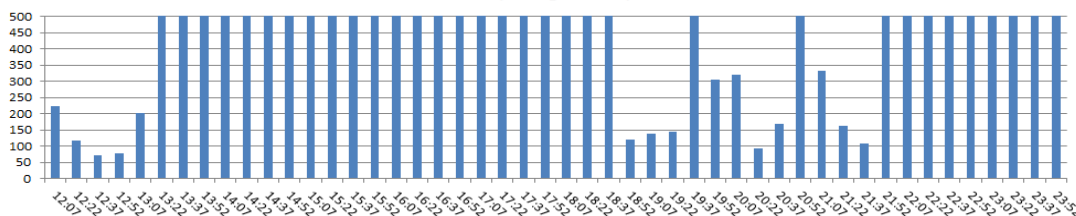
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 59
5Min-Mittel-Max: 11'936mg/m³



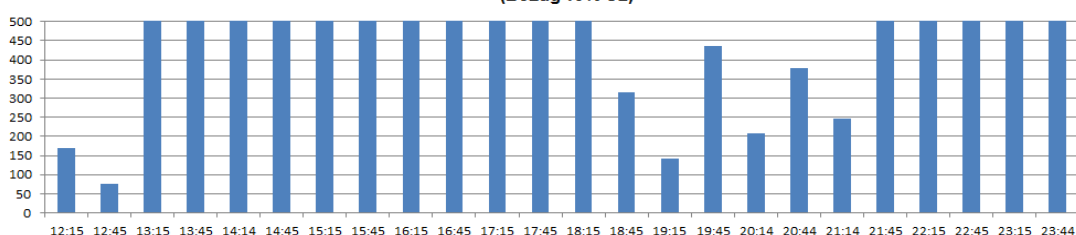
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

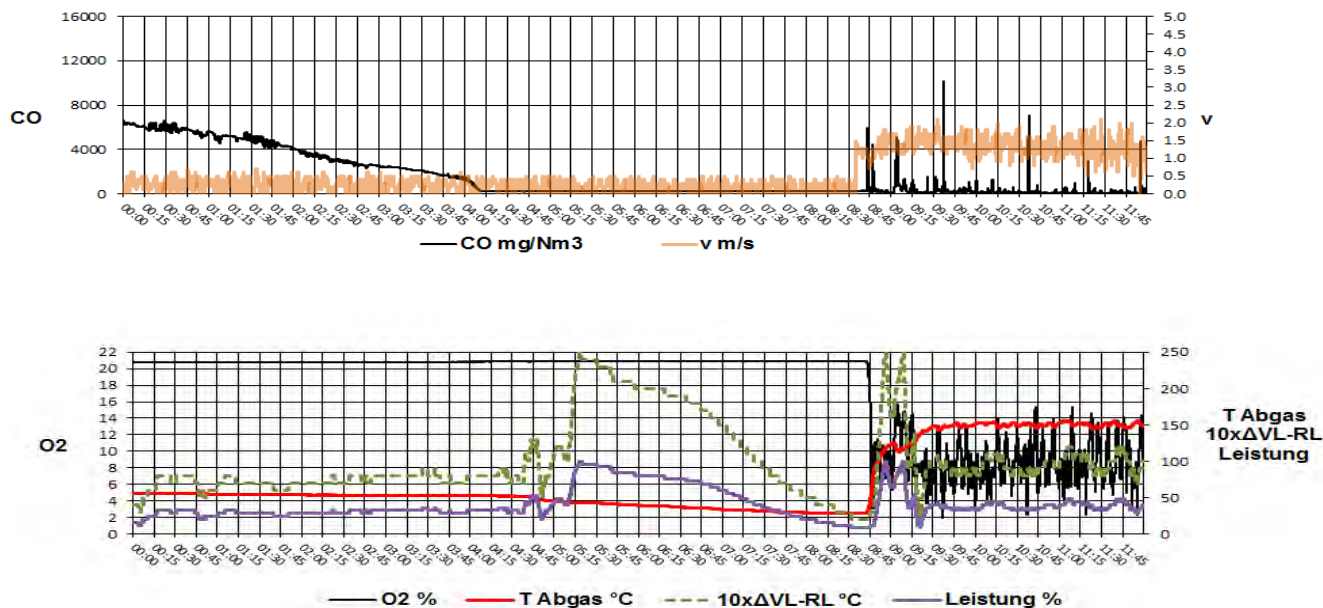
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung Restholz 80kW 10.Dez. 2011

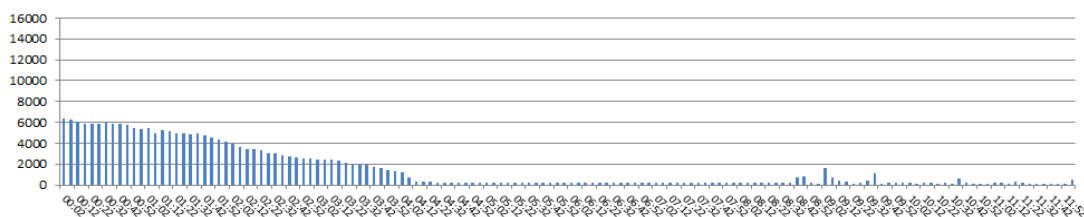
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 43Min; v_{min}=0.0



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

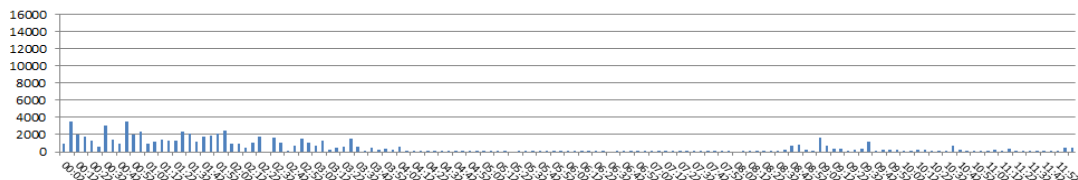


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

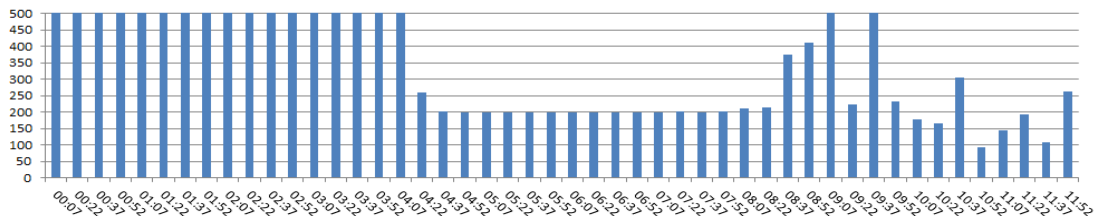
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0

5Min-Mittel-Max: 3'517mg/m³



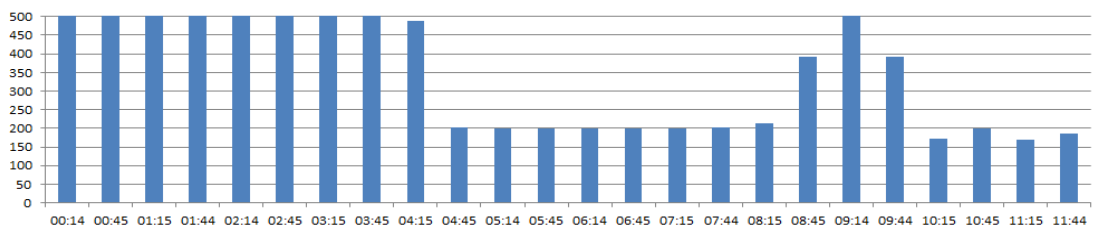
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

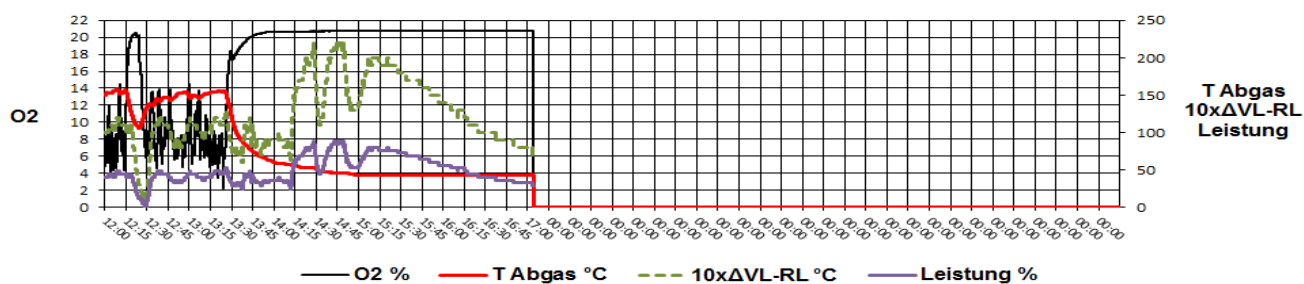
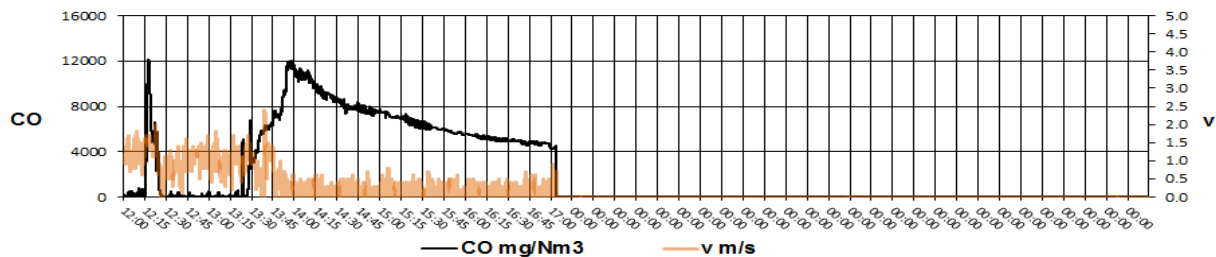
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung Restholz 80kW 10.Dez. 2011

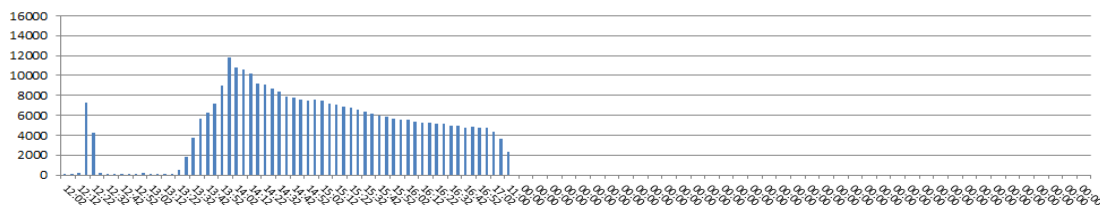
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 52Min; v_{min}=0.0



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

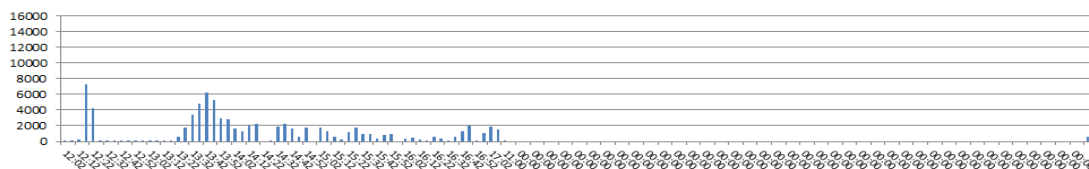
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s

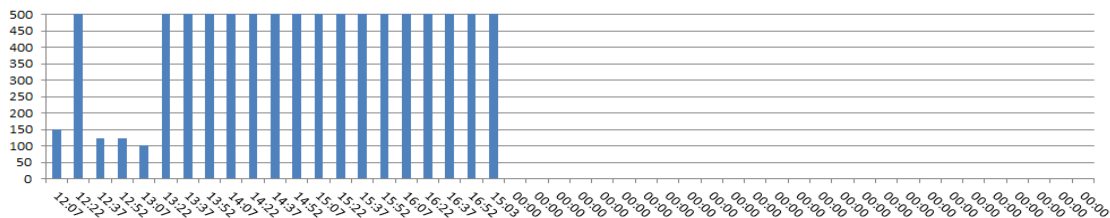
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 5
5Min-Mittel-Max: 7'249mg/m³



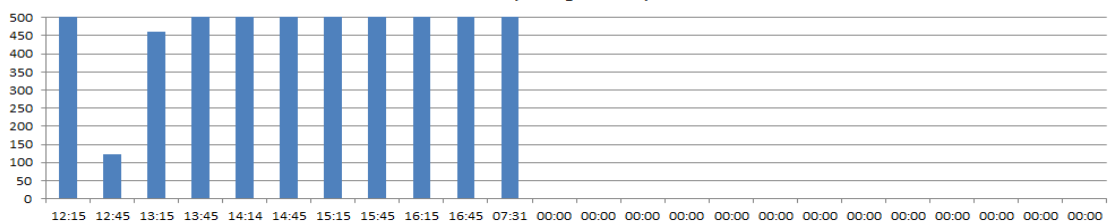
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



Messbericht Pelletfeuerung (Einschub)

Anlage 15 (200kW)

24h-Messungen vom 19.bis 22.Okt.2011

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel Leistung 30%). Bei feuchten Brennstoffen wird der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden.

24h-Messungen vom 19. bis 22. Okt. 2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen. Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3 m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Grenzwert von 4'000 mg/m³ eingehalten werden muss. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3 m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese

Anforderungen sollten während 24 h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

CO-Grenzwert
im Regelbereich

Infolge der sehr häufigen EIN-/AUS-Phasen sind leider die Betriebsphasen mit stabilem Betrieb stark verkürzt, obwohl dieser jeweils relativ schnell und mit sehr tiefen CO-Konzentrationen (unter 100 mg/m³) erreicht wird. Die Grenzwerte der LRV werden in der stabilen Phase des Regelbetriebes stark unterschritten.

CO-Grenzwert

ausserhalb Regelbereich Ausserhalb des Regelbereichs und bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s liegen die CO-Konzentrationen über lange Zeiträume deutlich über 4'000mg/m³. In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten bei CO-Konzentrationen über 4'000mg/m³ und Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Im Mittel über 3.5Tage beträgt die Überschreitungsdauer 268Min oder das 18fache von den tolerierten 15Min. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Es werden nie Abgasgeschwindigkeiten unter 0.3m/s erreicht. Vor jeder Einschaltphase werden für kurze Zeit erhöhte Abgasgeschwindigkeiten von 2 bis 2.5m/s gemessen. Diese Einschaltvorgänge führen zu extremen CO-Spitzen und vermutlich auch zu vermeidbarem Staubauswurf.

Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Diese werden zur Zeit im Rahmen von 24h-Messungen nicht erfasst. Wir gehen aber davon aus, dass mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen auch die HC-Emissionen tief gehalten werden können. Die Problematik wird von QS-Support weiter bearbeitet.

Tag	Überschreitung von 00:00 bis 12:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 12:00 bis 24:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 00:00 bis 24:00 Uhr in Min.
19.10.11		145	(145)
20.10.11	219	117	336
21.10.11	126	97	223
22.10.11	99	(59)	(158)
Mittel	148	120	268

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 1: Dauer der Überschreitung in Minuten von CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

Kommentare und Empfehlungen

24h-Messungen vom 19. bis 22.10.2011

Stabiles Brennstoffbett	Im stationären Betrieb wird ein sehr stabiles Brennstoffbett aufgebaut. Dieses führt zu sehr tiefen CO-Konzentrationen unter 100mg/m ³ .
Speicher	Während der Messzeit werden bis zu 11 EIN/AUS-Schaltungen gemacht pro 24h. Das Speichervolumen ist zu klein bemessen.
Startphasen	Die Startphasen erfolgen zu schnell. Dadurch entstehen kurzfristige Phasen mit Luftmangel (siehe am 20.10.2011 um 00:43, 02:17, 03:45 und 05:15 etc.). Der Leistungsregler sollte möglichst langsam eingestellt werden. Die CO-Spitzen nach dem Einschalten können damit vermieden werden.
Reduktion Startphasen	Im Sommerbetrieb sollten maximal zwei bis drei Startphasen pro Tag erfolgen. Massnahmen sind: • Gestufte Warmwasserwärmerladung • Leistungsregler viel träger einstellen
Ausbrandphase	Die Ausbrandphasen sind so zu optimieren, dass nicht 15Min nach dem Ausschalten CO-Konzentrationen von 8'000mg/m ³ und mehr erreicht werden. Durch kontrolliertes Abbrennen des Brennstoffbettes bis zum Glutbett bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$ (Primärluft und Sekundärluft sind in dieser Phase auch über die Lamda-Sonde zu regeln), ohne Zugabe von frischen Pellets, kann verhindert werden, dass Pellets zu Schwelgasen zersetzt werden, welche ohne Nachverbrennung ins Freie gelangen. Bei fehlender Flamme ist keine emissionsarme Verbrennung möglich. Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Diese werden zur Zeit im Rahmen von 24h-Messungen nicht erfasst. Wir gehen aber davon aus, dass mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen auch die HC-Emissionen tief gehalten werden können (die Problematik wird von QS-Support weiter bearbeitet).

Lärmimmissionen
Wärmestau

Die Nebenluftklappe im Aussenbereich wurde verschlossen. Das Aschetransportsystem wurde gegen Schallübertragung auf Gummi gelagert. Der Multizyklon wurde isoliert. Damit sollen die Lärmimmissionen und der Wärmestau im Heizraum vermindert werden. Gemäss Aussagen Frau Brunner wurde kein Streifen der Knickarmaustragung mehr festgestellt. Es scheint, dass hier keine Massnahmen mehr nötig sind (kann nur bei leerem Pelletlager überprüft werden). Die Schalldämmkulissen vor den beiden Lüftungsöffnungen im Heizraum müssten bauseits installiert werden (Auftrag Swissre an Reuss Engineering AG).

Füllstandskontrolle
Pelletlager

Der Betreiber (Hr. Müller) hat nachträglich eine Öffnung im Bereich der inneren Holzverkleidung bei der Aussentüre zum Silolager angebracht. Damit sollte durch Frau Brunner (Abwartin) mit der Taschenlampe eine gefahrlose Füllstandskontrolle vorgenommen werden können.

Gesamteindruck und weiteres Vorgehen

Gesamteindruck

Im Regelbereich wird die Anlage mit einem sehr stabilen Brennstoffbett und sehr tiefen CO-Emissionen betrieben. Die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung werden im Regelbereich deutlich unterschritten.

Die andauernd hohen Emissionen in den instationären Betriebsphasen können durch obige Massnahmen ebenfalls deutlich reduziert werden.

Gemäss Aussage Frau Brunner konnten die Geräuschübertragung durch Körperschall in die Attika-Wohnung deutlich verringert werden.

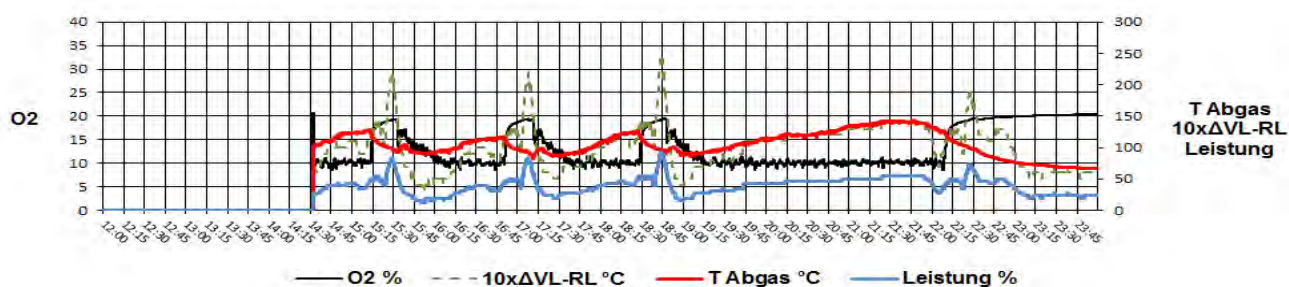
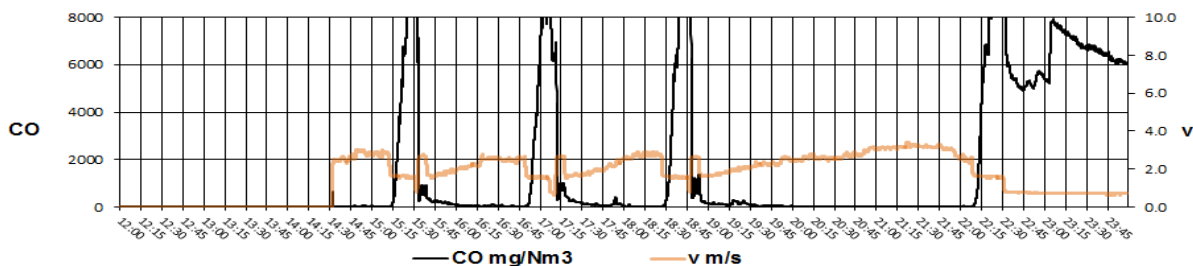
Weiteres Vorgehen

Die vorgeschlagenen Massnahmen sollten durch die Herstellerfirma baldmöglichst umgesetzt werden. Der Erfolg der Massnahmen sollte mit einer weiteren Aufzeichnung der Betriebsparameter aufgezeigt werden. QS-Support bietet fachliche Unterstützung an bei der Beurteilung der Aufzeichnungen.

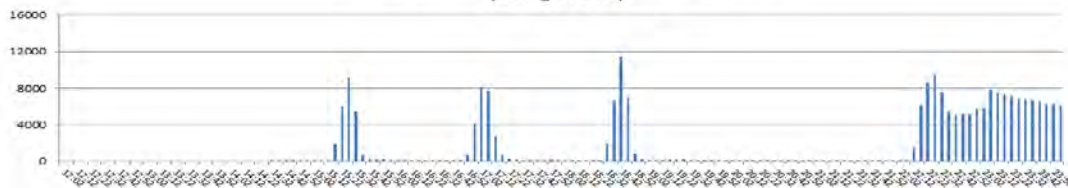
24h-Messungen Anlage 15 19. bis 22.Okt.2011

Einschubfeuerung 200 kW Pellets 19.Okt.2011

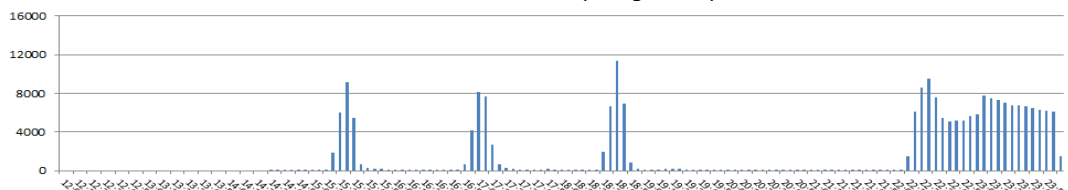
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 145 Min



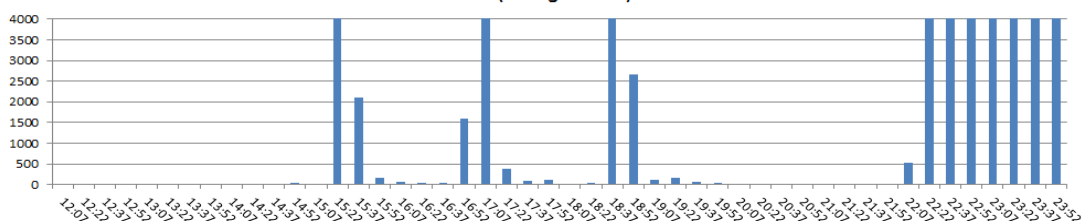
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



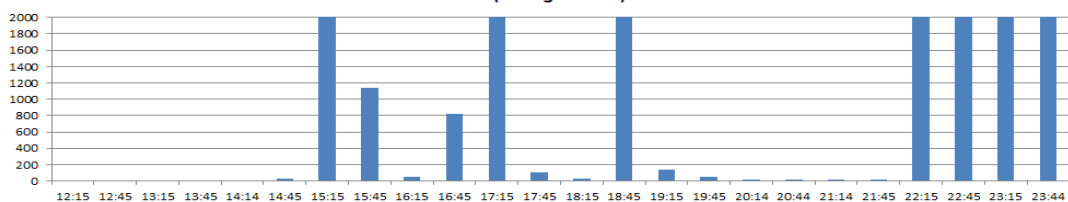
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

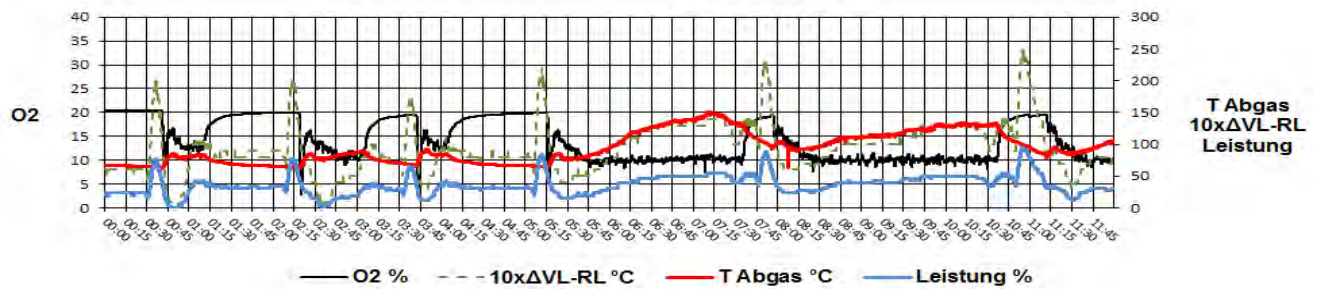
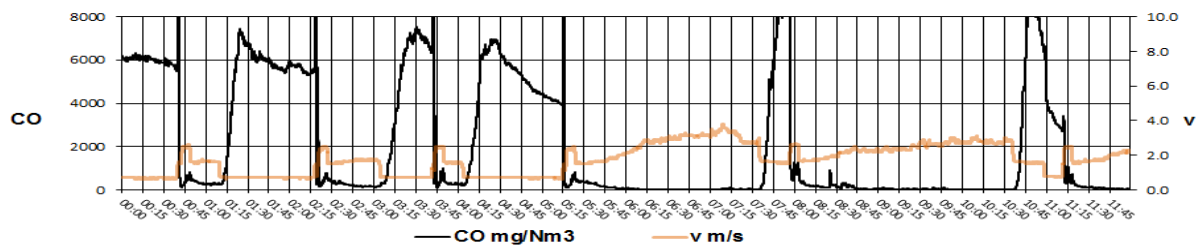


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

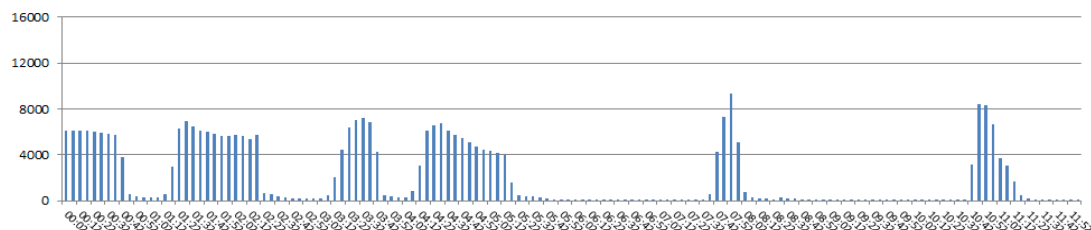


Einschubfeuerung 200 kW Pellets 20.Okt.2011

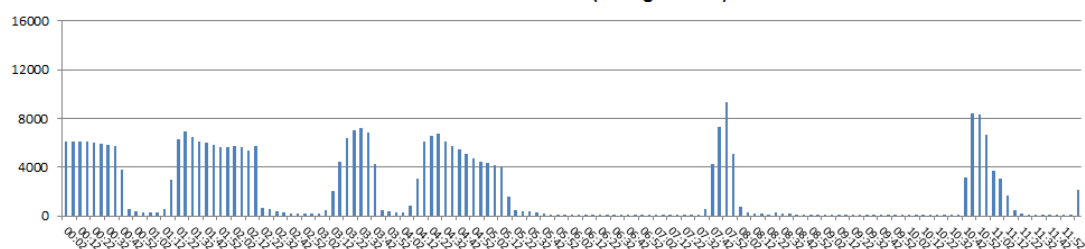
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 219 Min



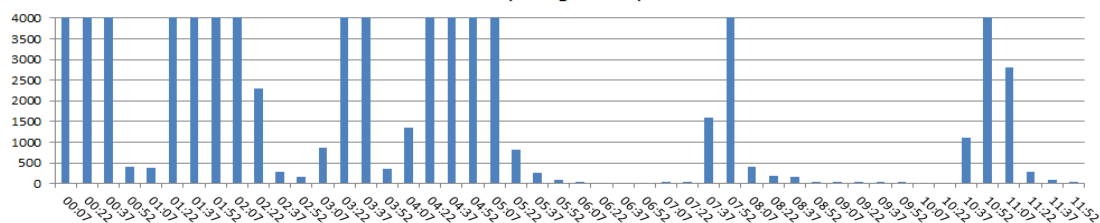
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



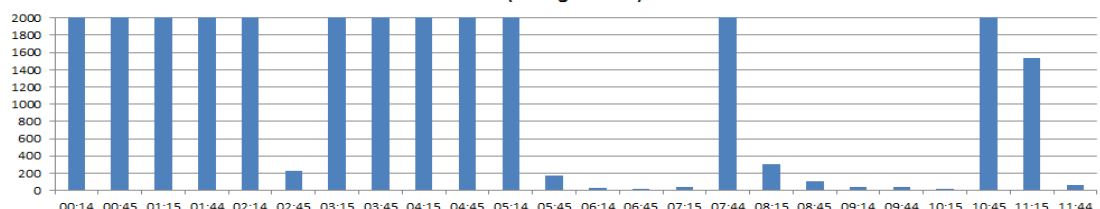
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

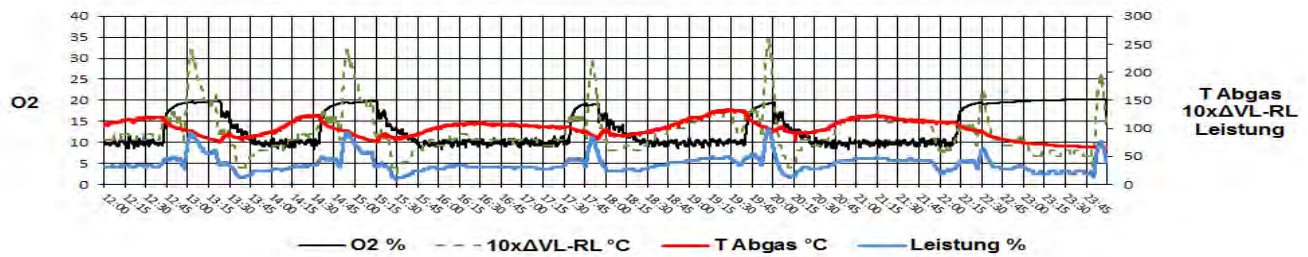
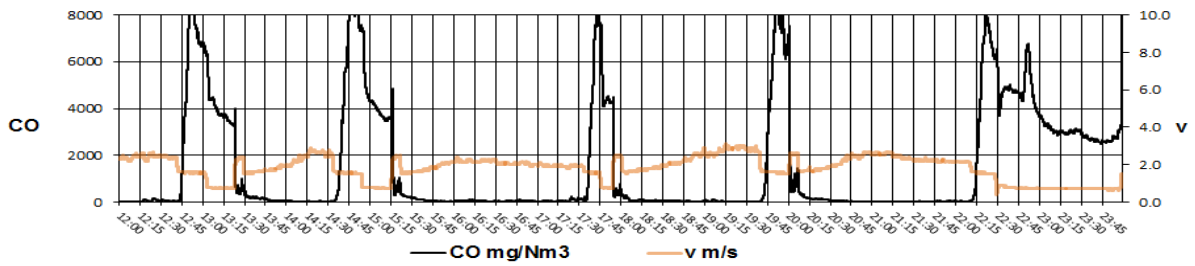


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

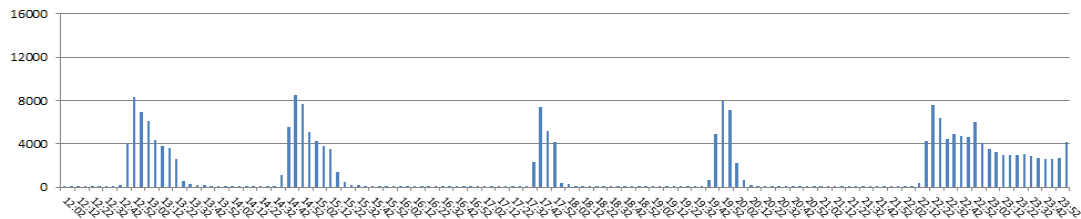


Einschubfeuerung 200 kW Pellets 20.Okt.2011

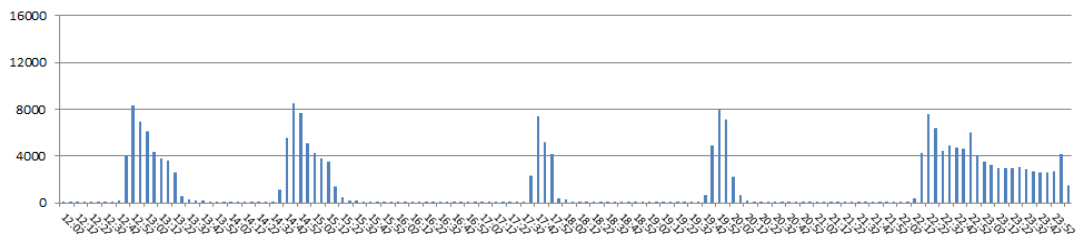
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 117 Min



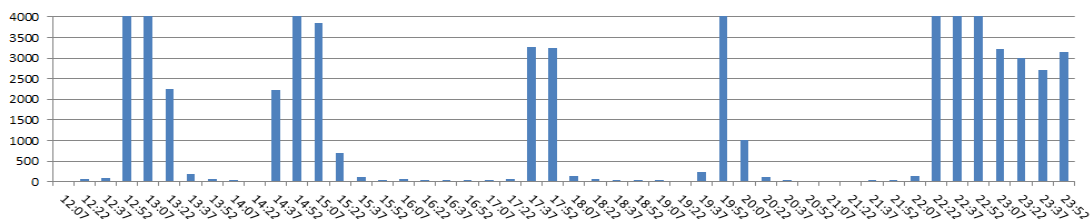
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



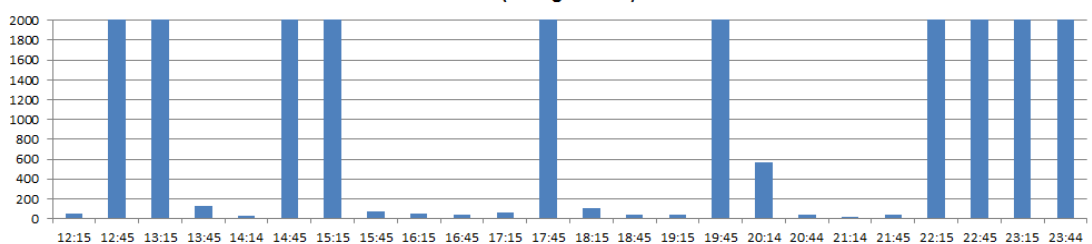
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



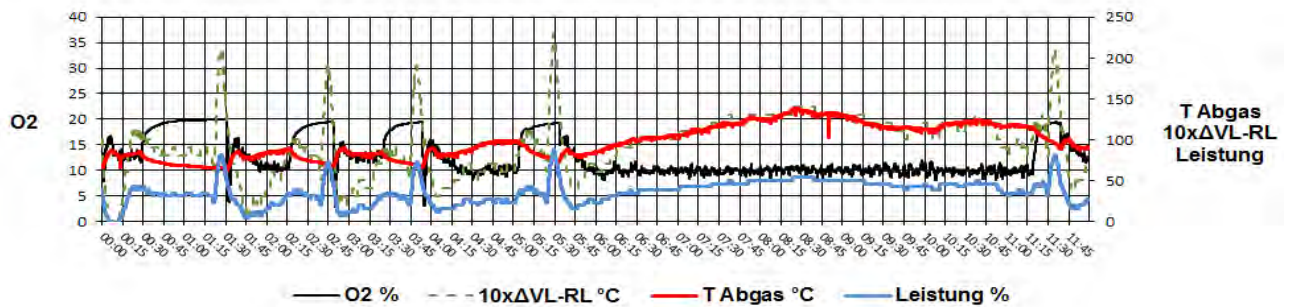
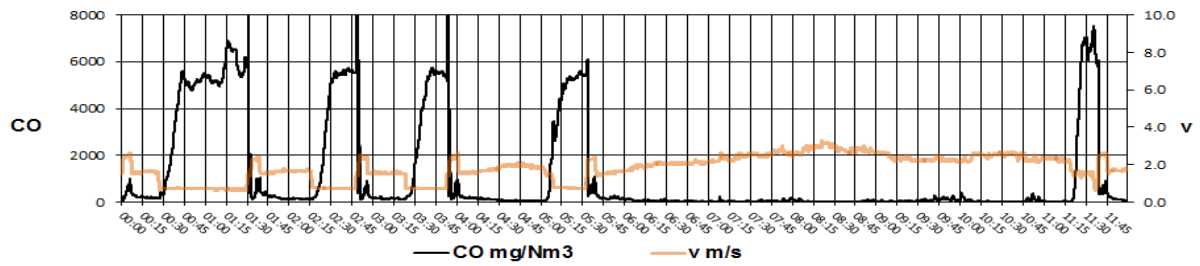
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Einschubfeuerung 200 kW Pellets 21.Okt.2011

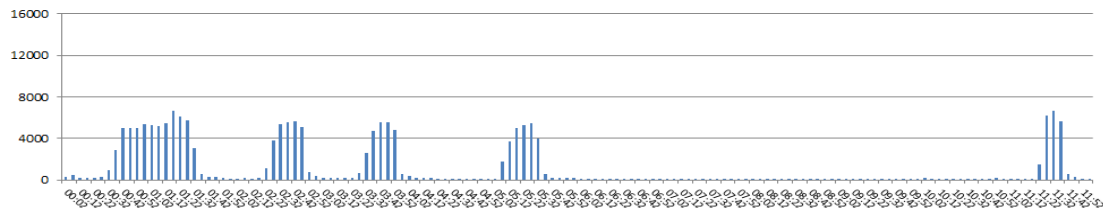
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 126 Min



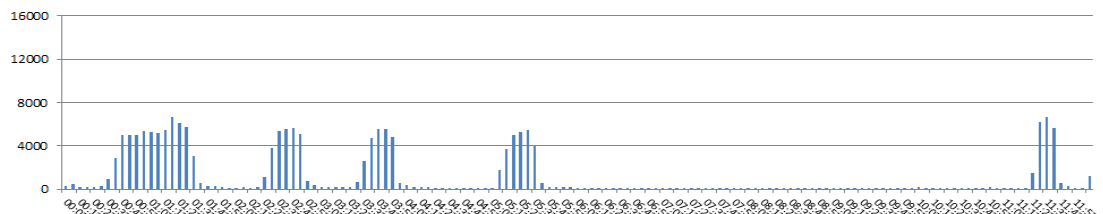
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



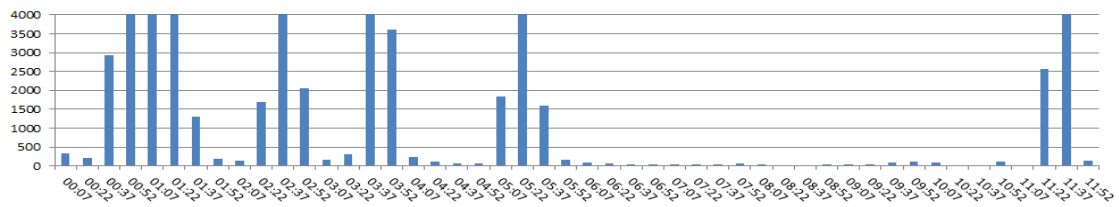
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



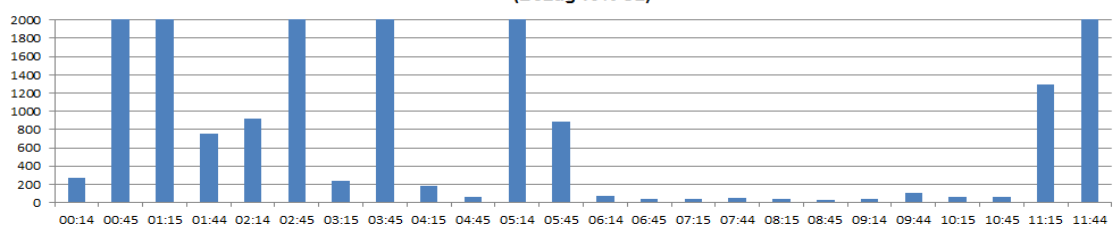
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

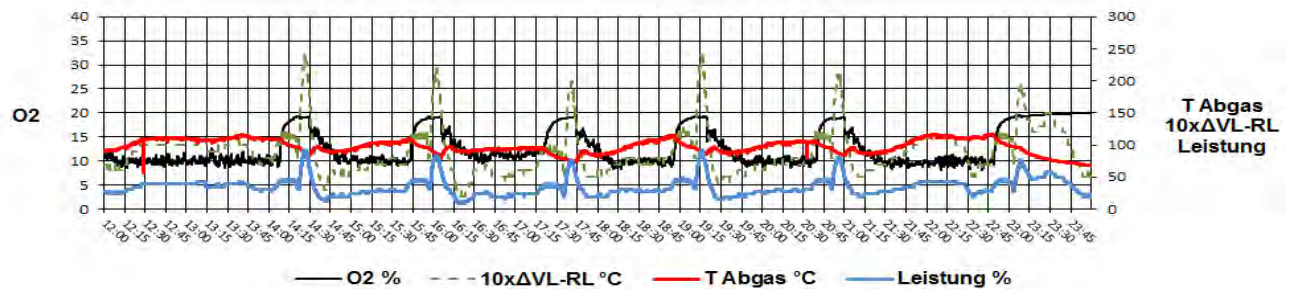
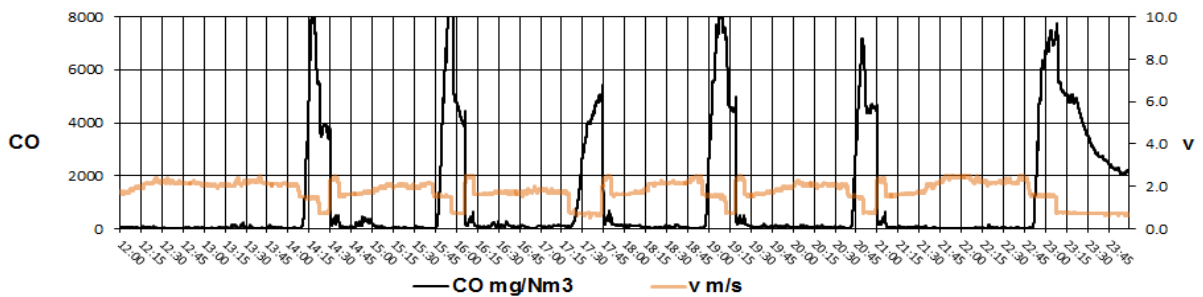
(Bezug 13% O₂)



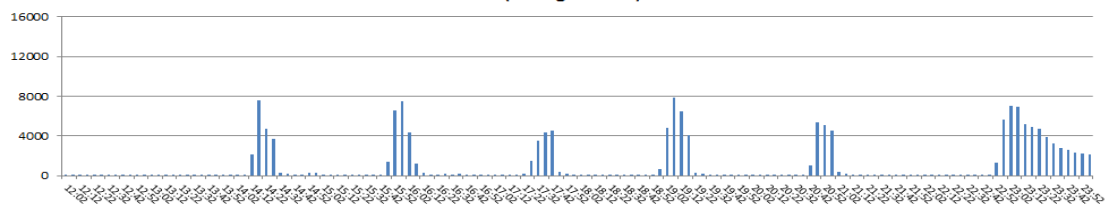
Einschubfeuerung 200 kW Pellets 21.Okt.2011

(Bezug 13% O₂)

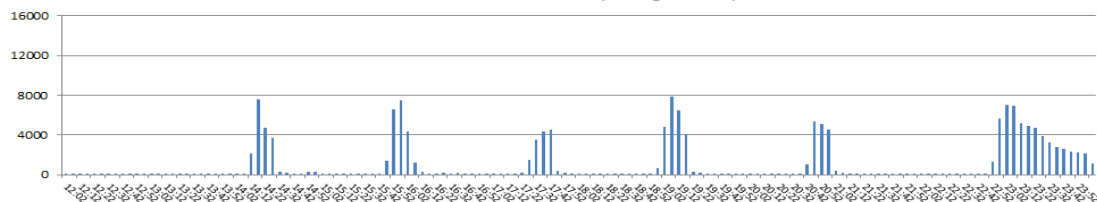
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 97 Min



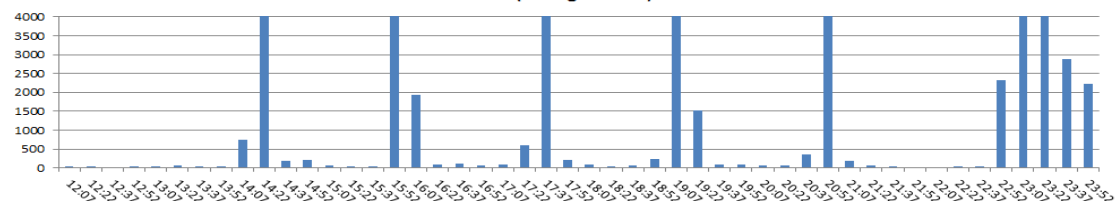
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



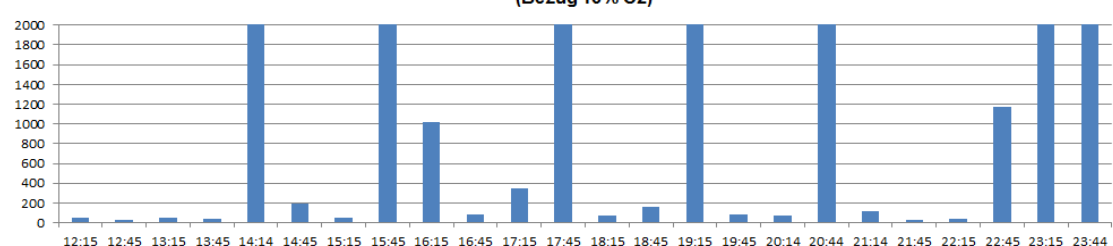
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



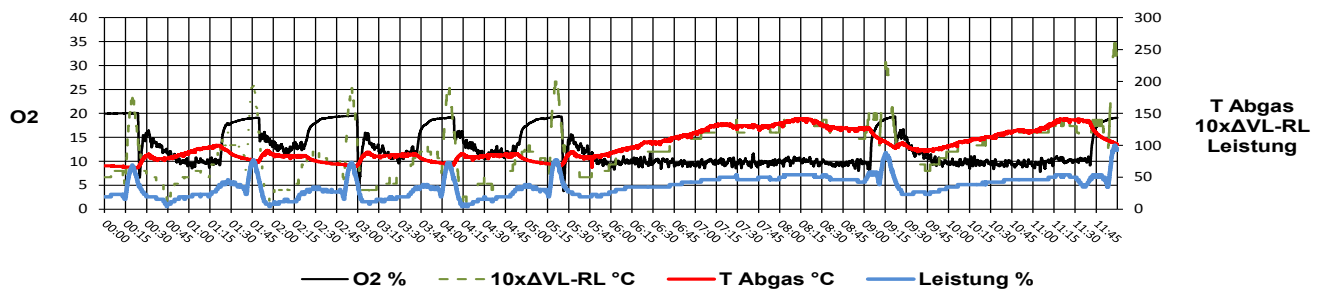
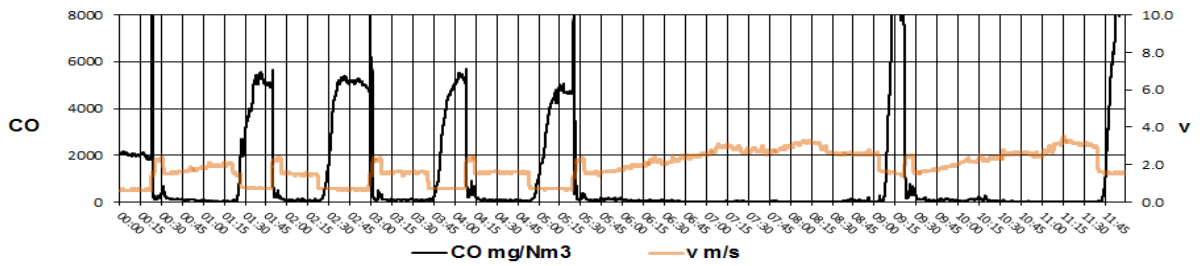
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Einschubfeuerung 200 kW Pellets 22.Okt.2011

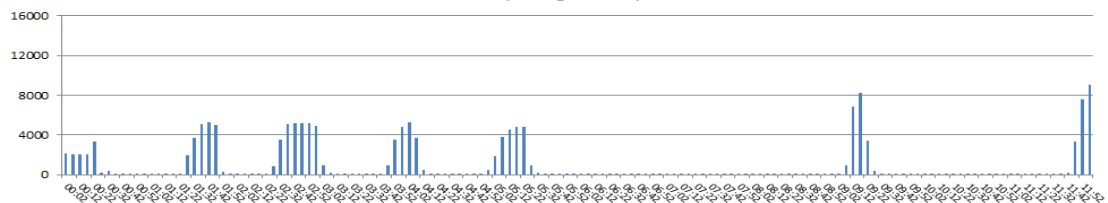
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 99 Min



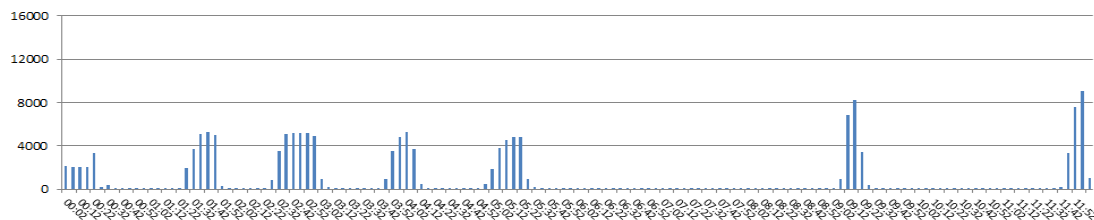
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



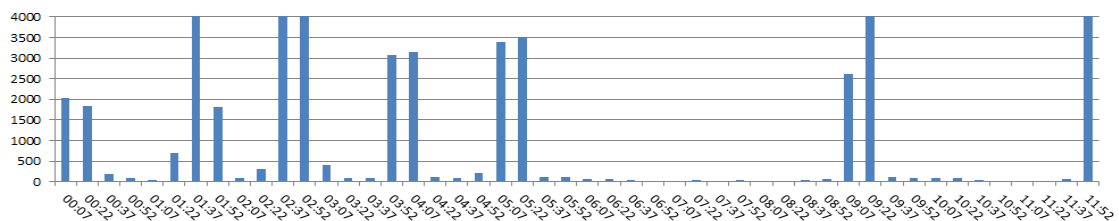
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



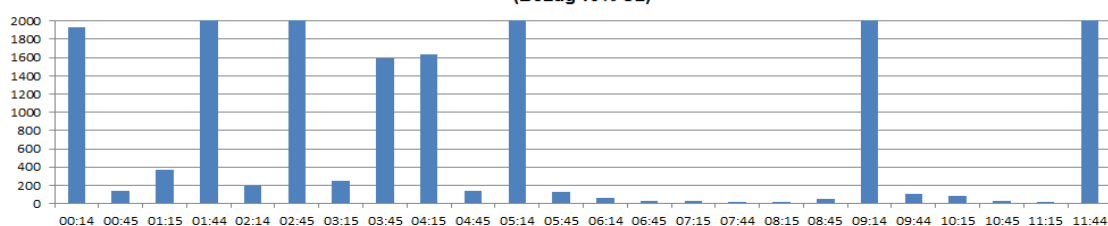
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

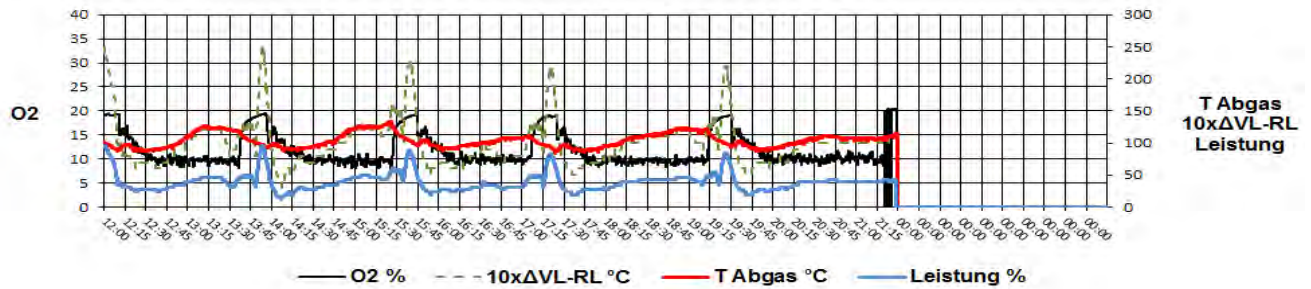
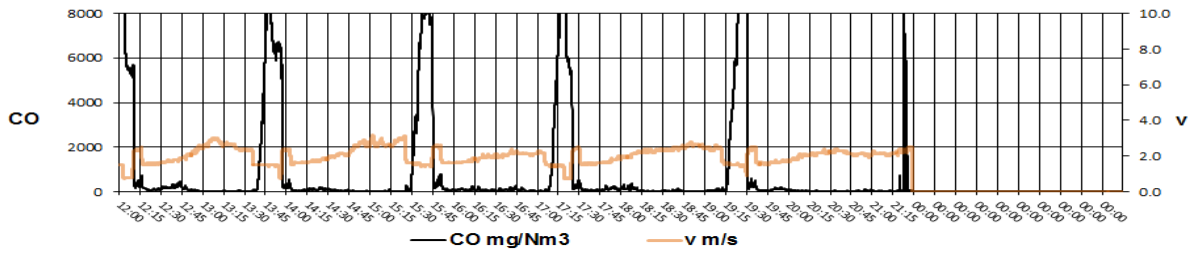
(Bezug 13% O₂)



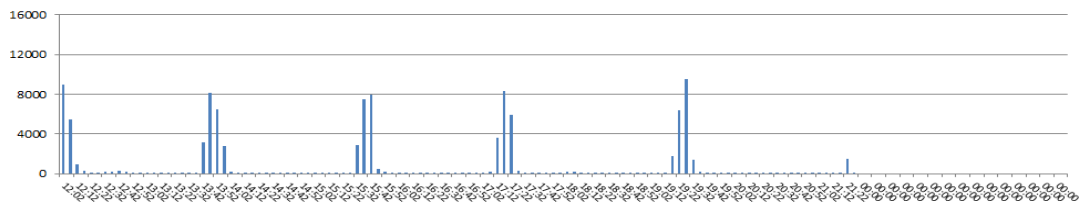
Einschubfeuerung 200 kW Pellets 22.Okt.2011

(Bezug 13% O₂)

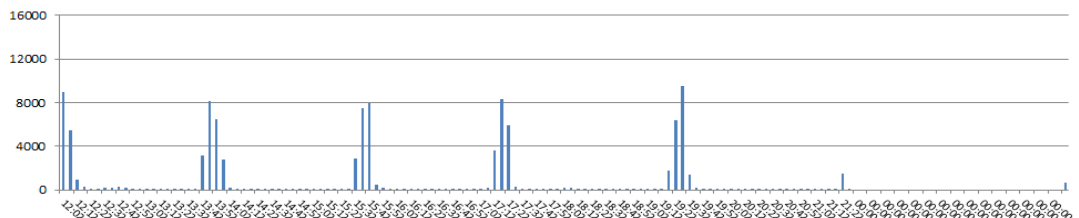
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 59 Min



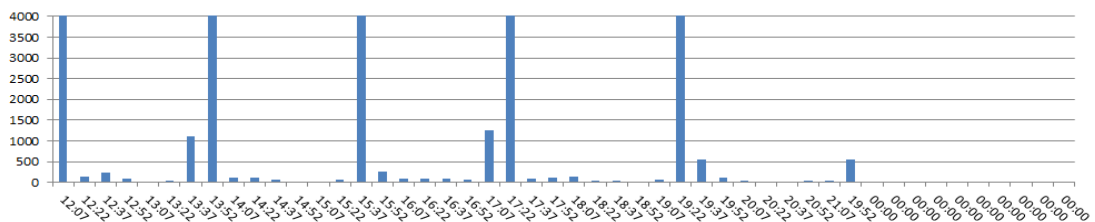
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



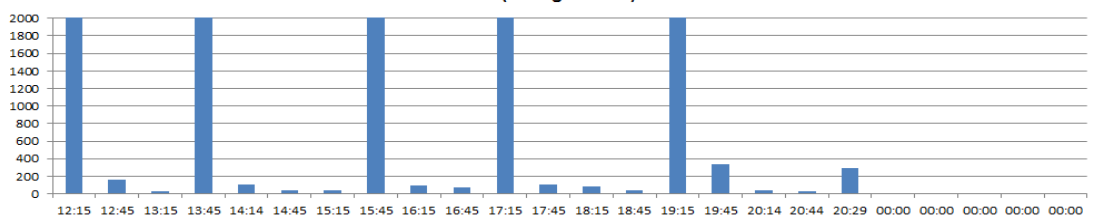
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Messbericht Pelletfeuerung (Unterschub)

Anlage 16 (240kW)

24h-Messungen vom 25.bis 31.Aug.2011

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel Leistung 30%). Bei feuchten Brennstoffen wird der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden.

24h-Messungen vom 25. bis 31. Aug.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen. Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3 m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs einen Richtwert von 4'000 mg/m³ eingehalten werden muss. Überschreitungen dieses Richtwertes bei Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3 m/s können je nach Ausbreitungssituation und

Wetterverhältnissen zu Geruchsbelästigungen führen. Zur Zeit gehen wir davon aus, dass diese Vorgaben während 24h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden sollten. Eine ähnliche Forderung ist auch im Entwurf für die kleine Messempfehlung des BAFU für Holzfeuerungen bis 70kW vorgesehen.

Start der Feuerung Der Kessel wurde am Morgen vor Messbeginn um 7Uhr abgeschaltet. Nach dem Start um 10:35Uhr im abgekühlten Zustand wurde nach 6Min die Zündung am Schauglas sichtbar ($\text{CO } 2'630\text{mg/m}^3$). Nach 7 Min ab Start wurden erstmals CO-Konzentrationen unter $1'000\text{mg/m}^3$ gemessen ($\text{CO } 991\text{mg/m}^3$) und 12Min nach Start wurden bereits die Grenzwerte für stationären Betrieb ($\text{CO } 500\text{mg/m}^3$) erreicht ($\text{CO } 496\text{mg/m}^3$).

CO-Grenzwert im Regelbereich Auch wenn die stationären Betriebsphasen bei 30%-Leistung teilweise sehr kurz waren (um 30Min) liegen die 15Min- und 30Min-Mittelwerte im Bereich des Grenzwertes oder darunter. Bei längeren stationären Betriebsphasen (über 45Min) können die 15Min- und 30Min-Mittelwerte deutlich unter dem Grenzwert ($\text{CO } 500\text{mg/m}^3$) liegen. Teilweise liegen die 15Min- und 30Min-Mittelwerte aber auch im Regelbereich über den Grenzwerten.

CO-Richtwert ausserhalb Regelbereich Ausserhalb des Regelbereichs und bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s liegen die CO-Konzentrationen über lange Zeiträume deutlich über $4'000\text{mg/m}^3$. In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten von CO-Konzentrationen über $4'000\text{mg/m}^3$ bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Im Mittel über 5Tage beträgt die Überschreitungsdauer 284Min oder das 19fache von 15Min. Dies kann, je nach örtlicher Situation, zu Geruchsbelästigungen führen.

Tag	Überschreitung von 00:00 bis 12:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 12:00 bis 24:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 00:00 bis 24:00 Uhr in Min.
25.8.11	(7)	108	(115)
26.8.11	429	148	577
27.8.11	373	141	514
28.8.11	0	95	95
29.8.11	2	188	190
30.8.11	17	282	299
31.8.11	91	(32)	(123)
Mittel	152	132	284

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 2: Dauer der Überschreitung in Minuten von $\text{CO } 4'000\text{mg/m}^3$ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

Rauchbild Während der Anwesenheit vom 25. und 31.Aug.2011 wurden diverse Fotoaufnahmen von der Kaminmündung gemacht. Dabei konnte kein Rauch festgestellt werden.

Russablagerungen

Auf dem Flachdach des Gebäudes, insbesondere in Kaminnahe, wurden am 31.Aug.2011 nur unwesentliche und kaum bemerkbare Russablagerungen festgestellt.

WebCam während Messzeit (25. bis 31.Aug.2011)

Ab 25.Aug.2011 wurde auf dem gegenüberliegenden Balkon eine WebCam installiert. Bis 28.Aug.2011 sind im Archiv 5Min-Bilder verfügbar. Ab 29.Aug.2011 wurde auf 1Min-Bilder umgestellt. Tabelle 3 enthält die Zeiten an denen aufgrund der ausgewerteten Bilder Rauch festgestellt wurde. Bei der Beurteilung wird unterschieden in kaum sichtbaren und schwach sichtbaren Rauch. Intensivere Rauchstufen waren nicht erkennbar. An insgesamt 5 vollen Tagen (vom 26. bis 31.08.2011) wurden lediglich drei Rauchbilder der Stufe „schwach sichtbar“ registriert. Die Rauchentwicklung der Anlage liegt somit im tolerierbaren Bereich (unter 3x5 Min. pro Tag).

Datum	Zeit	Bemerkungen
25.08.2011	keine Rauchbilder festgestellt	Installation WebCam 18:30Uhr Ein Bild alle 5 Min.
26.08.2011	07:35; 09:25; 09:35	Ein Bild alle 5 Min.
27.08.2011	08:10; <u>08:30</u> ; 08:35-09:00; 10:35	Ein Bild alle 5 Min.
28.08.2011	09:50; 11:55	Ein Bild alle 5 Min.
29.08.2011	<u>07:37</u> ; 07:42-07:44; 09:45 - 09:46;	Ein Bild jede Min.
30.08.2011	08:40; 09:41-09:42; 19:22-19:23; 20:04-20:08	Ein Bild jede Min.
31.08.2011	07:12-07:13; 07:48; <u>08:11</u> -08:14	Ein Bild jede Min. Ende der Messung 15:30Uhr

Tab. 3: Auswertung WebCam vom 25. Bis 31. August 2011: Zeiten mit kaum oder schwach sichtbarem Rauch an der Kaminmündung (Abstufung: kein, kaum, schwach, stark)

Regelparameter

Aus technischen Gründen, war leider die Erfassung der Regelparameter während der Messzeit vom 25. bis 31.Aug. 2011 nicht möglich. Es liegen aber Aufzeichnungen vom 30. bis 3.Okt.2011 vor. Während dieser Zeit waren die Aussentemperaturen ebenfalls relativ hoch. Das Anlageverhalten während dieser Periode ist daher vergleichbar mit der Messzeit.

WebCam ausserhalb
Messzeit
(29.9.bis 3.10.2011)

Bei der Auswertung der Bilder ausserhalb der Messzeit konnte nur an einem Tag während 1Min schwacher Rauch an der Kaminmündung festgestellt werden (vgl Fotodokumentation):

30.Sept.2011: 10:59

Gemäss Reinigungsprotokoll im Anhang wurde zu diesem Zeitpunkt die kleine Reinigung durchgeführt. Die geringe Rauchentwicklung während der Messzeit wird somit bestätigt.

Kommentare und Empfehlungen

24h-Messungen vom 25. bis 31.8.2011

Stabiles Brennstoffbett	Damit CO-Spitzen (siehe am 27.08.2011 um 2:53 und 21:55 sowie am 29.08.2011 um 20:15 und 23:30) infolge örtlichem Luftmangel vermieden werden können, sollte ein stabiles Brennstoffbett aufgebaut werden ($\lambda < 2$, O_2 im Bereich 8 -10%).
Regelparameter	Kurzfristige Schwankungen des O_2 -Wertes im Bereich von 10-16% sollten unbedingt vermieden werden. Die Regelparameter für die Verbrennung sollten dazu möglichst langsam eingestellt werden. Allenfalls sollte auch der Primärluftanteil reduziert werden.
Startphasen	Die Startphasen erfolgen zu schnell. Dadurch entstehen kurzfristige Phasen mit Luftmangel (siehe am 25.08.2011 um 16:07, 20:45 und 23:20 sowie am 27.08.2011 um 12:28 und 20:30).
Reduktion Startphasen	Im Sommerbetrieb sollten maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen. Massnahmen sind: • Gestufte Warmwasserwärmerladung • Vergrösserung der Hysterese von AUS- und EIN-Schalttemperaturen • Leistungsregler viel träger einstellen (Ist: P04: 100; P05: 35) • Die λ-Sonde des Kessels reagiert zu träge im Vergleich mit der Messsonde. Schnelle Schwankungen werden nicht erkannt.

Kein kurzes Ausschalten	Kurze Ausschaltzeiten müssen verhindert werden (siehe am 26.08.2011 um 20:30 - 21:00 sowie am 28.08.2011 um 2:04 - 2:28 und um 7:25 - 8:00, 2.10.2011 von 12:00 -16:00 etc.).
Ausbrandphase	Die Ausbrandphasen sind so zu optimieren, dass nicht 50Min nach dem Ausschalten CO-Konzentrationen von 8'000mg/m ³ und mehr erreicht werden. Durch kontrolliertes Abbrennen des Brennstoffbettes bis zum Glutbett bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$ (Primärluft und Sekundärluft sind in dieser Phase auch über die Lamda-Sonde zu regeln), ohne Zugabe von frischen Pellets, kann verhindert werden, dass Pellets zu Schwelgasen zersetzt werden, welche ohne Nachverbrennung ins Freie gelangen. Bei fehlender Flamme ist keine emissionsarme Verbrennung möglich. Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Diese werden zur Zeit im Rahmen von 24h-Messungen nicht erfasst. Wir gehen aber davon aus, dass mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen auch die HC-Emissionen tief gehalten werden können (die Problematik wird von QS-Support weiter bearbeitet).
WebCam	26.8.2011 (ein Bild alle 5Min): Etwa 30Min nach dem Aufstarten um 07:35 ist auf einem Bild kaum sichtbarer Rauch erkennbar. Die gleiche Beobachtung wurde auch nach dem Abstellen um 09:25 und 09:35 gemacht. 27.8.2011 (ein Bild alle 5Min): Der kaum sichtbare Rauch um 08:10 und der schwach sichtbare Rauch um 08:30 hängen mit instabilem Brennstoffbett und O₂-Schwankungen zusammen. Die kaum sichtbaren Rauchstösse von 08:35 bis 09:00 sind die Folge von nicht erklärbaren kurzfristigen O₂- und Leistungsschwankungen. Dies gilt auch für die kaum sichtbare Rauchentwicklung um 10:35. 28.8.2011 (ein Bild alle 5Min): Nach der kurzfristigen Leistungsänderung um 09:50 und infolge O₂-Schwankungen um 11:55 entsteht ebenfalls kaum sichtbarer Rauch. 29.8.2011 (ein Bild jede Min): Im Zusammenhang mit einer kurzen Leistungserhöhung entsteht um 07:37 schwach sichtbarer und von 07:42 bis 07:44 kaum sichtbarer Rauch. Nach der Leistungsreduktion um 09:45 bis 09:46 entsteht ebenfalls kaum sichtbarer Rauch. 30.8.2011 (ein Bild jede Min): Der kaum sichtbare Rauch um 08:40 sowie um 09:41 bis 09:42 wird durch Leistungsschwankungen und Instabilitäten verursacht. Nach dem Anfahren entsteht wieder kaum sichtbarer Rauch um 19:22 bis 19:23. Die kaum sichtbaren Rauchbilder 20:04 bis 20:08 sind die Folge einer kurzfristigen Leistungserhöhung.

31.8.2011 (ein Bild jede Min): Nach dem Einschalten um 07:12 und 07:13 entsteht Luftmangel mit kaum sichtbarem Rauch. Ein deutliches Schwingen über längere Zeit (07:15-10:30) verursacht um 07:48 kaum sichtbaren, um 08:11 schwach und bis 08:14 kaum sichtbaren Rauch.

30.9. bis 3.10.2011 (nach der Messung, ein Bild jede Min): am 30.09.2011 um 10:59 ist, im Zusammenhang mit dem kurzen Ein- und Ausschalten, während einer Minute schwacher Rauch sichtbar.

Gesamteindruck und weiteres Vorgehen

Gesamteindruck

Die beobachteten Rauchbilder lassen darauf schliessen, dass von dieser Anlage zur Zeit keine übermässige optische Beeinträchtigung ausgeht.

Unter der Voraussetzung, dass die obigen Empfehlungen zur Optimierung zusammen mit dem Hersteller umgesetzt werden, kann davon ausgegangen werden, dass die Anlage die Grenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung im gesamten Regelbereich (stationäre Betriebsphasen) einhält.

Die andauernd hohen Emissionen in den instationären Betriebsphasen können durch obige Massnahmen ebenfalls deutlich reduziert werden. Allerdings wird sich vor allem im Sommerbetrieb, die ungenügende Auslegung des Pufferspeichers nachteilig auf die Emissionen auswirken.

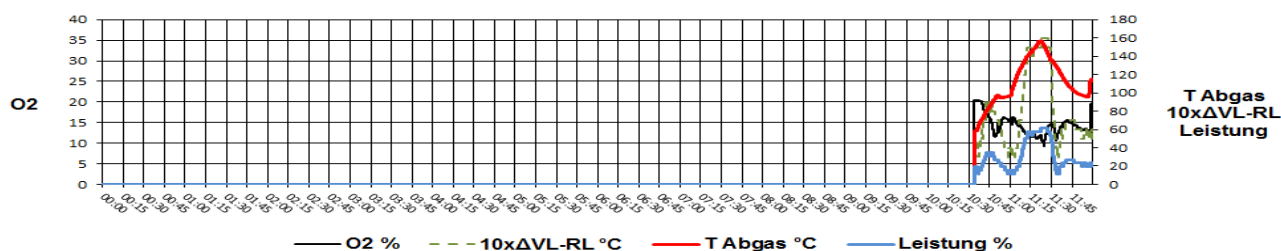
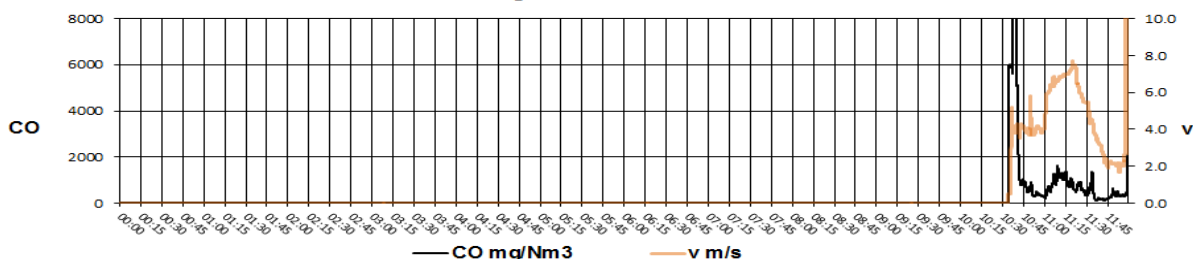
Weiteres Vorgehen

Die vorgeschlagenen Massnahmen sollten durch die Herstellerfirma baldmöglichst umgesetzt werden. Der Erfolg der Massnahmen sollte mit einer weiteren Aufzeichnung der Betriebsparameter aufgezeigt werden. QS-Support unterstützt die Kantonale Fachstelle bei der Beurteilung der Aufzeichnungen.

24h-Messungen Anlage 16 25. bis 31.Aug.2011

Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 25.Aug.2011

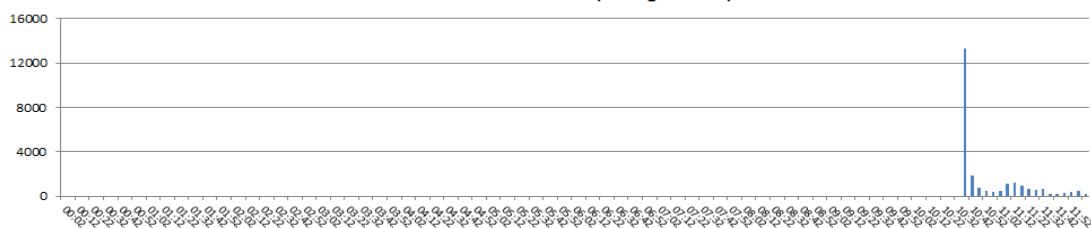
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 7 Min



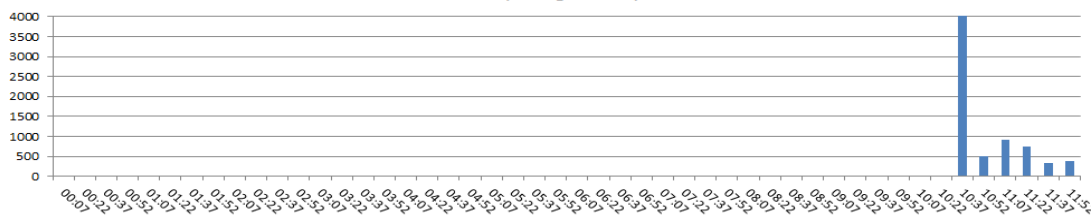
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



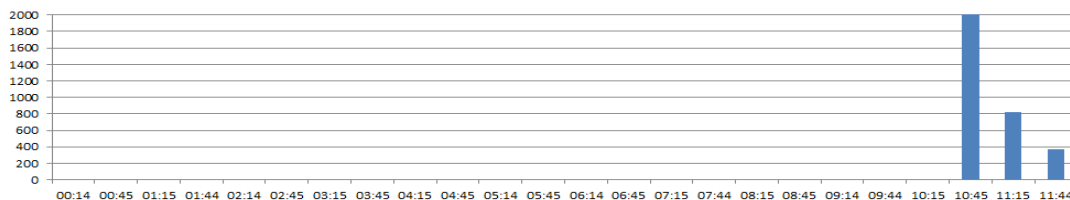
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

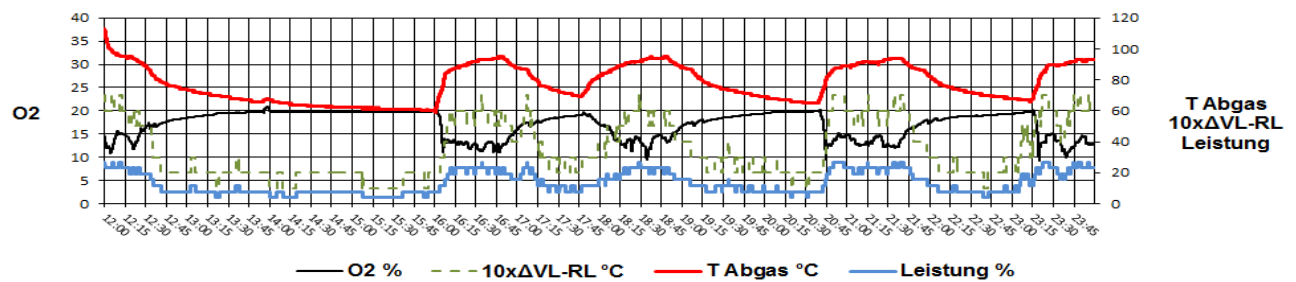
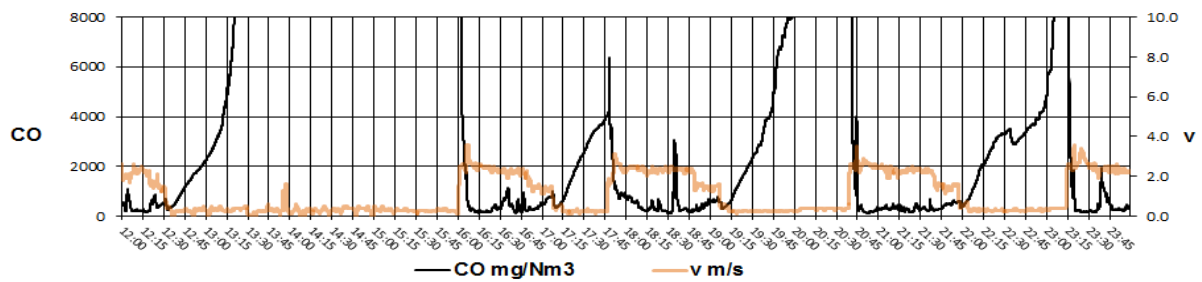


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

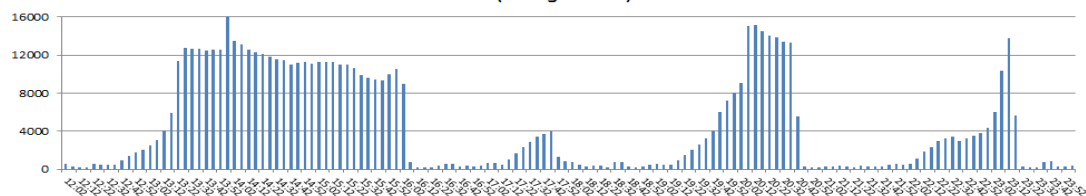


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 25.Aug.2011

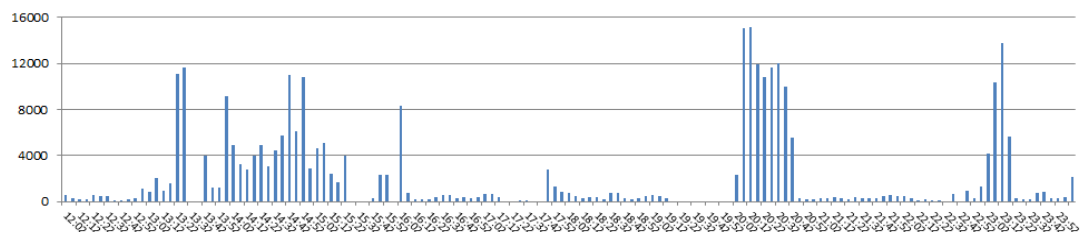
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 108 Min



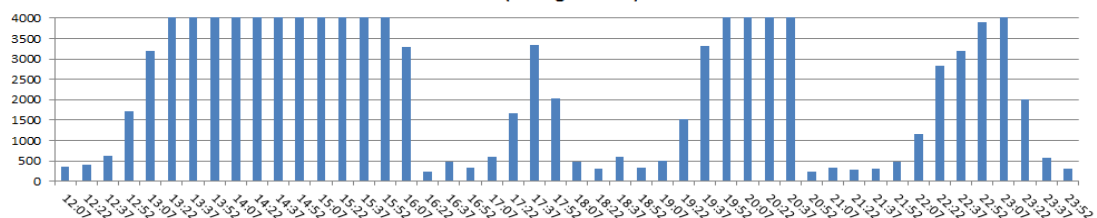
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



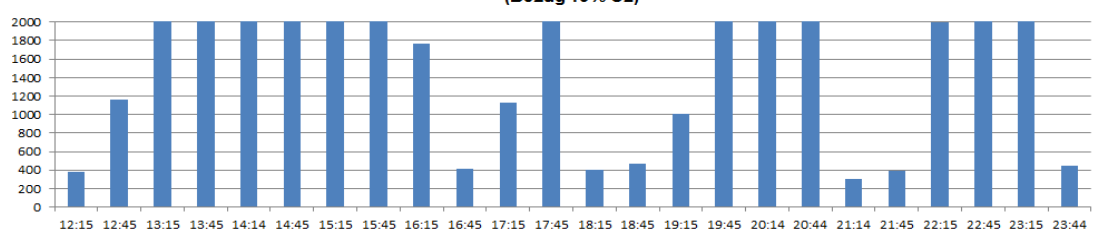
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



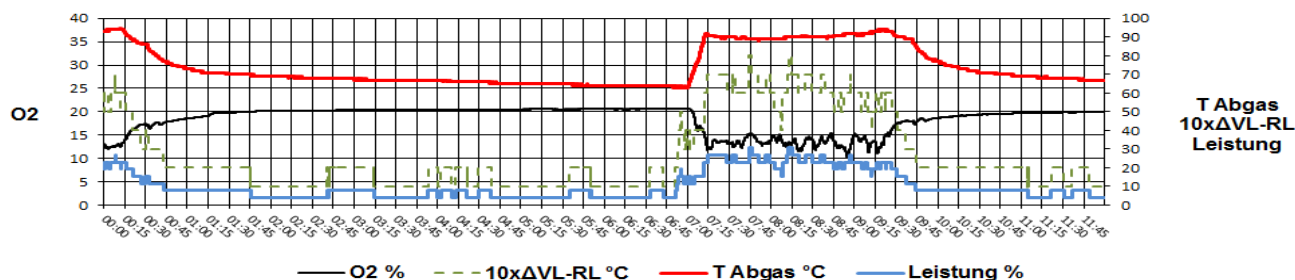
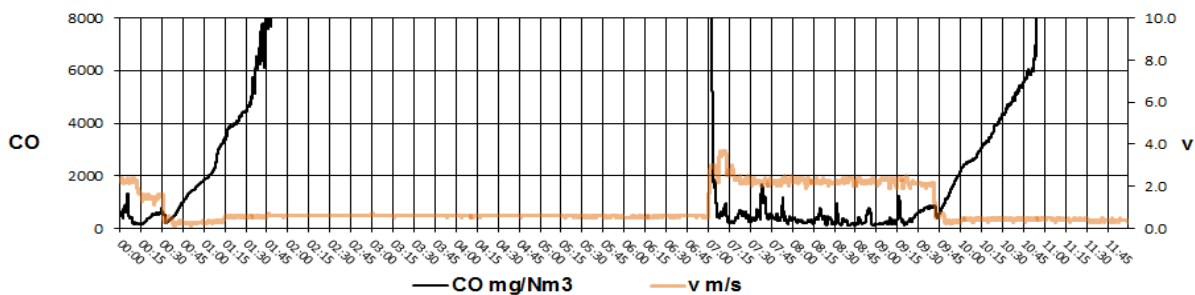
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



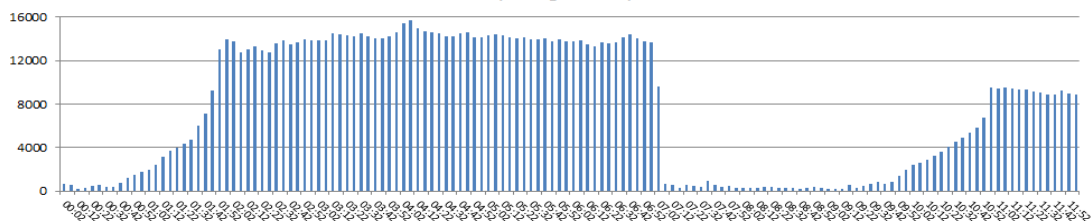
Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 26.Aug.2011

(Bezug 13% O₂)

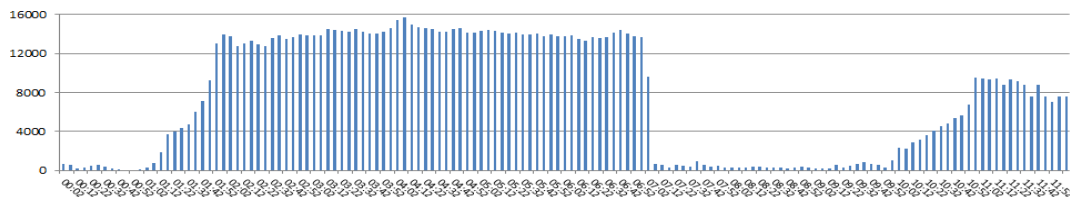
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 429 Min



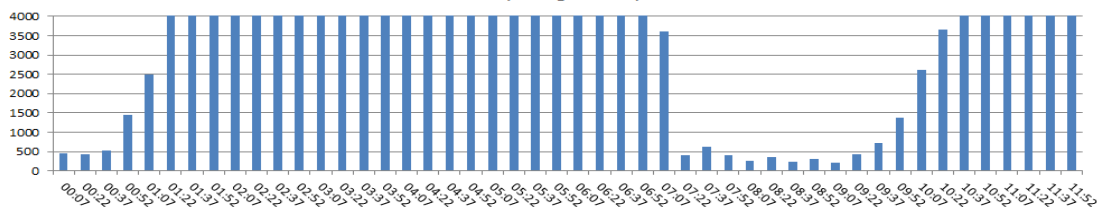
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



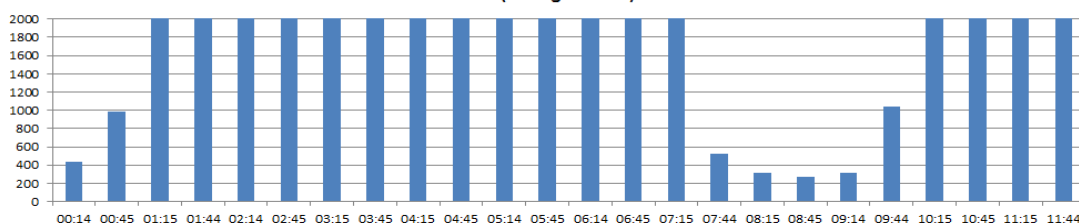
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



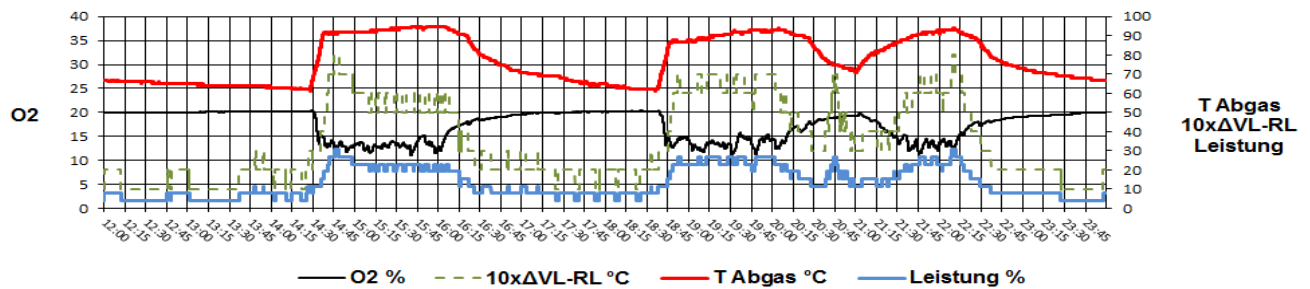
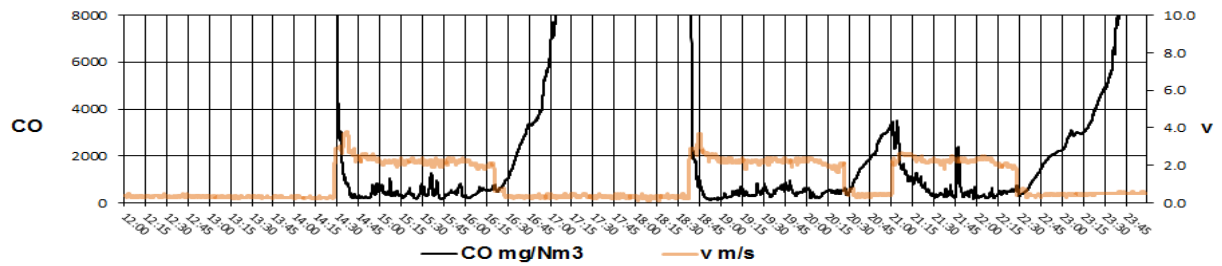
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



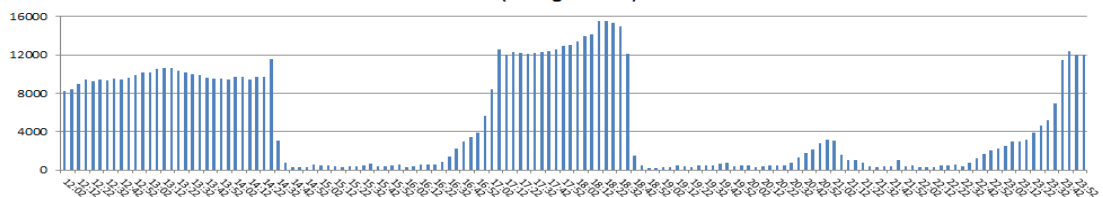
Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 26.Aug.2011

(Bezug 13% O₂)

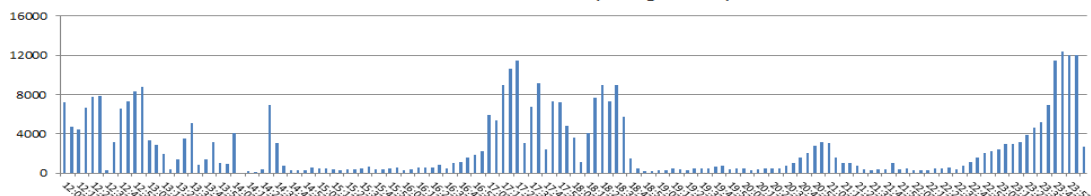
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 148 Min



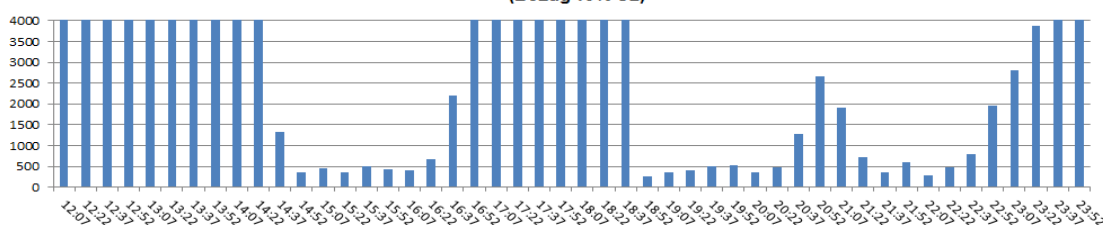
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



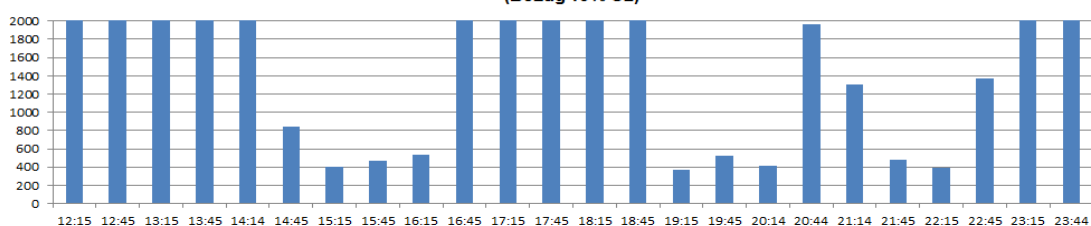
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

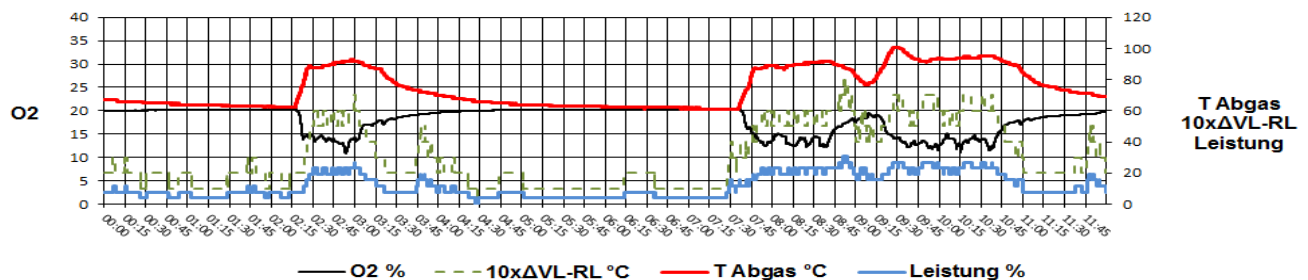
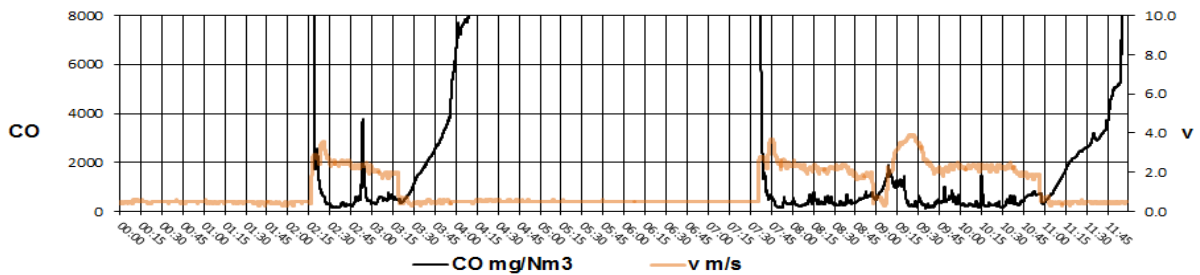


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

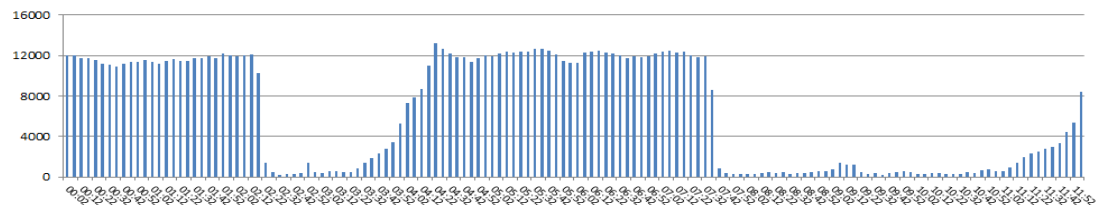


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 27.Aug.2011

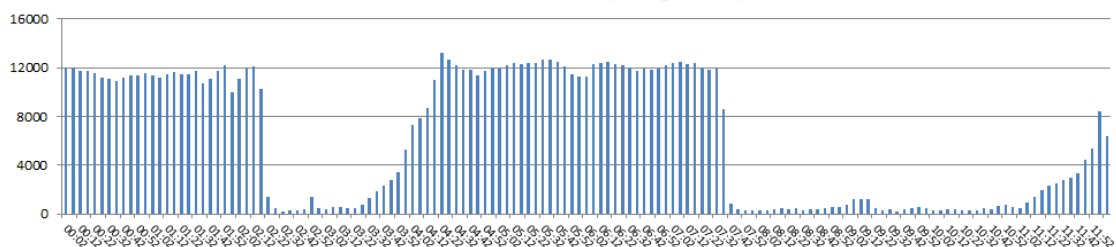
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 373 Min



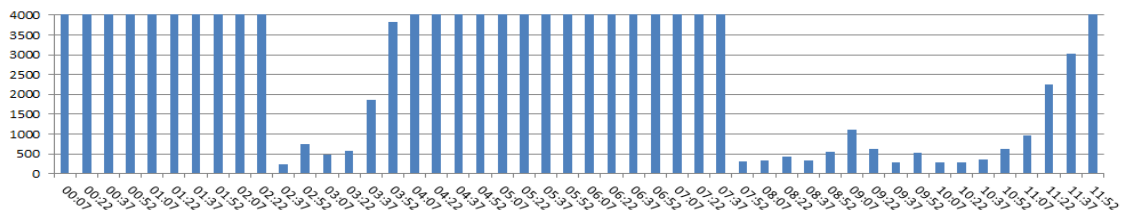
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



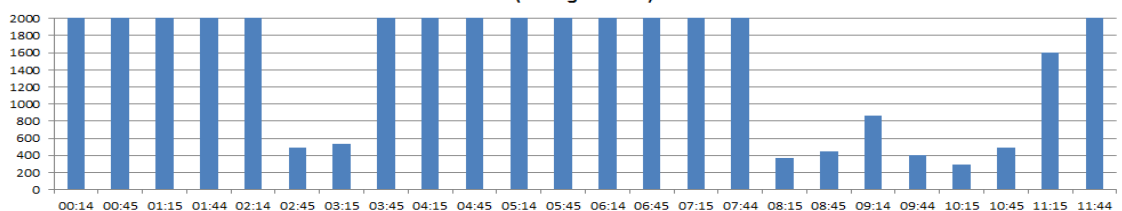
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

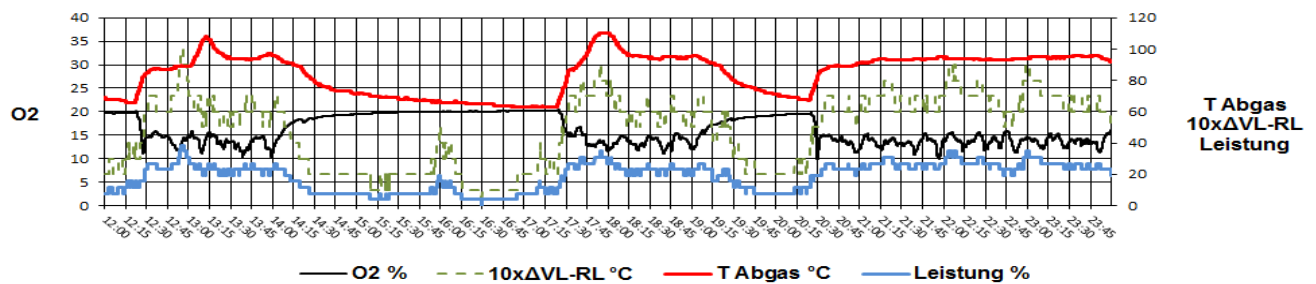
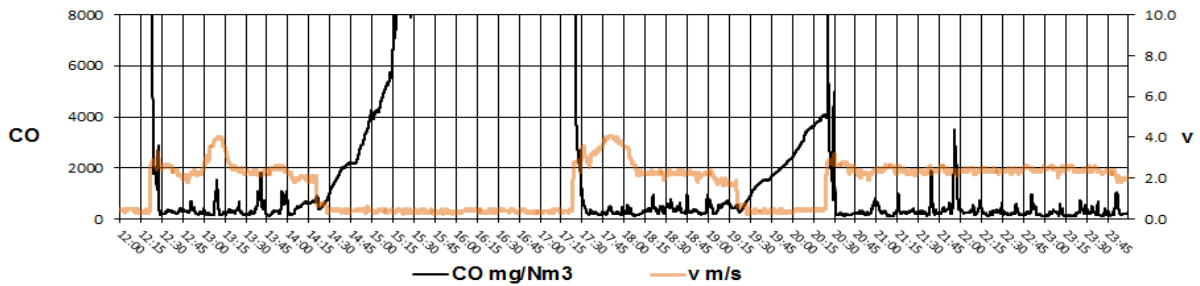


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

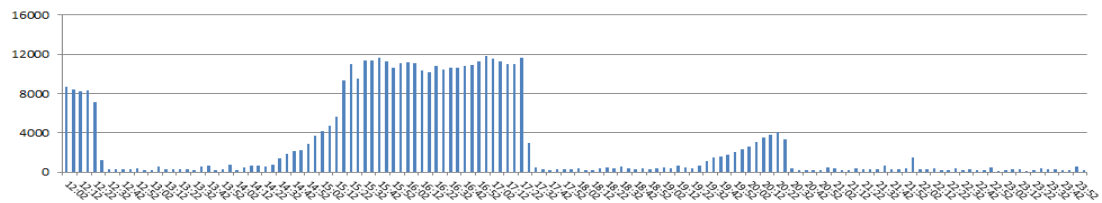


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 27.Aug.2011

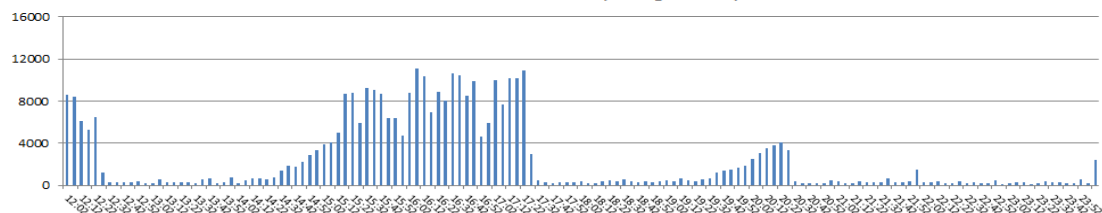
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 141 Min



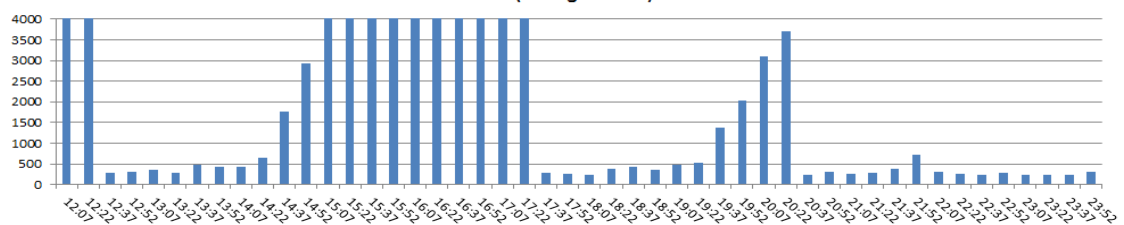
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



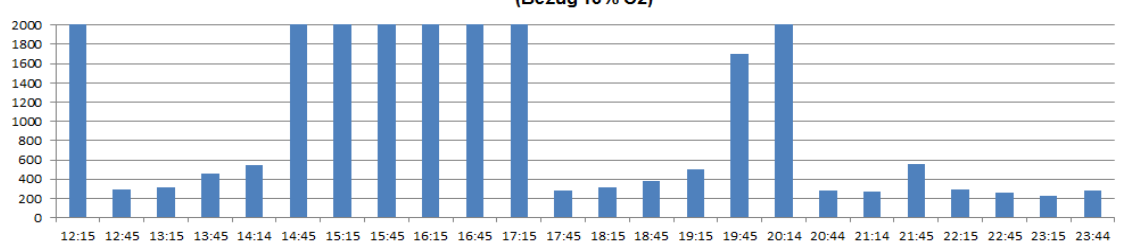
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

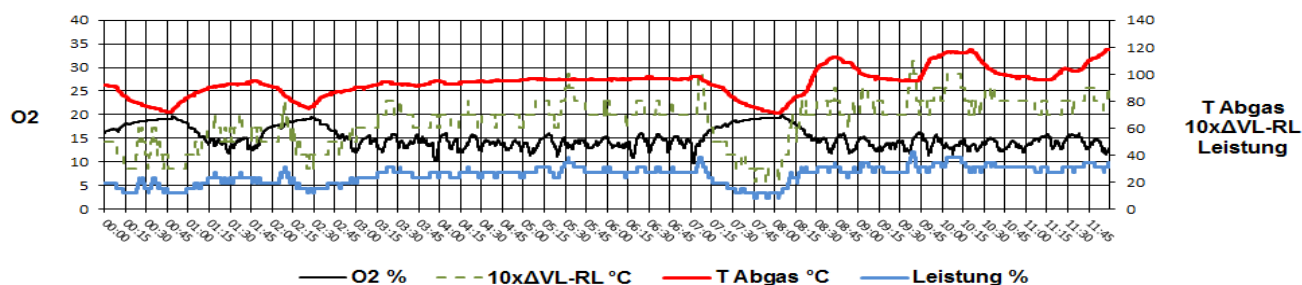
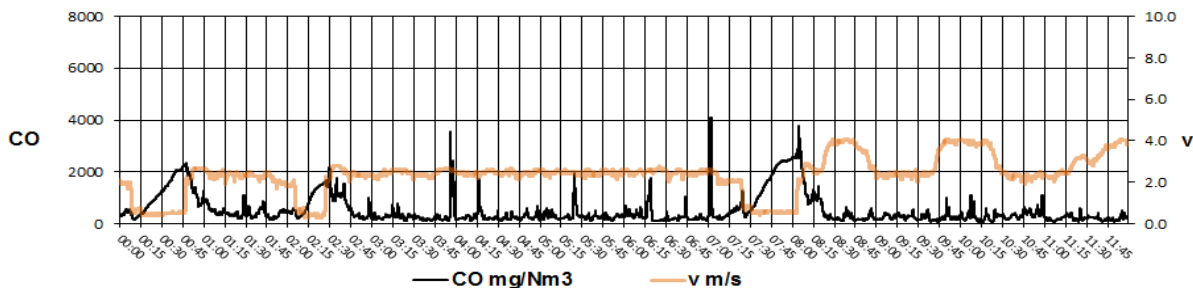


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

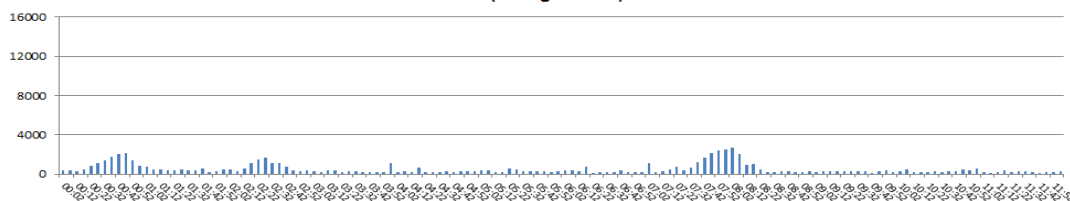


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 28.Aug.2011

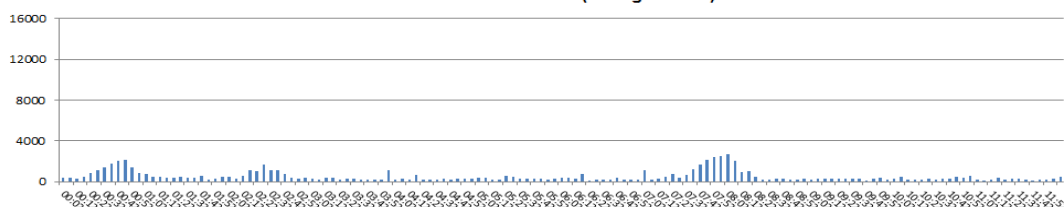
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min



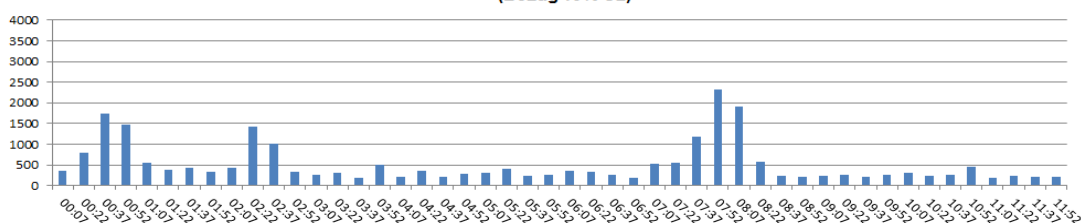
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



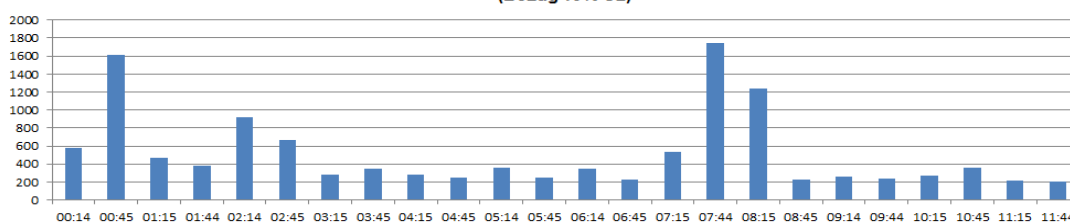
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

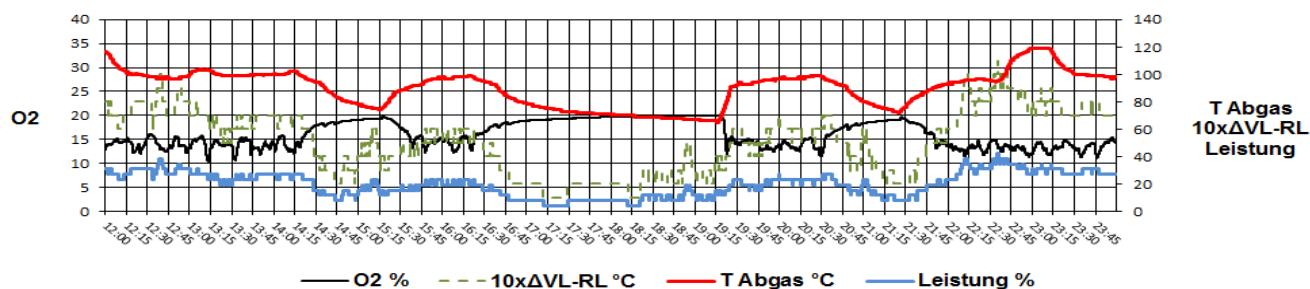
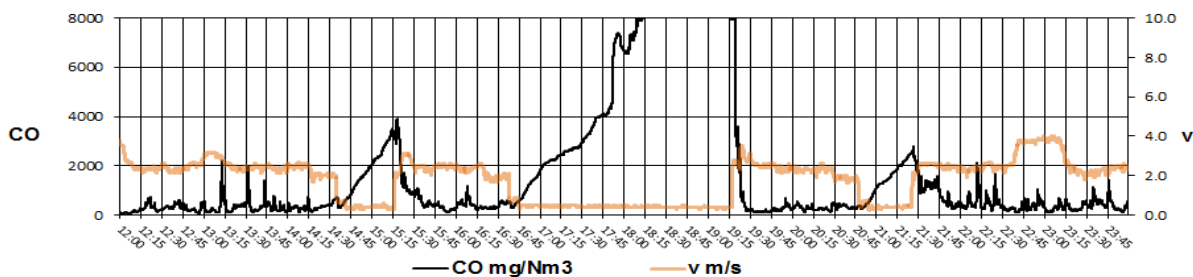


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

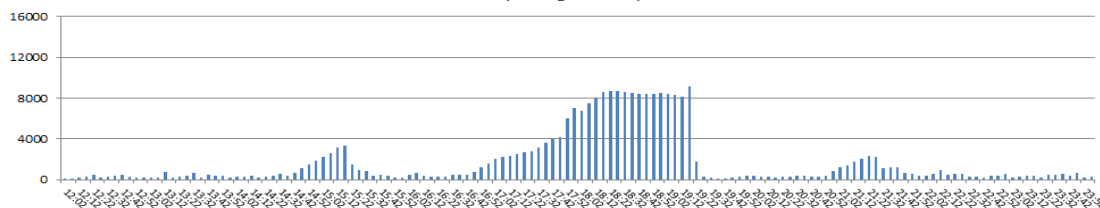


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 28.Aug.2011

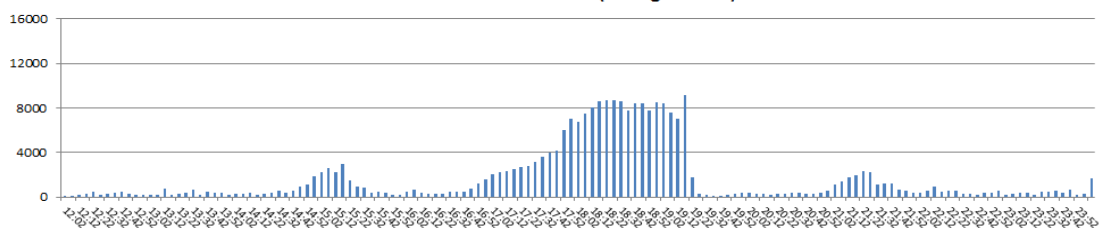
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 95 Min



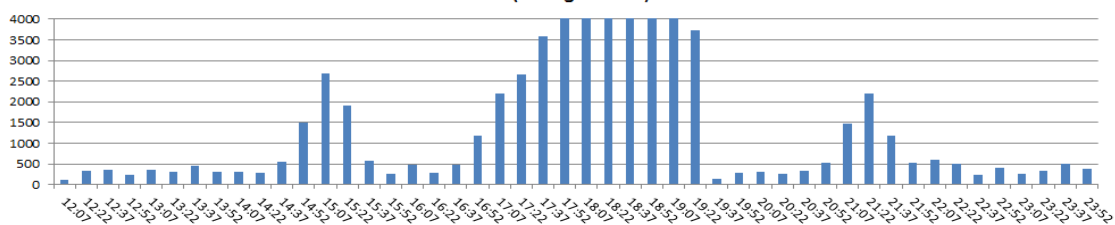
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



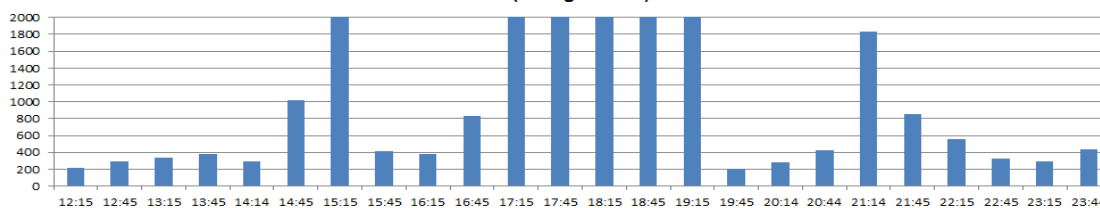
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

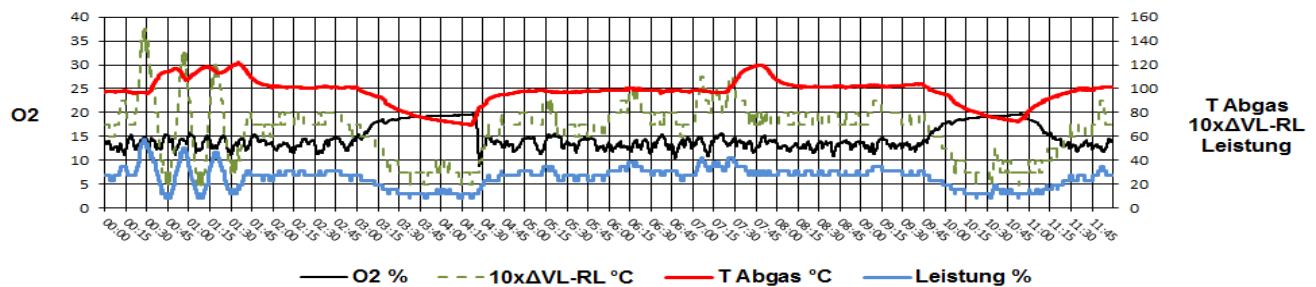
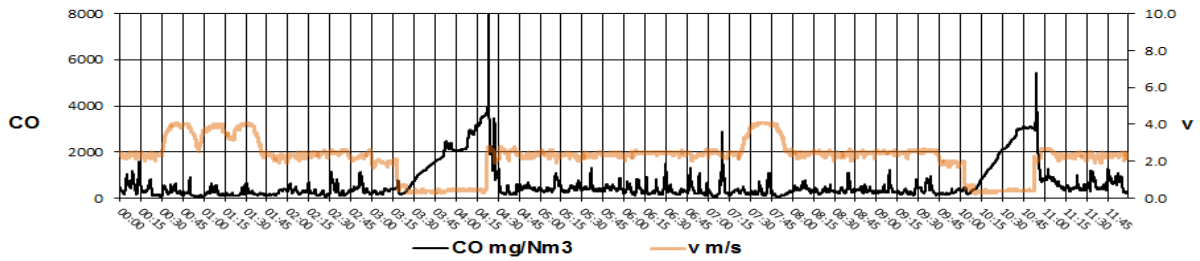


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

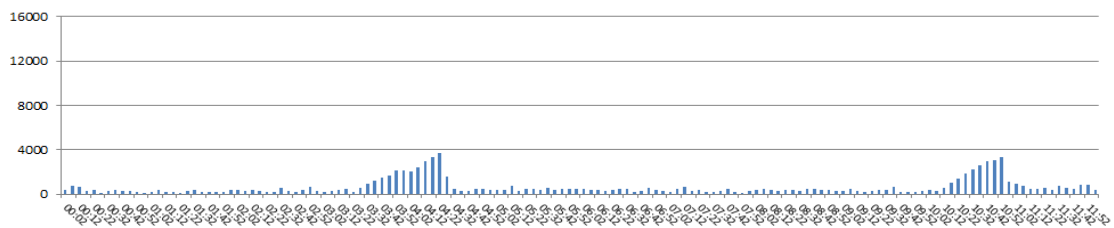


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 29.Aug.2011

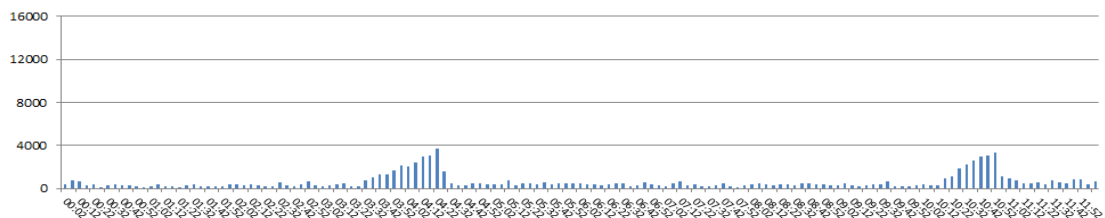
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 2 Min



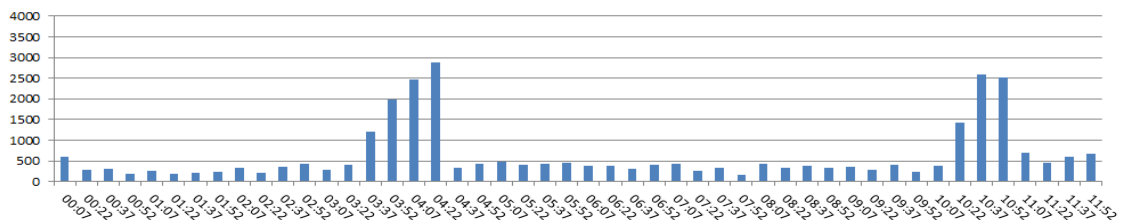
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



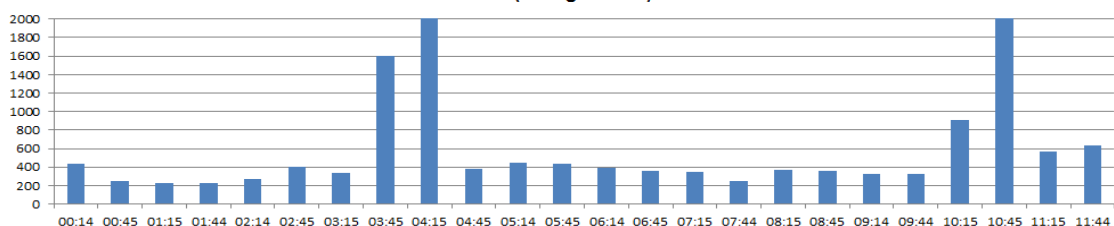
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



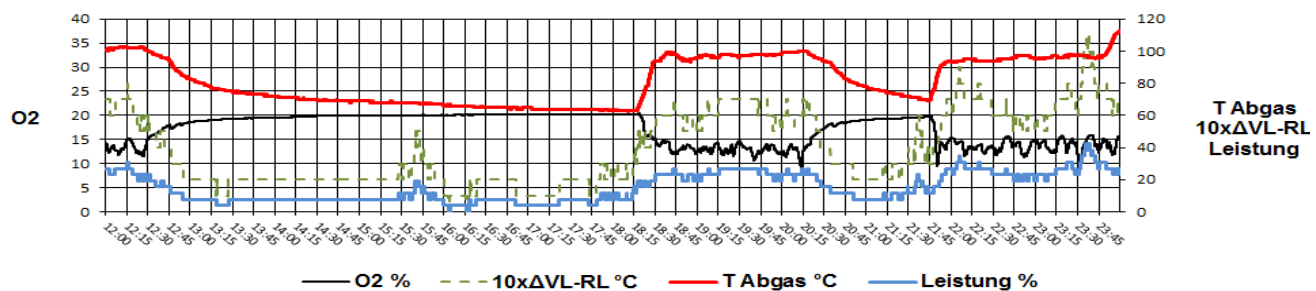
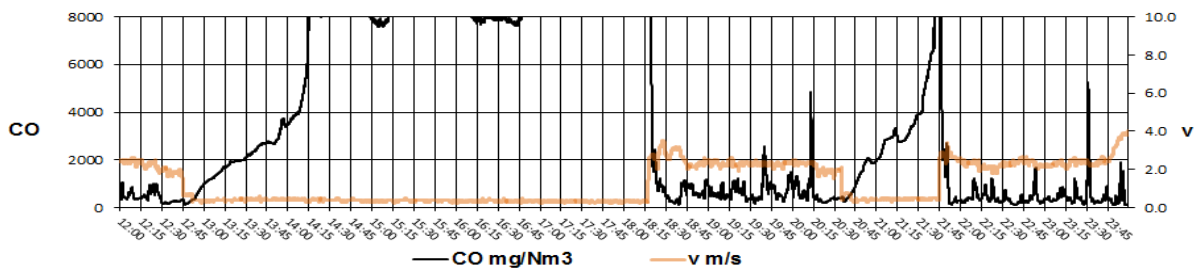
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 29.Aug.2011

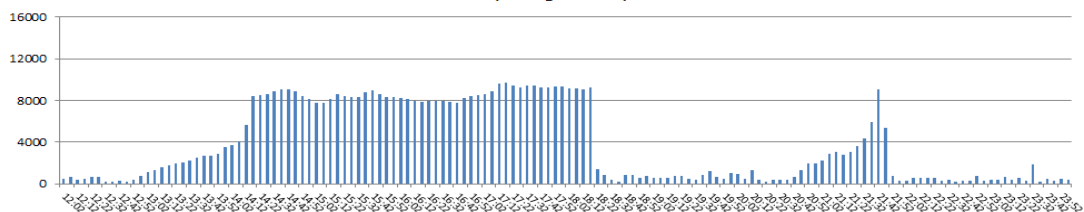
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 188 Min



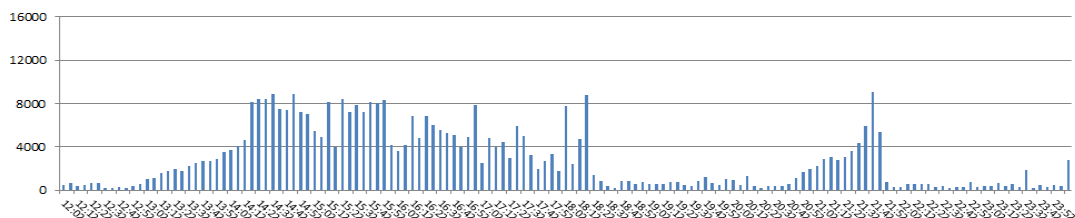
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



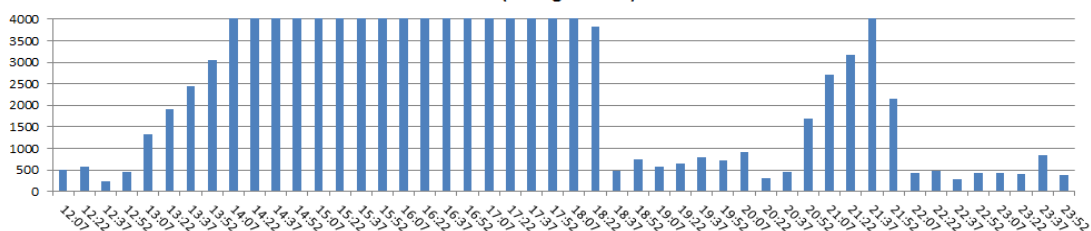
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)



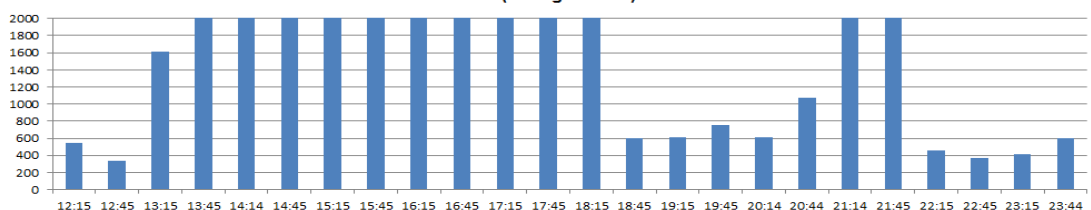
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



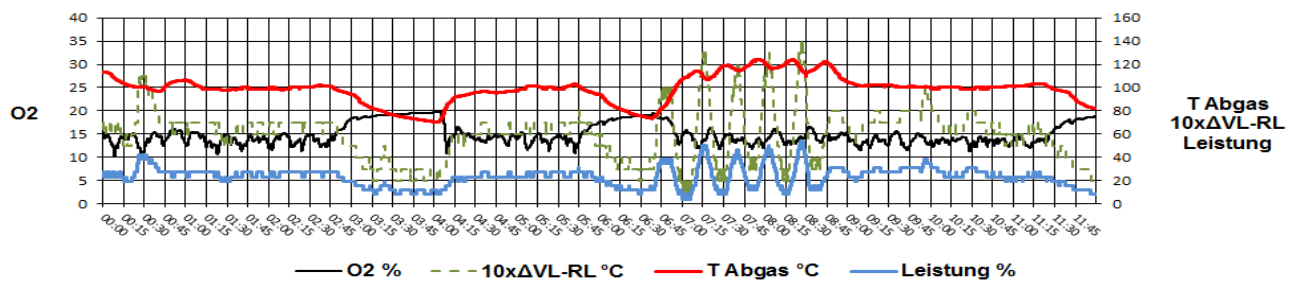
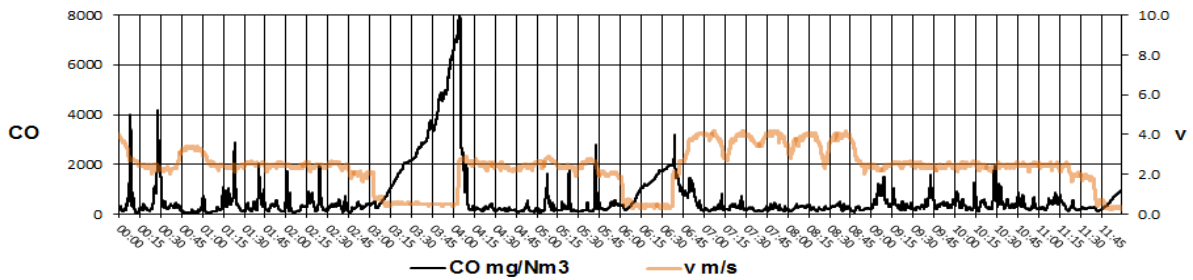
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

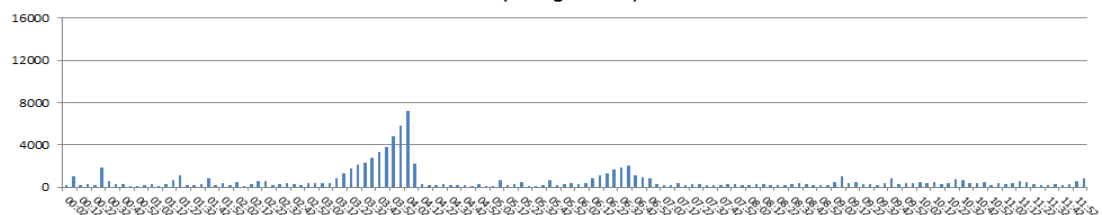


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 30.Aug.2011

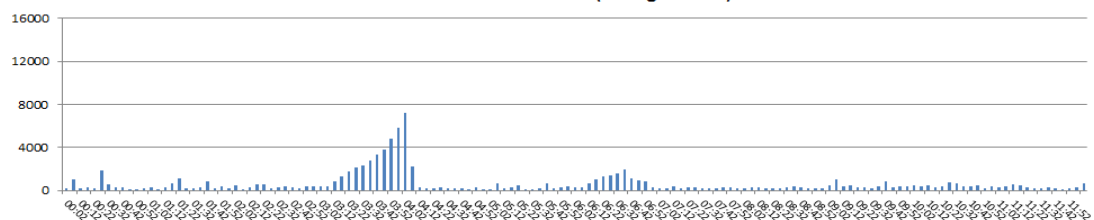
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 17 Min



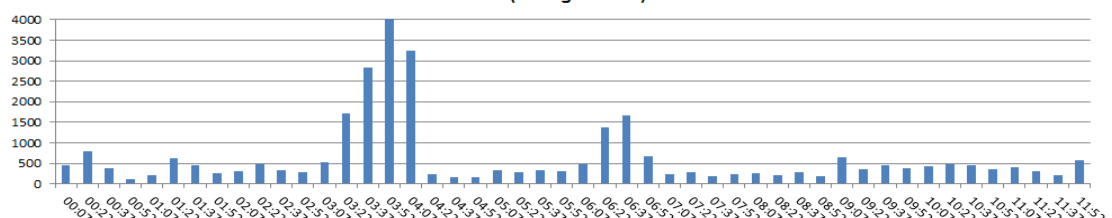
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



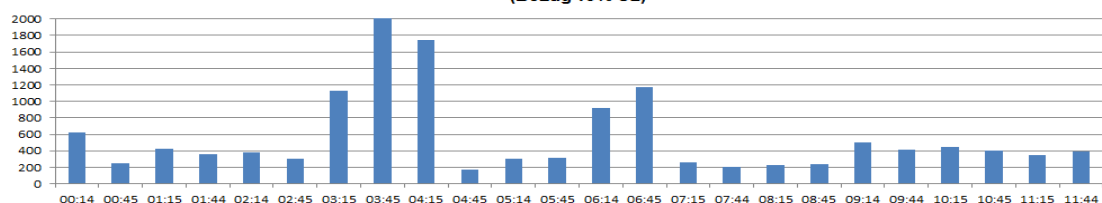
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

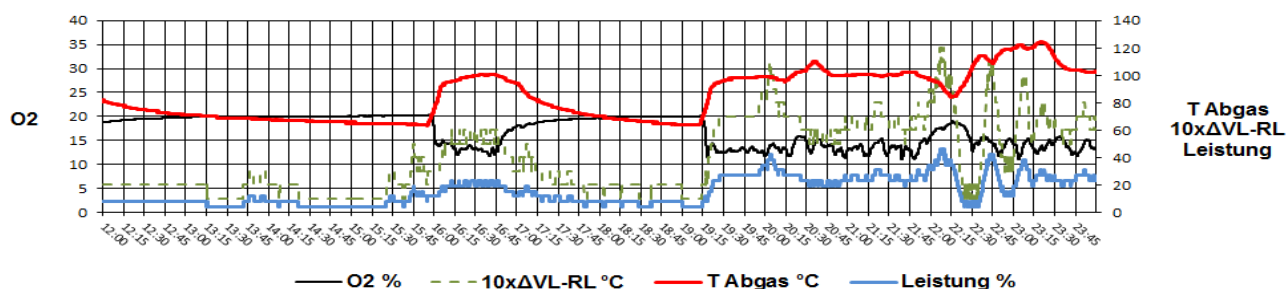
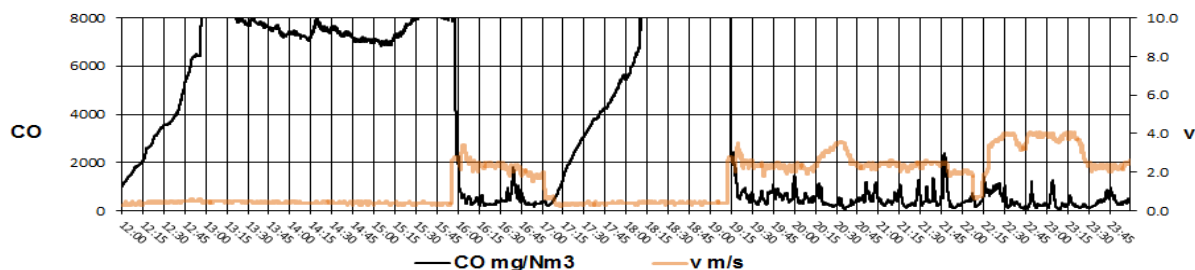


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

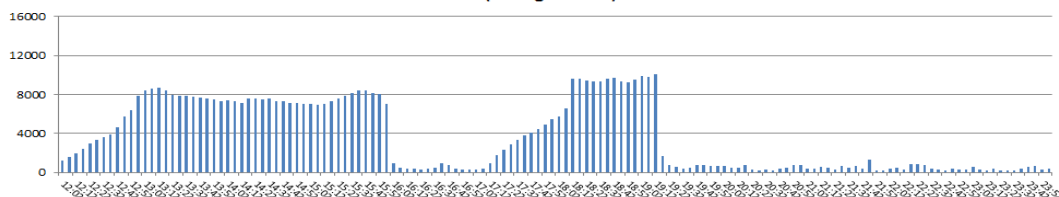


Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 30.Aug.2011

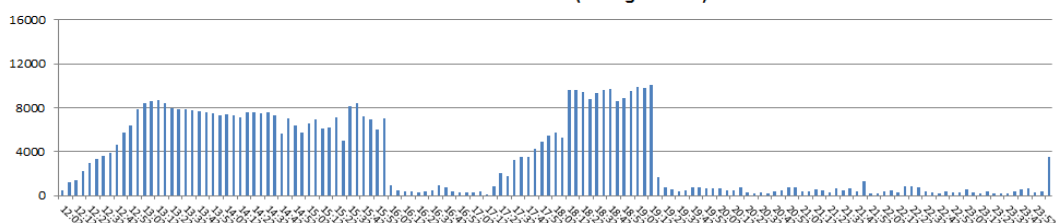
(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 282 Min



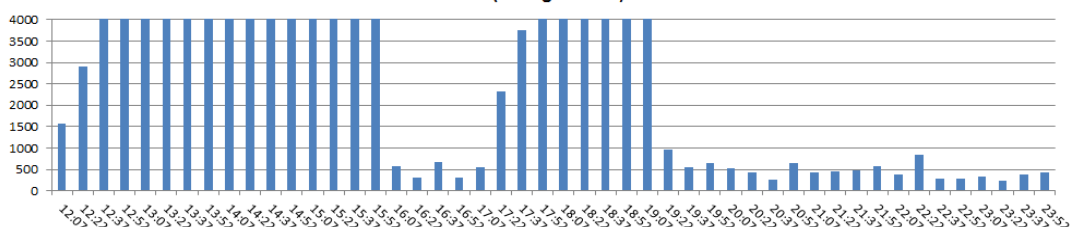
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



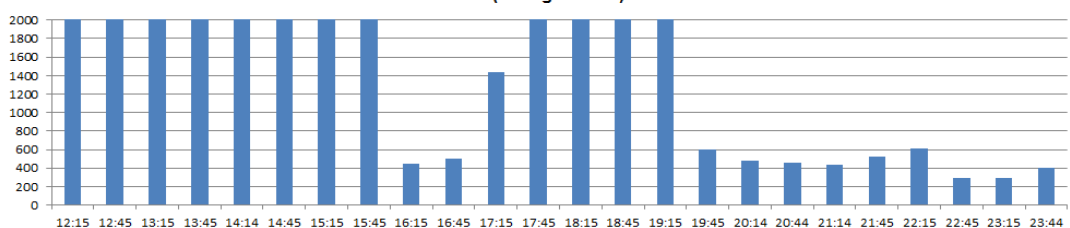
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v > 0.3 m/s (Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



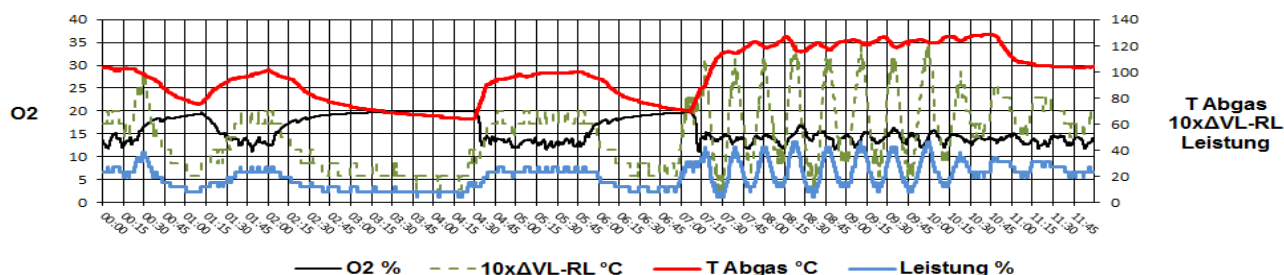
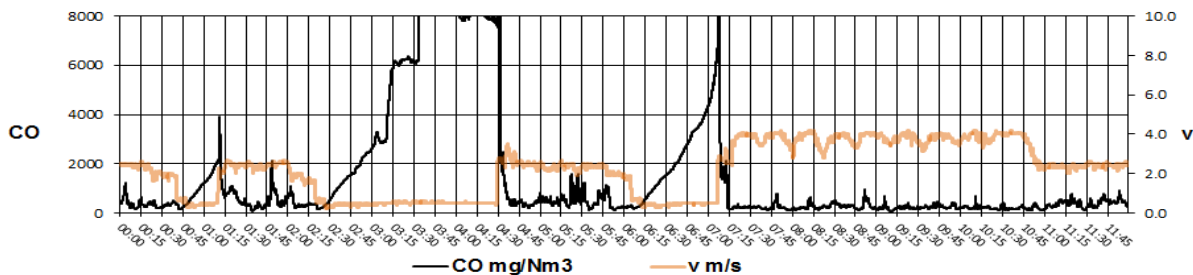
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



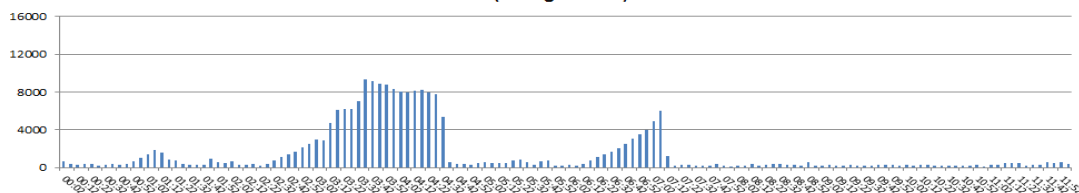
Unterschubfeuerung 240 kW Pellets 31.Aug.2011

(Bezug 13% O₂)

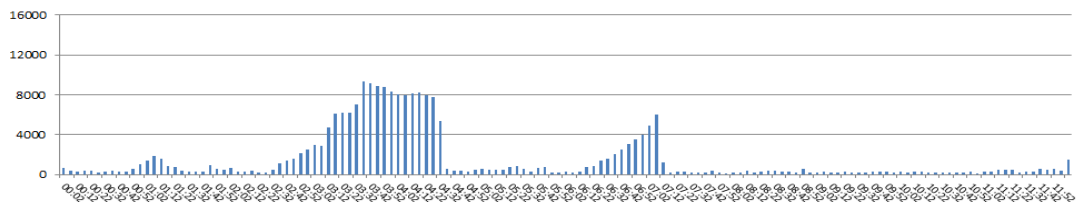
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 91 Min



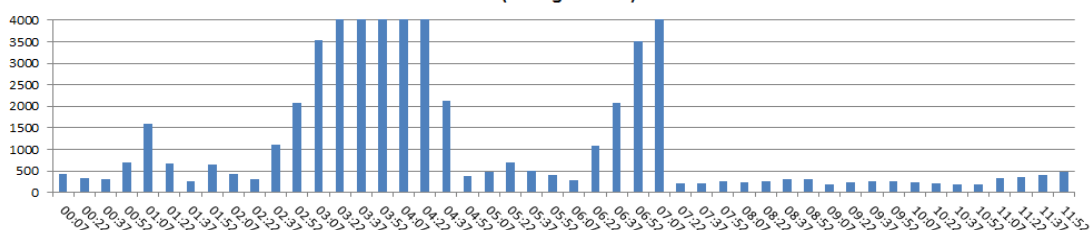
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



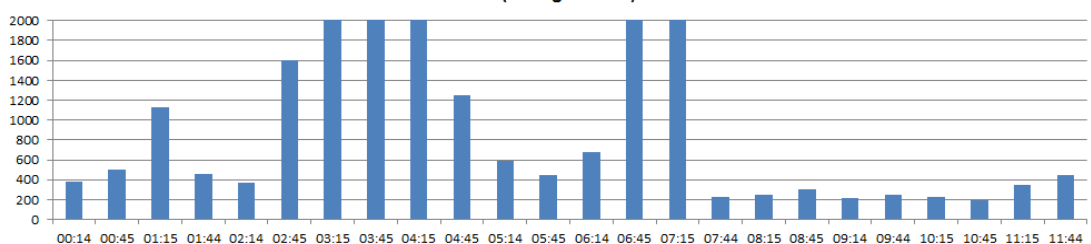
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

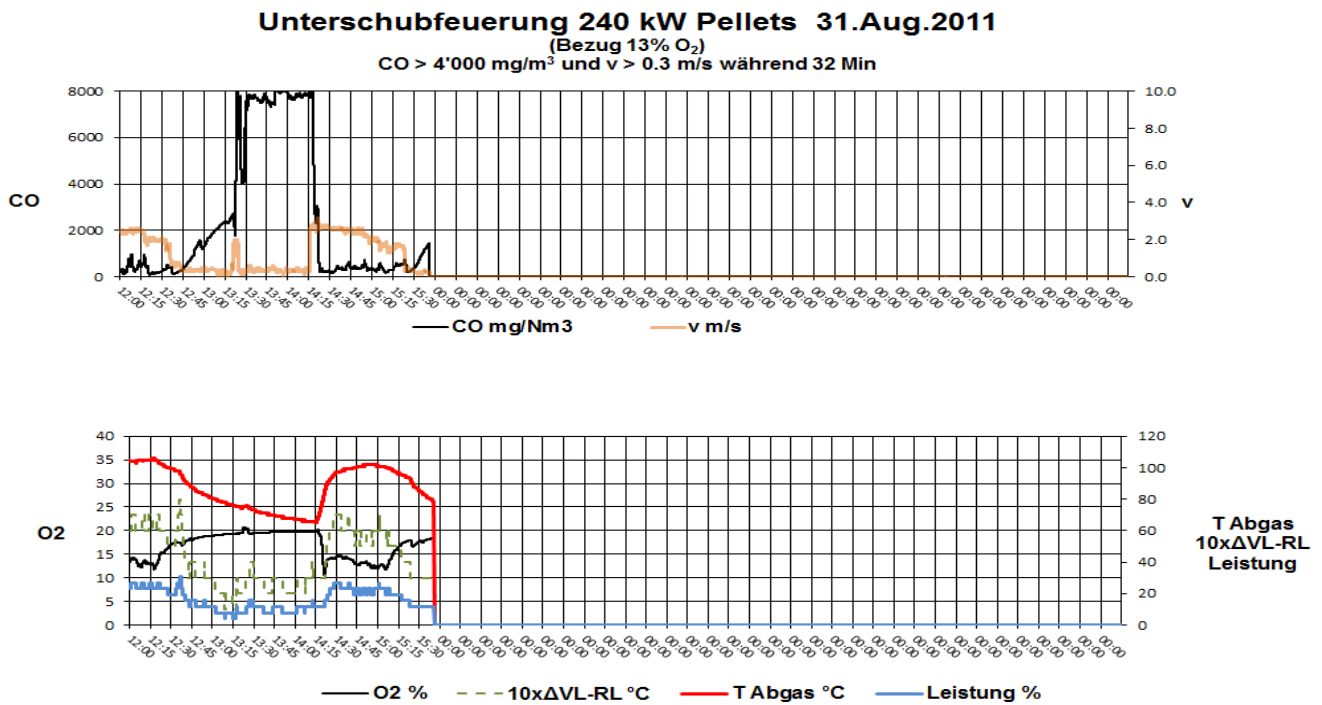


15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

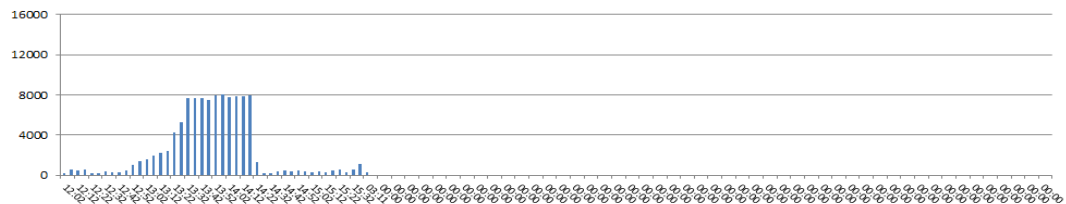


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)





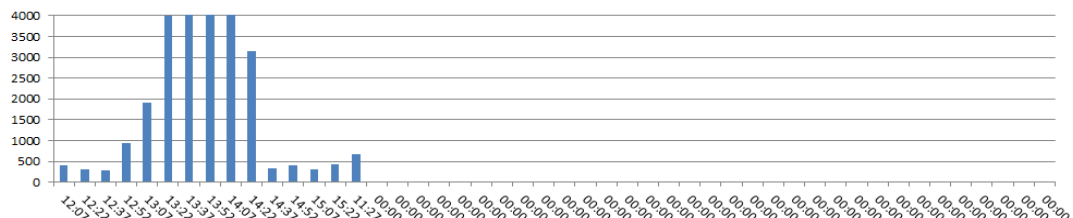
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



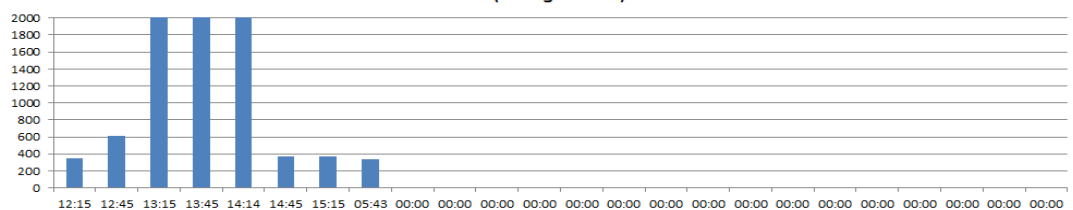
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



Messbericht Feuerung für Waldhackschnitzel (Rost)

Anlage 17 (1MW)

24h-Messungen vom 26. bis 29.Sept.2011

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 11%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 1MW bis 10MW gelten ab 2007 CO-Grenzwerte von 250 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel Leistung 30%). Bei feuchten Brennstoffen wird der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden.

24h-Messungen vom 26. bis 29.9.2011

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen. Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3 m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Grenzwert von 4'000 mg/m³

eingehalten werden muss. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3 m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24 h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

Start der Feuerung Der Kessel war längere Zeit ausser Betrieb und vollständig ausgekühlt. Nach 10Min nach dem Start ist die Zündung am Schauglas sichtbar und es werden bereits sehr tiefe CO-Konzentrationen (806mg/m^3), deutlich unter $1'000\text{mg/m}^3$ gemessen. 15 Min nach Start liegen die CO-Konzentrationen (431mg/m^3) unter 500mg/m^3 . 30Min nach Start werden wieder etwas erhöhte Konzentrationen gemessen (513mg/m^3).

CO-Grenzwert im Regelbereich Im Regelbereich wird am 26.9.2011 von 13:00 bis 13:30Uhr das kleinste 30Min-Mittel erreicht (262mg/m^3). Ansonsten werden im gesamten Regelbereich die CO-Grenzwerte (250mg/m^3 ; O_2 11%) bis ca. Faktor 4 überschritten.

CO-Grenzwert ausserhalb Regelbereich Ausserhalb des Regelbereichs und bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s liegen die CO-Konzentrationen über lange Zeiträume deutlich über $4'000\text{mg/m}^3$. In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten bei CO-Konzentrationen über $4'000\text{mg/m}^3$ und Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Im Mittel über 5Tage beträgt die Überschreitungsdauer 223Min oder das 15fache von den tolerierten 15Min. Es ist daher mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Nach dem Starten der Feuerung fallen die CO-Konzentrationen schnell unter 500mg/m^3 . Diese können dann aber im Regelbetrieb nicht weiter reduziert werden (Hinweis auf instabilen Betrieb). Nach dem Ausschalten steigen die CO-Gehalte langsam bis gegen $1'000\text{mg/m}^3$ (bei Abgasgeschwindigkeiten deutlich über 0.3m/s) und schnellen danach auf über $4'000\text{mg/m}^3$ hoch.

Tag	Überschreitung von 00:00 bis 12:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 12:00 bis 24:00 Uhr in Min.	Überschreitung von 00:00 bis 24:00 Uhr in Min.
26.9.11	(0)	65	(65)
27.9.11	157	142	299
28.9.11	122	67	189
29.9.11	116		(116)
Mittel	132	91	223

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 1: Dauer der Überschreitung in Minuten von $\text{CO } 4'000\text{mg/m}^3$ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

Rauchbild Während der Anwesenheit wurden diverse Fotoaufnahmen von der Kaminmündung gemacht. Abgesehen von einer kurzen Phase nach dem Start mit schwachsichtbarem Rauch während 2 bis 3Min. konnte kein Rauch festgestellt werden.

Kommentare und Empfehlungen

24h-Messungen vom 26. bis 29.9.2011

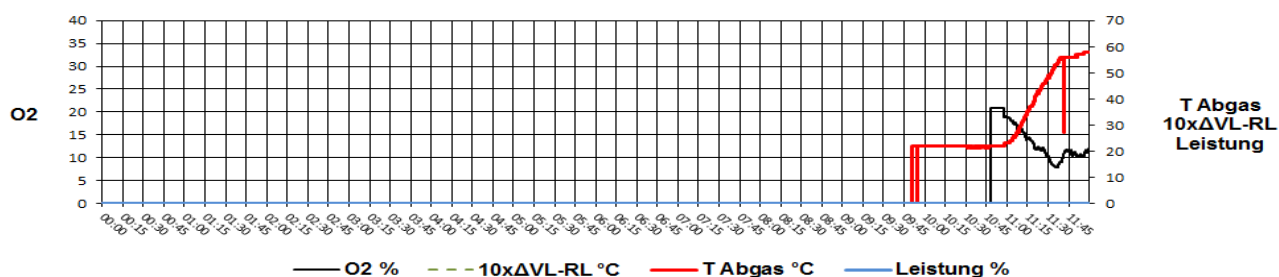
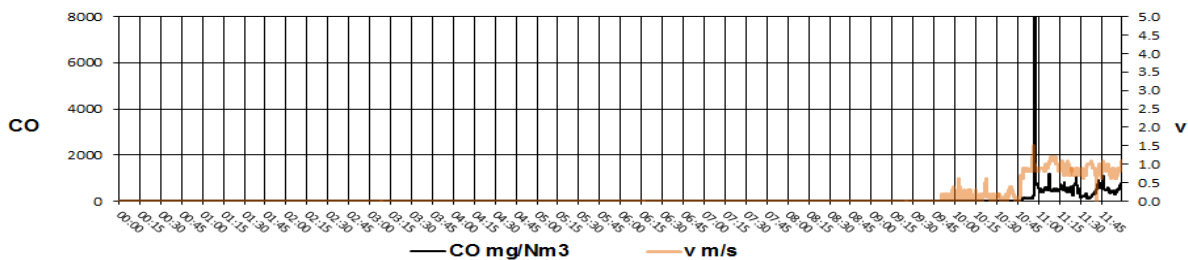
Stabiles Brennstoffbett	Weil das Brennstoffbett zuwenig stabil betrieben wird (O_2 -Schwankungen) können die Grenzwerte im Regelbetrieb nicht eingehalten werden. Die bis Faktor 4 überschrittenen Grenzwerte (CO bis $1'000\text{mg/m}^3$ bez. 11% O_2) während des stationären Betriebs werden nicht als Ursache für Geruchsbelästigungen in Betracht gezogen. Aufgrund von unseren Erfahrungen gehen wir davon aus, dass erst CO -Konzentrationen um $4'000\text{mg/m}^3$ und Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s zu stärkeren Beeinträchtigungen führen
Regelparameter	Schwankungen des O_2 -Wertes im Bereich von 5 -13% im stationären Betrieb sollten unbedingt vermieden werden. Die Schwankungen führen zu einem starken Schwingen der Kesselleistung (siehe 28.09.2011 7:30 – 8:45Uhr). Die Regelparameter für die Verbrennung sollten dazu möglichst langsam eingestellt werden. Allenfalls sollte auch der Primärluftanteil reduziert werden.
Startphasen	Die Startphasen erfolgen schnell. Trotzdem können die CO -Konzentrationen in relativ kurzer Zeit (ca.10Min) auf unter 500mg/m^3 reduziert werden. Die Anzahl Startphasen ist tief (2 bis 3 pro Tag, während der Übergangszeit).
Ausbrandphase	Die Ausbrandphasen sind so zu optimieren, dass die CO -Konzentrationen nach dem Ausschalten deutlich reduziert werden. Durch kontrolliertes Abbrennen des Brennstoffbettes bis zum Glutbett, ohne Zugabe von frischem Material, kann verhindert werden, dass Schwelgasen produziert werden. Bei fehlender Flamme ist keine emissionsarme Verbrennung möglich. Das Abbrennen des Brennstoffbetts ist zu optimieren, indem diese Phase kontrolliert bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$ (mit weicher heller Flamme) erfolgt (evt. ist der Sekundärluftventilator kurz nach dem Start der Ausbrandphase auszuschalten um danach der Primärluftventilator über eine Zeitkonstante auszuschalten). Inwieweit die hohen CO -Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC -Emissionsmessung. Diese werden zur Zeit im Rahmen von 24h-Messungen nicht erfasst. Wir gehen aber davon aus, dass mit der Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen auch die HC -Emissionen tief gehalten werden können. Die Problematik wird von QS-Support weiter bearbeitet.

24h-Messungen Anlage 17 26. bis 29.Sept.2011

Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 26.Sept. 2011

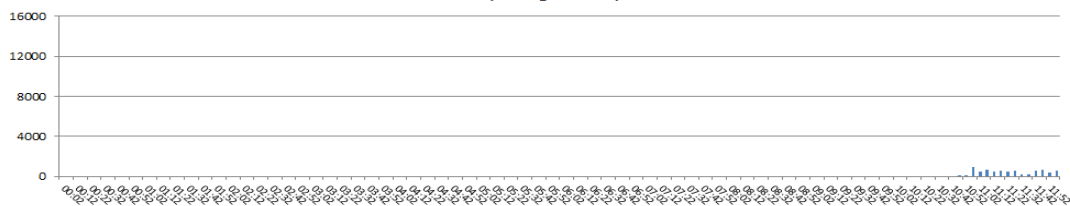
(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min



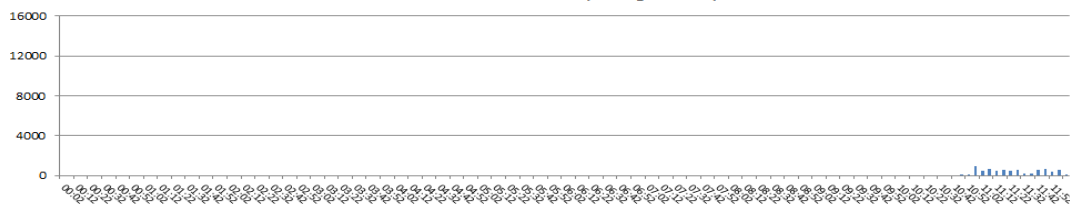
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



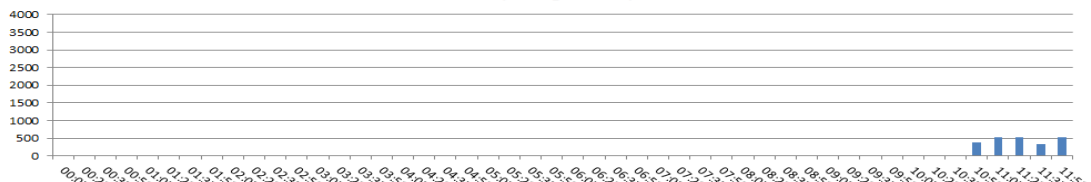
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 11% O₂)



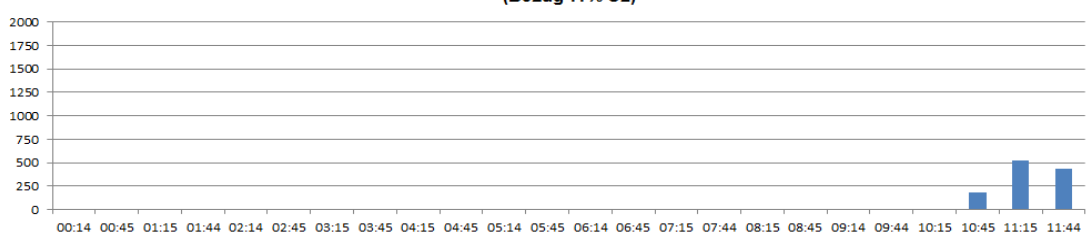
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

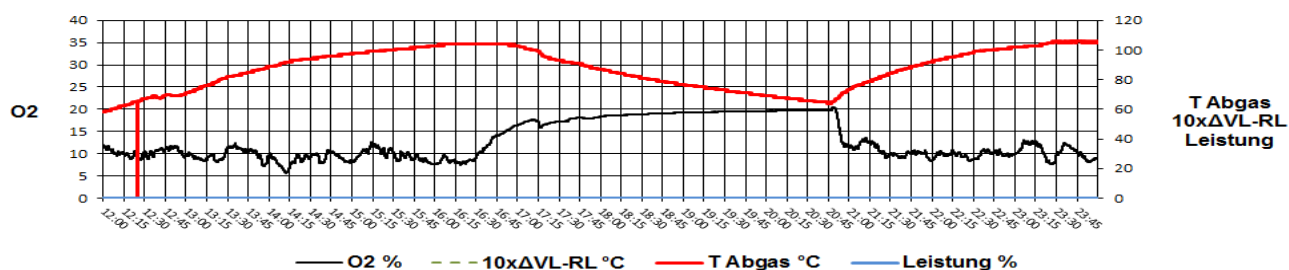
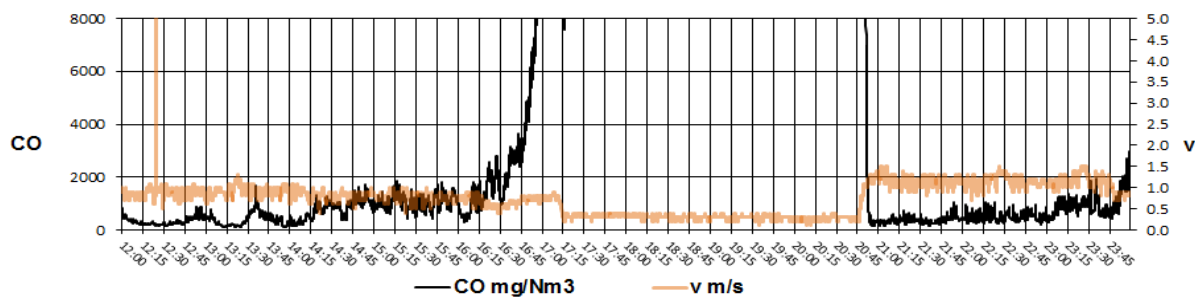
(Bezug 11% O₂)



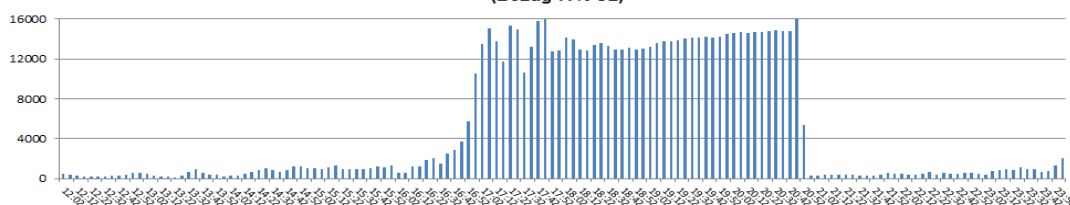
Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 26.Sept. 2011

(Bezug 11% O₂)

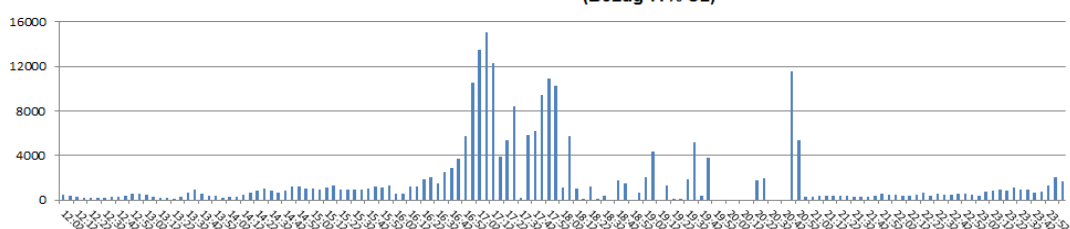
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 65 Min



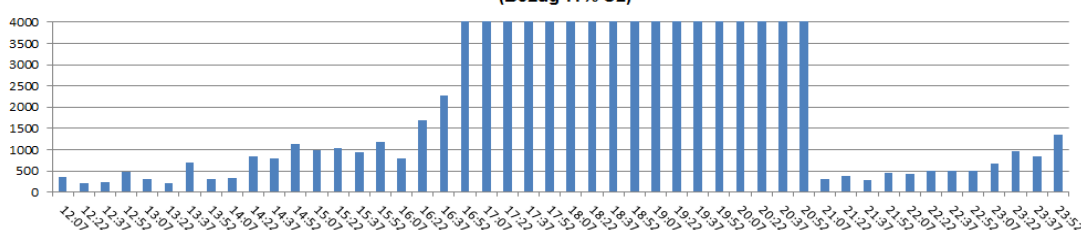
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



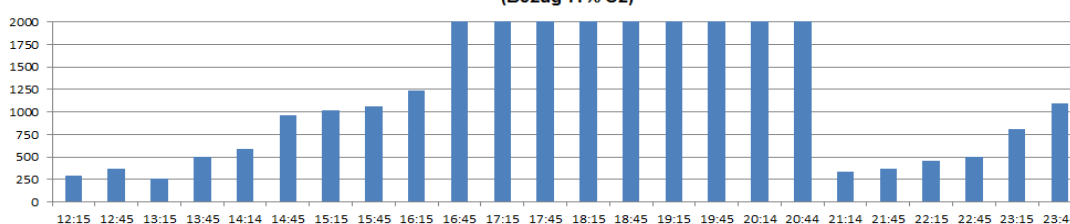
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



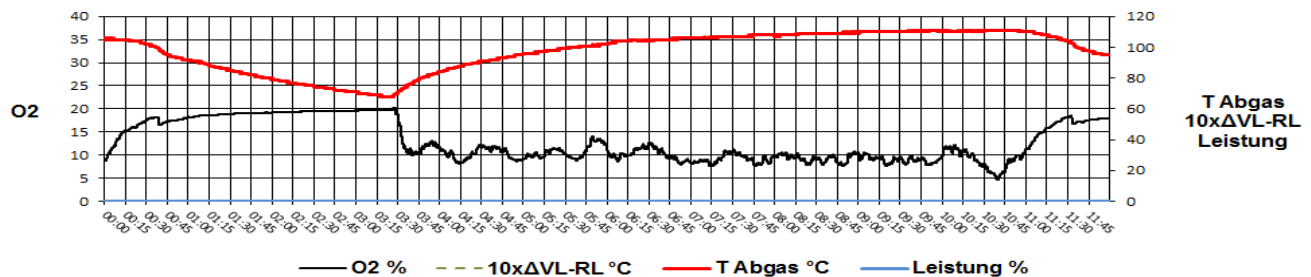
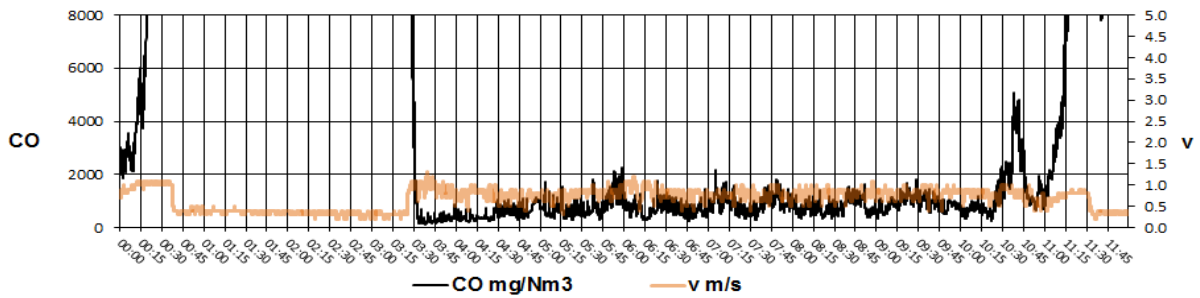
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



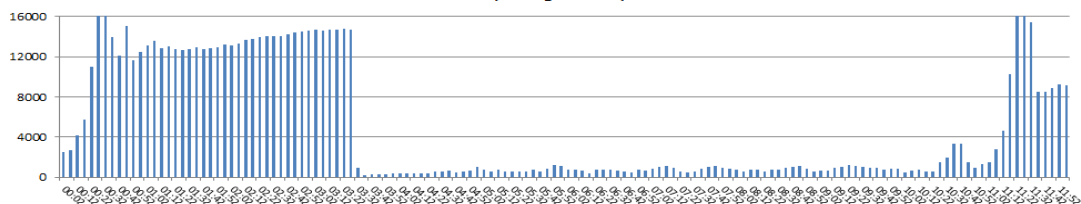
Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 27.Sept. 2011

(Bezug 11% O₂)

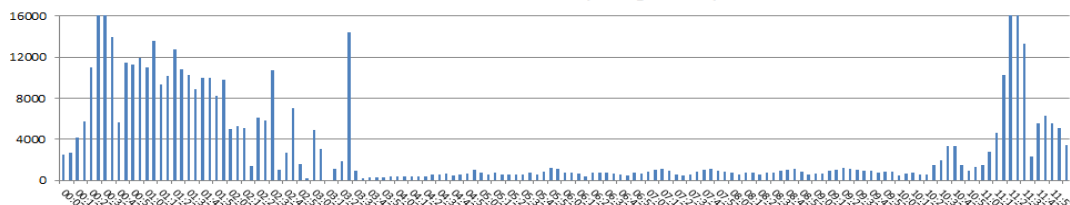
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 157 Min



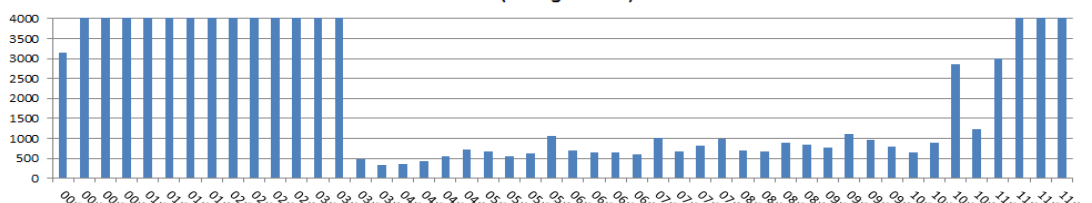
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



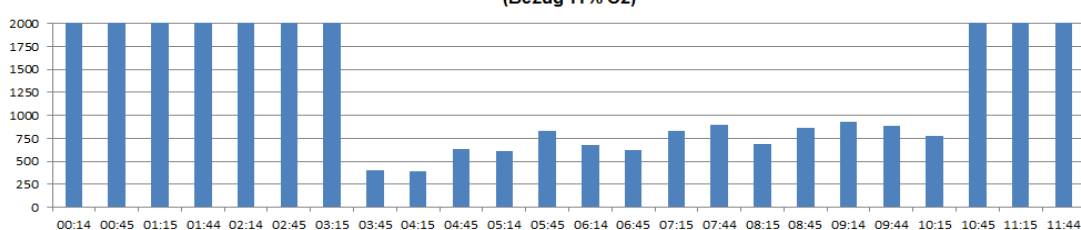
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



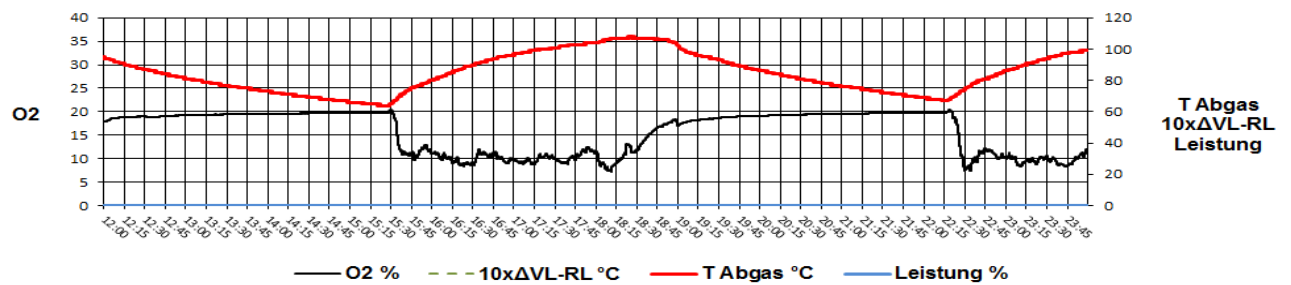
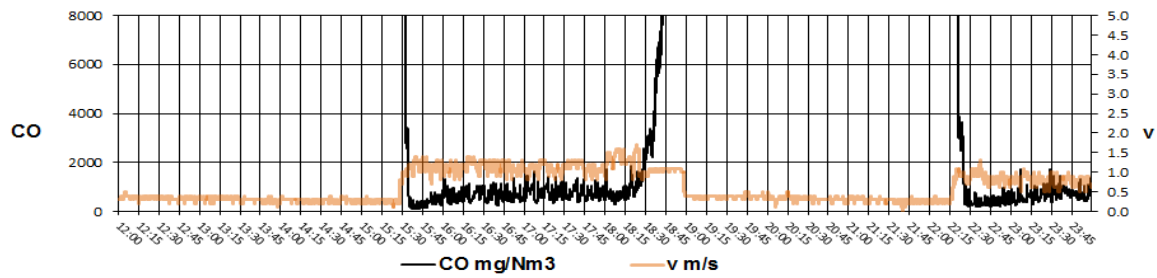
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 27.Sept. 2011

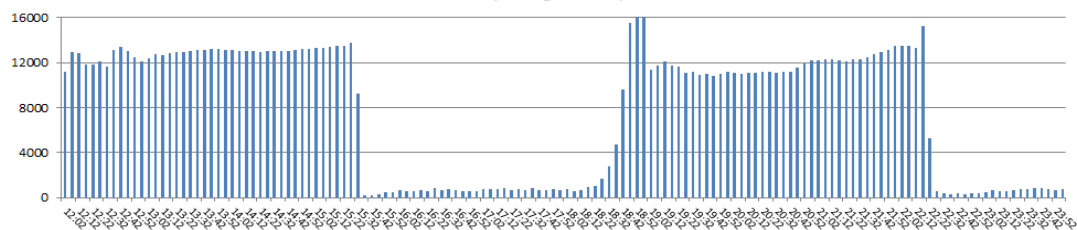
(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 142 Min



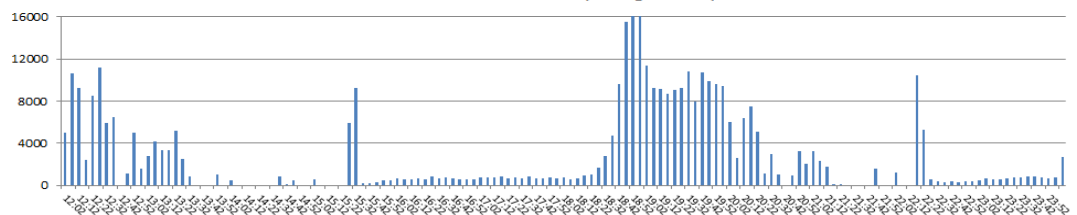
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



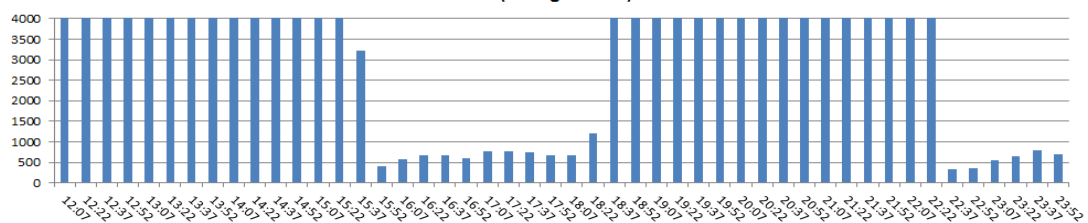
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 11% O₂)



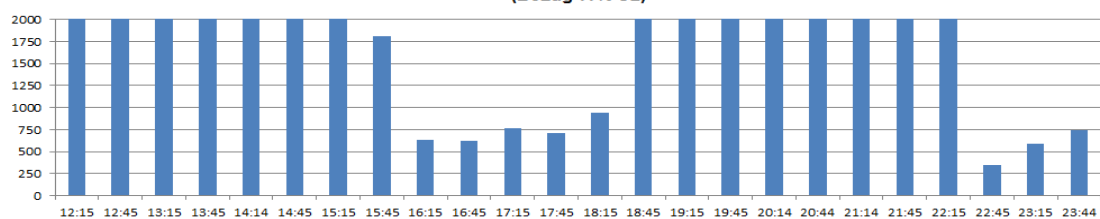
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



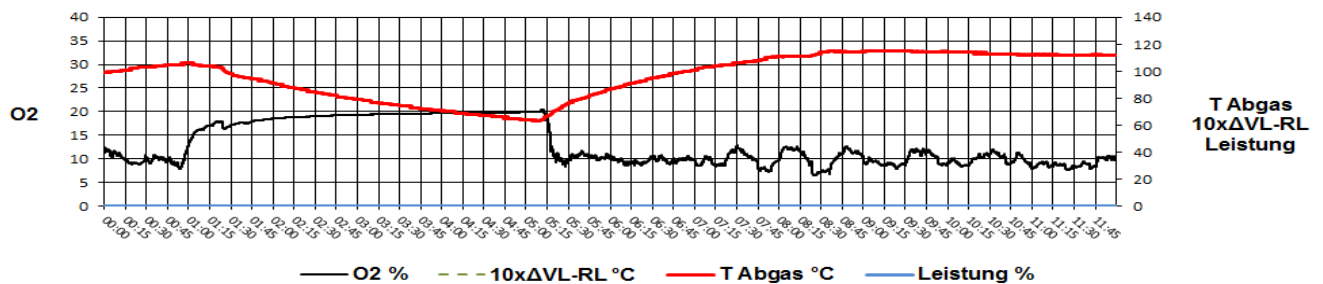
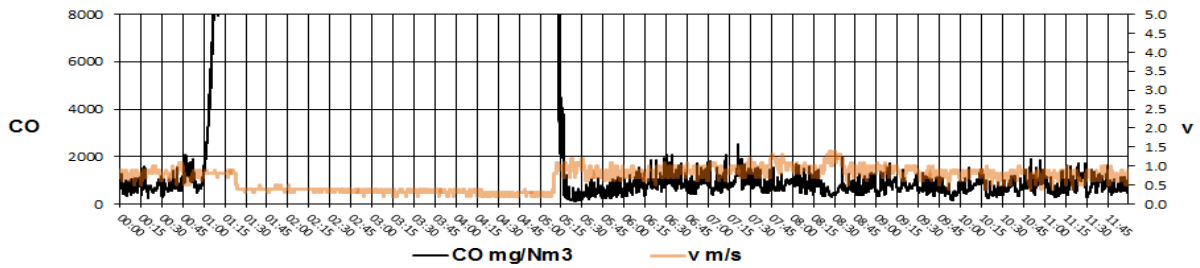
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)

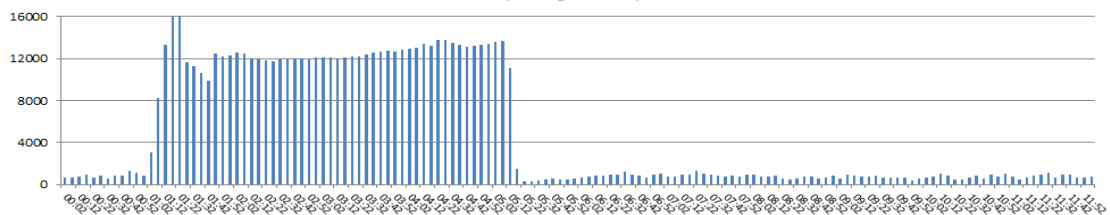


Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 28.Sept. 2011

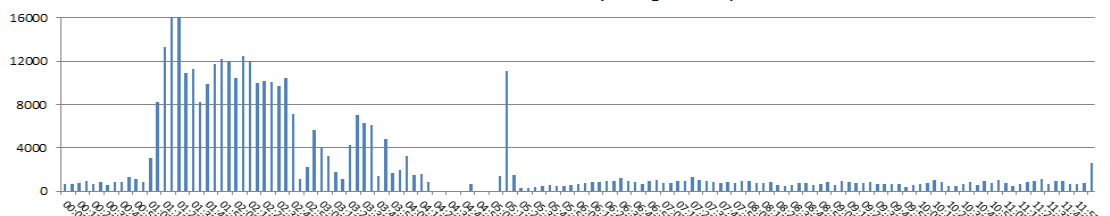
(Bezug 11% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 122 Min



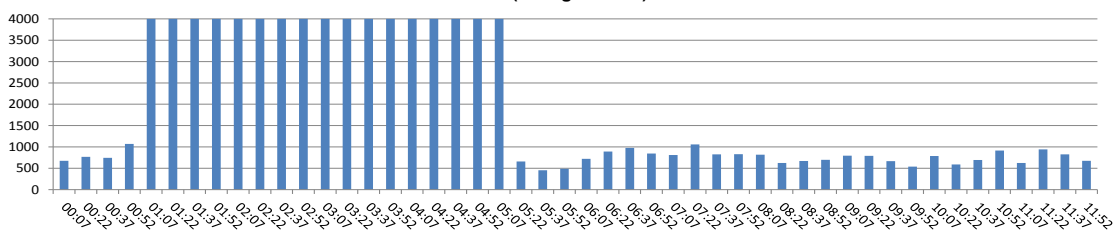
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



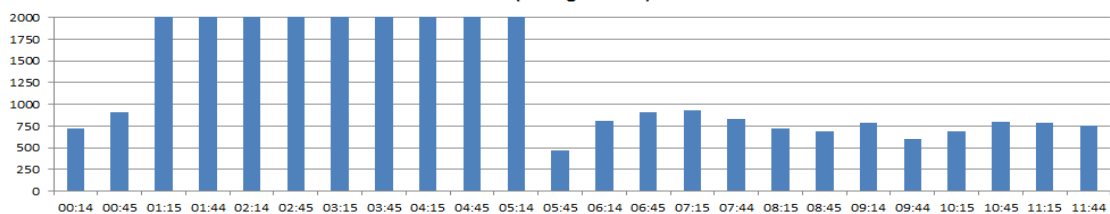
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



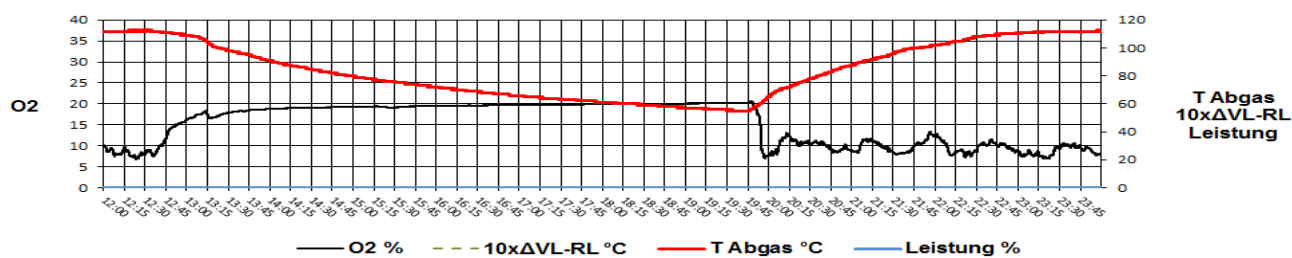
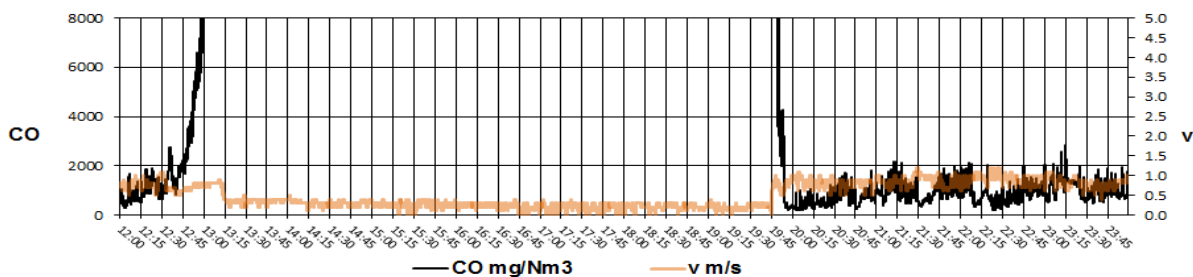
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 28.Sept. 2011

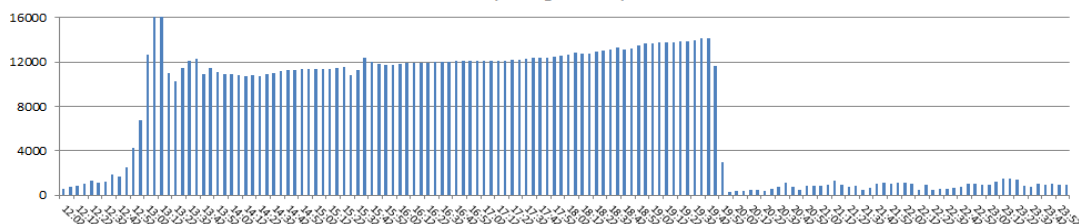
(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 67 Min



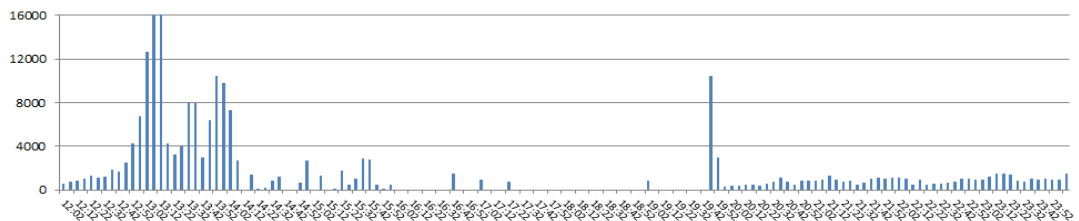
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



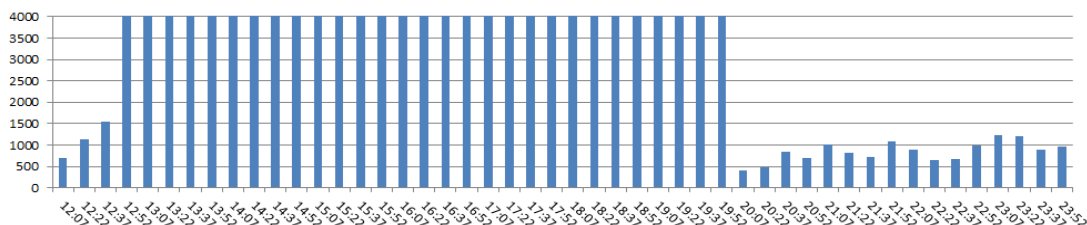
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 11% O₂)



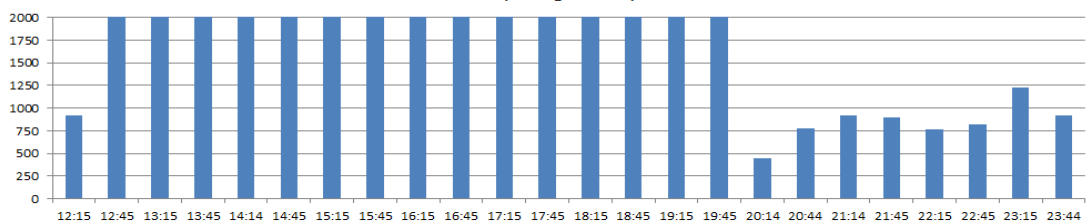
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)



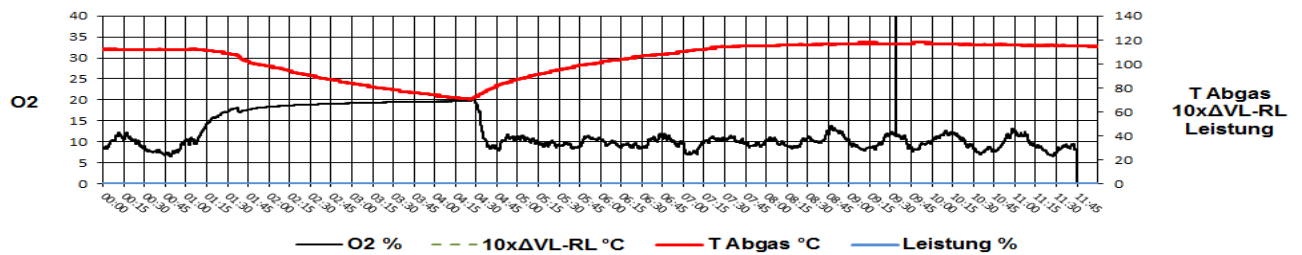
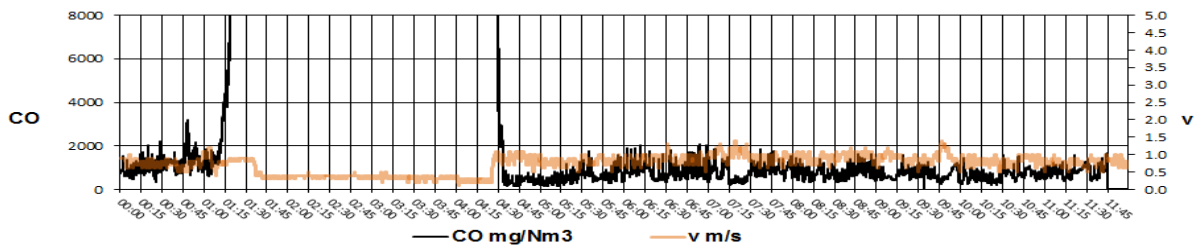
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 11% O₂)

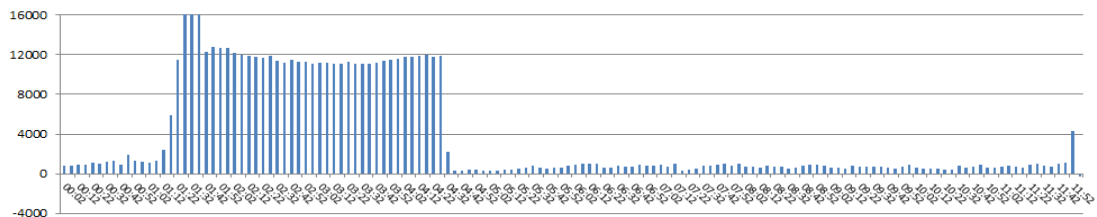


Rostfeuerung 1 MW Waldhackschnitzel W20 29.Sept. 2011

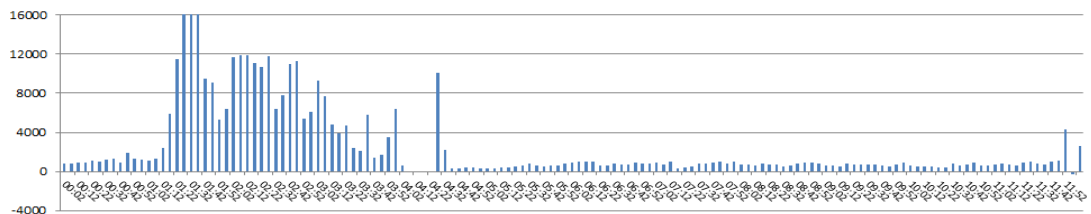
(Bezug 11% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 116 Min



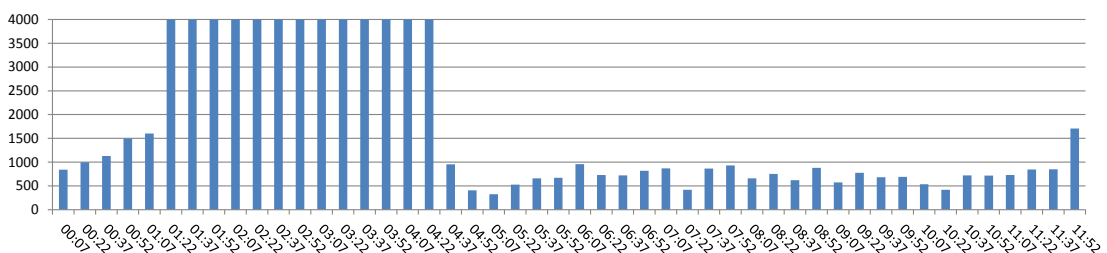
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



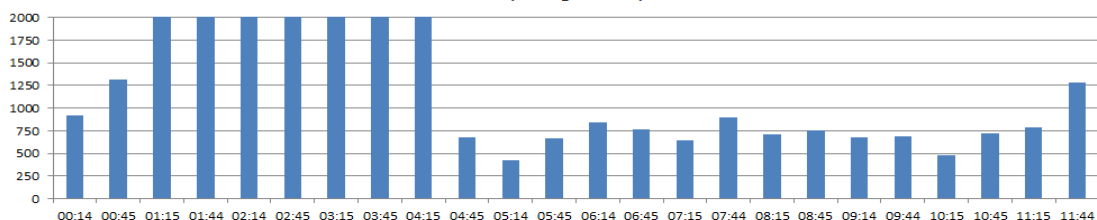
5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 11% O₂)



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 11% O₂)



Messbericht Waldhackschnitzel W35 (Rost)

Anlage 18 (360kW)

24h-Messungen vom 31.Okt. bis 3.Nov.2011

Optimierungsphase 1 mit Kessel 2 (360kW)

Beurteilung

Alle Angaben beziehen sich auf einen O₂-Gehalt von 13%.

Für Holzfeuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung von 70kW bis 1MW gelten ab 2012 CO-Grenzwerte von 500 mg/m³ (13% O₂).

Die Beurteilung gemäss heutiger LRV erfolgt anhand von 30Min-Mittelwerten im stationären Betrieb (Leistung konstant) für den obersten (Nennleistung) und untersten Lastpunkt (in der Regel Leistung 30%). Bei feuchten Brennstoffen wird der unterste Lastpunkt bei Leistung 40% gemessen.

Bei der vorliegenden Beurteilung unterscheiden wir Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) und Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs. Vereinfachend können Betriebsphasen im Regelbereich als „stationär“ und solche ausserhalb des Regelbereichs als „instationär“ bezeichnet werden.

24h-Messungen vom 31.Okt. bis 3. Nov. 2011 mit Kessel 2 (360kW)

Die nachfolgende Beurteilung von 24h-Messungen gilt als provisorischer Vorschlag und muss von den Vollzugsbehörden (BAFU und Kantone) noch bestätigt werden.

Die Beurteilungsbasis bilden verschiedenen CO-Mittelwerte, welche vorerst über die ganze Messdauer (lückenlose Reihe) gebildet werden.

Für die Beurteilung von stationären Betriebsphasen im Regelbereich (Leistung 30-100%) werden 15Min-Mittelwerte herangezogen. Weil gemäss heutiger LRV 30Min-Mittelwerte beurteilt werden, sind diese ebenfalls aufgeführt. Im Regelbereich gilt der oben angeführte CO-Grenzwert der LRV.

Für die Beurteilung von instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs werden 5Min-Mittelwerte ermittelt. Weil davon ausgegangen wird, dass für Geruchsbelästigungen nur Emissionen bei Geschwindigkeiten im Abgaskanal über 0.3 m/s relevant sind, werden zusätzlich 5Min-Mittel für diese Geschwindigkeiten gebildet. Bei der vorliegenden Beurteilung wird davon ausgegangen, dass in den instationären Betriebsphasen ausserhalb des Regelbereichs ein Grenzwert von 4'000 mg/m³

eingehalten werden muss. Bei Überschreitung dieses Grenzwertes und Abgas-Geschwindigkeiten über 0.3 m/s ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen. Diese Anforderungen sollten während 24 h maximal von drei 5Min-Mittelwerten, d.h. während 15Min überschritten werden.

Start der Feuerung Der Kessel wurde am Morgen vor Messbeginn um 9:25Uhr abgeschaltet (früher war nicht möglich). Der Start erfolgte um 11:26Uhr im abgekühlten Zustand. Es wurden zwei 5-Min-Mittel mit Konzentrationen über 4'000mg/m³ verzeichnet (8'827 und 5'691mg/m³). Nach 7 Min ab Start wurden erstmals CO-Konzentrationen unter 1'000mg/m³ gemessen (CO 988mg/m³) und 9Min nach Start wurden bereits die Grenzwerte für stationären Betrieb (CO 500mg/m³) erreicht (CO 492mg/m³).

CO-Grenzwert im Regelbereich In den stationären Betriebsphasen liegen die 30Min-Mittelwerte praktisch durchwegs unter 100mg/m³ mehrheitlich sogar unter 50 mg/m³ und somit deutlich unter dem Grenzwert (CO 500mg/m³).

CO-Grenzwert ausserhalb Regelbereich In der nachfolgenden Tabelle sind die Überschreitungszeiten in Minuten von CO-Konzentrationen über 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Im Mittel über 3 Tage beträgt die Überschreitungsdauer 66Min pro Tag oder das 4fache von 15Min. Ab 15 Min ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
31.10.11	(6)	11	(17)
1.11.11	48	47	95
2.11.11	30	36	66
3.11.11	28	(0)	(28)
Mittel	35	31	66

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 1: Dauer der Überschreitung von CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in Minuten

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl 5Min-Mittel der CO-Konzentrationen aufgeführt, welche über 4'000mg/m³ liegen, bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s. Im Mittel über 3 Tage liegen pro Tag 12 der 5Min-Mittel über 4'000mg/m³. Ab drei Mittelwerten über 4'000mg/m³ ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
31.10.11	(2)	2	(4)
1.11.11	8	10	18
2.11.11	5	7	12
3.11.11	6	(0)	(6)
Mittel	6	6	12

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 2: Anzahl 5Min-Mittel über CO 4'000mg/m³ bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s

In der nachfolgenden Tabelle sind die Maxima der 5Min-Mittelwerte von CO-Konzentrationen bei Abgasgeschwindigkeiten über 0.3m/s angegeben. Über 3 Tage beträgt das maximale 5Min-Mittel 38'378mg/m³. Ab Konzentrationen von 4'000mg/m³ ist mit Geruchsbelästigungen zu rechnen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
31.10.11	(8'827)	4'132	(8'827)
1.11.11	34'367	4'188	34'367
2.11.11	38'378	5'083	38'378
3.11.11	24'555	(136)	(6)
MaxMax	38'378	5'083	38'378

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für MaxMax nicht berücksichtigt

Tab. 3: Maxima der 5Min-Mittel für CO bei Abgasgeschwindigkeit über 0.3m/s in mg/m³ bei 13% O₂

In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl Starts angegeben. Über 3 Tage beträgt erfolgen im Mittel 3 Starts pro Tag. Im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit sollten maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen.

Tag	00:00 bis 12:00 Uhr	12:00 bis 24:00 Uhr	00:00 bis 24:00 Uhr
31.10.11	(1)	0	(1)
1.11.11	1	0	1
2.11.11	2	2	2
3.11.11	2	(0)	(2)
Mittel	2	1	3

(Werte in Klammer): Messung später gestartet oder vorzeitig abgebrochen daher für Mittel nicht berücksichtigt

Tab. 4: Anzahl Starts pro Tag

Kommentare und Empfehlungen

24h-Messungen vom 31. 10. bis 3.11.2011 mit Kessel 2 (360kW)

Startphase	Während dem Start wurden zwei 5-Min-Mittel mit CO-Konzentrationen über 4'000mg/m ³ gemessen. Die Überschreitungen sollten auf ein 5-Min-Mittel beschränkt werden.
Reduktion Startphasen	Im Sommerbetrieb und in der Übergangszeit sollten mit dem kleinen Kessel (Kessel 1: 180kW) maximal zwei Startphasen pro Tag erfolgen. Der Betrieb mit dem Kessel 2 (360 kW) ist durch eine hohe Auslastung bei tiefer konstanter Kesselleistung geprägt. Wobei nach der Startphasen die Kesselleistung mehrmals auf Kesselnennleistung ansteigt oder stark schwingt, bis sie sich auf ein stabiles tieferes Niveau einregelt. Diese Betriebsweise verursacht während einem kurzen Zeitintervall unnötigerweise eine zusätzliche Ausbrand- und Startphase. Wenn der Regler für den Speicherladezustand langsamer eingestellt wird, kann hier voraussichtlich eine Verbesserung erreicht werden. Der Sollzustand des Speichers sollte 60% betragen. Der Inhalt des Pufferspeichers ist für den Betrieb mit dem grösseren Kessel (Kessel 2) zu gering.
Kein kurzes Ausschalten	Kurze Ausschaltzeiten sollten verhindert werden (siehe am 1.11.2011 um 05:45-06:30 sowie am 02.11.2011 um 04:15-05:28 etc.).
Ausbrandphase	Der Ausbrand konnte bereits stark verbessert werden. Weitere Verbesserungen sind möglich durch λ -Regelung von Primärluft und Sekundärluft bis zum Abbrennen des Brennstoffbettes auf das Glutbett (bei tiefem Luftüberschuss $\lambda = 2 - 2.5$). Inwieweit die hohen CO-Konzentrationen in der Ausbrandphase zu Geruchsbelästigungen führen, ist eine Frage der gleichzeitig auftretenden HC-Emissionsmessung. Diese sollen in der Optimierungsphase 2 des Projektes gemessen werden.
Reduktion Abgasgeschwindigkeit unter 0.3m/s	Auch wenn die Anlage über längere Zeit ausgeschaltet wird, sinken die Abgasgeschwindigkeiten nicht unter 0.3m/s. Im Rahmen eines kurzen Versuches wurden die Zuluftöffnungen für Primär- und Sekundluft mit Alu-Band verschlossen. Damit konnten die Abgasgeschwindigkeiten auf 0.2m/s also unter 0.3m/s gesenkt werden. Zur Zeit ist nicht klar, ob damit der Kessel immer noch genügend durchströmt wird, um eine Verpuffungsgefahr ausschliessen zu können.

Gesamteindruck und weiteres Vorgehen

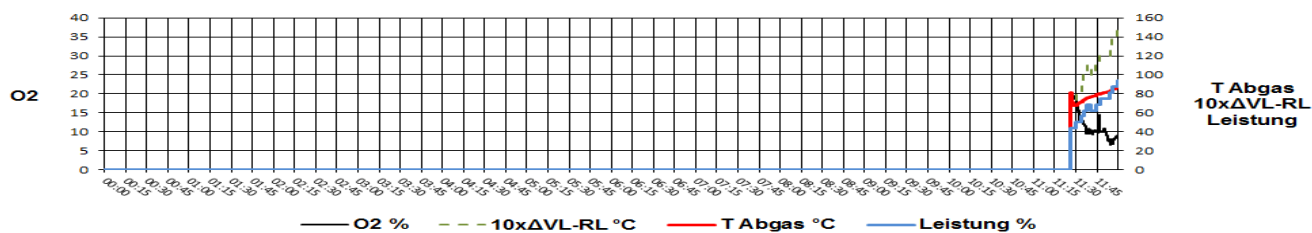
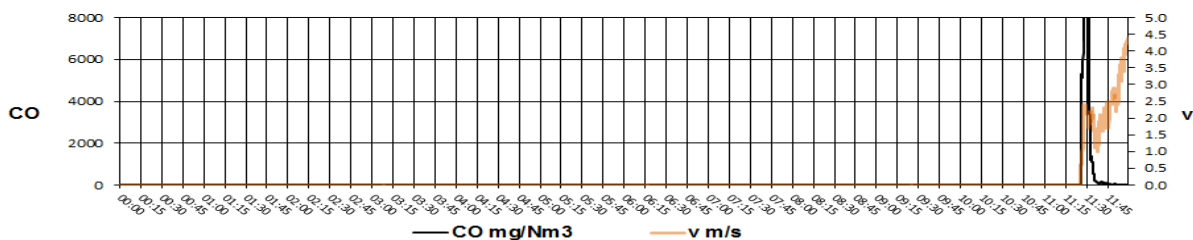
Gesamteindruck	Im Regelbetrieb zwischen 30 bis 100% werden sehr tiefe CO-Konzentrationen erreicht. Die instationären Betriebsphasen konnten ebenfalls entscheidend verbessert werden. Diese können weiter optimiert werden (optimierter Ausbrand und Reduktion der Anzahl Starts). Die Optimierungsphase 1 konnte mit diesen Messungen erfolgreich abgeschlossen werden. Es wird eine weitere Optimierungsphase vorgeschlagen.
Weiteres Vorgehen	Damit der Aufwand für die Fa. Schmid in Grenzen gehalten werden kann sollte für Optimierungsphase 2 eine Anlage ausgewählt werden, welche über eine Fernbedienung verfügt. Vorgängig zu Optimierungsphase 2 schlagen wir ein Gespräch mit der Firma Schmid vor.

24h-Messungen Anlage 18 31.Okt. bis 3.Nov.2011

Rostfeuerung 360 kW W35 31.Okt. 2011

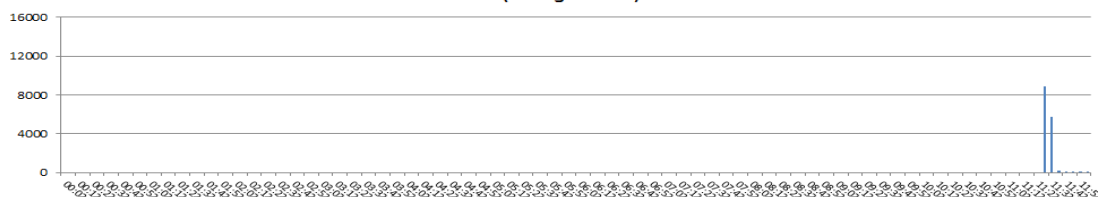
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 6 Min



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

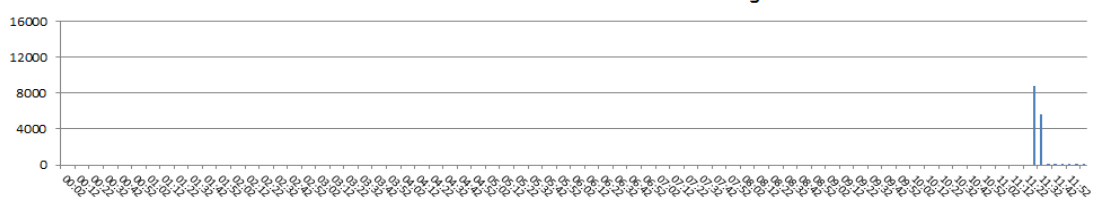


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

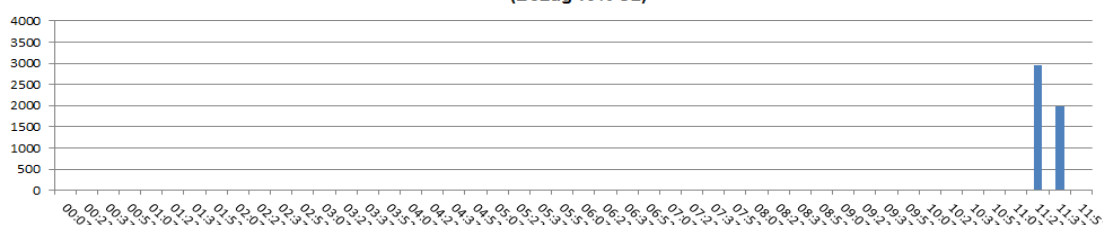
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 2

5Min-Mittel-Max: 8'827 mg/m³



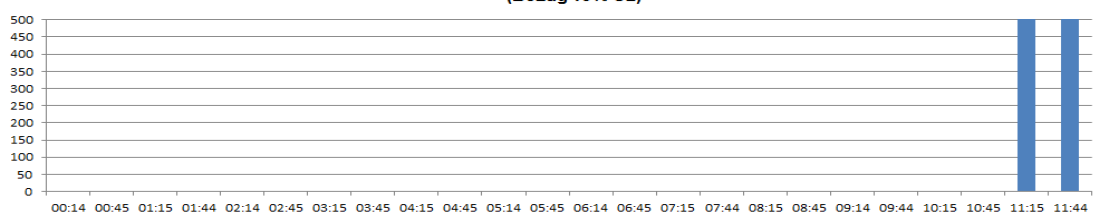
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

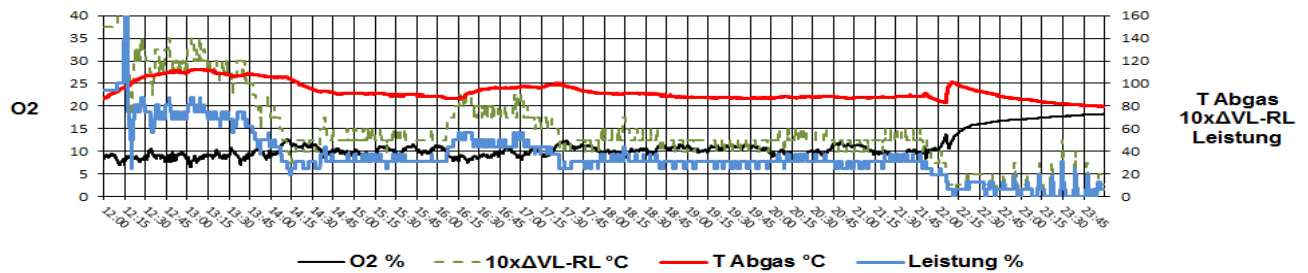
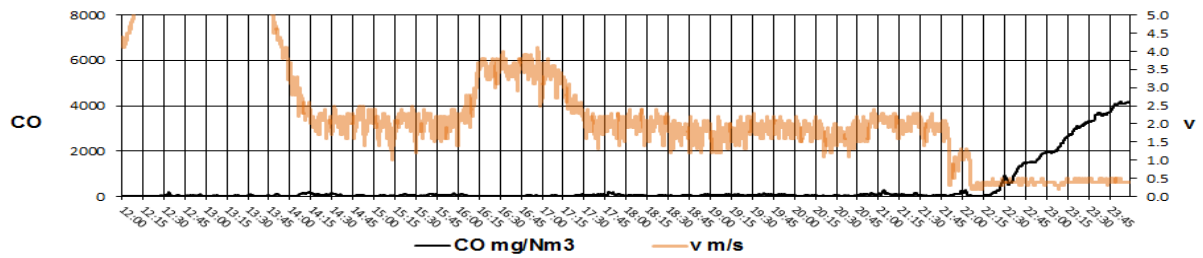
(Bezug 13% O₂)



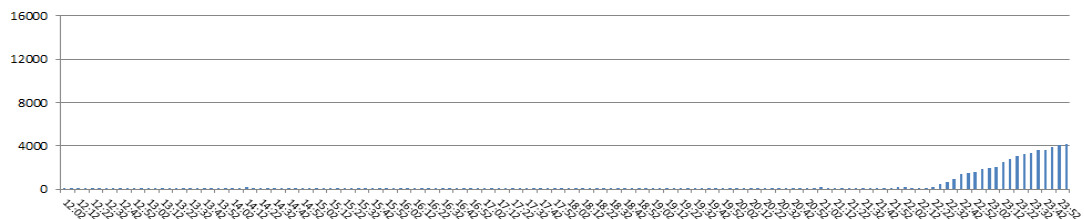
Rostfeuerung 360 kW W35 31.Okt. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 11 Min

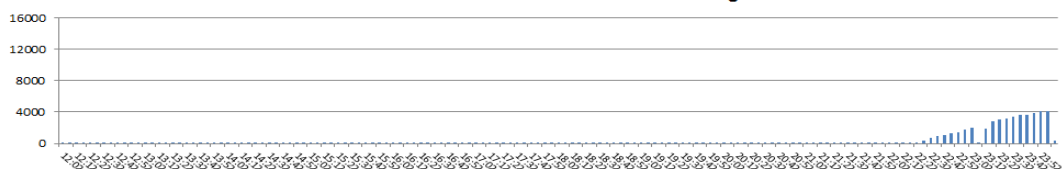


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

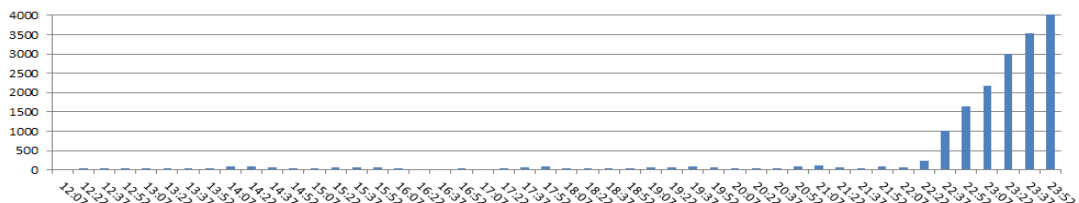


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

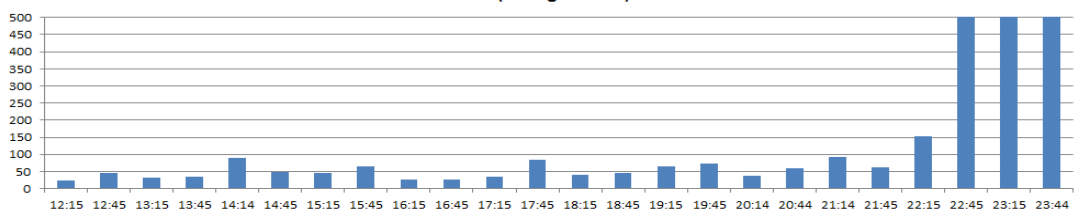
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 2
5Min-Mittel-Max: 4'132 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

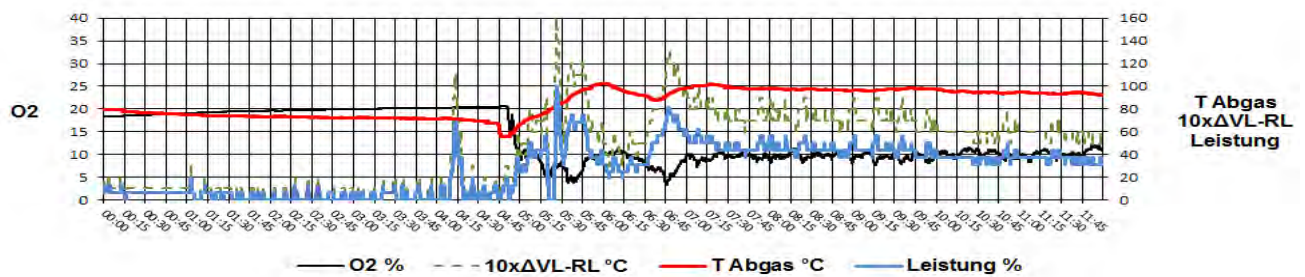
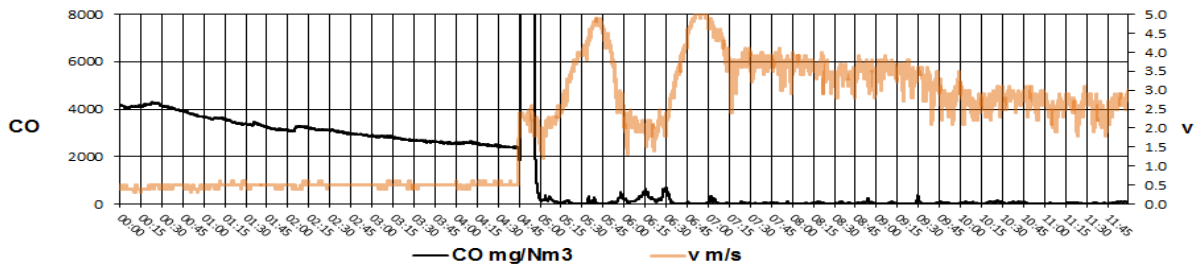


30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

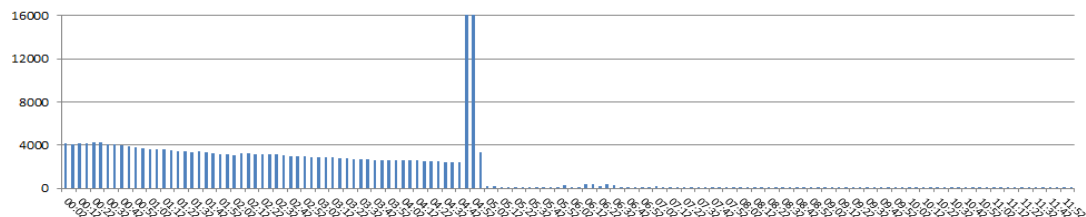


Rostfeuerung 360 kW W35 1.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 48 Min

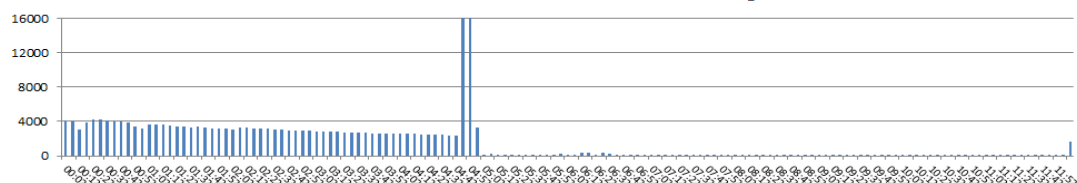


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

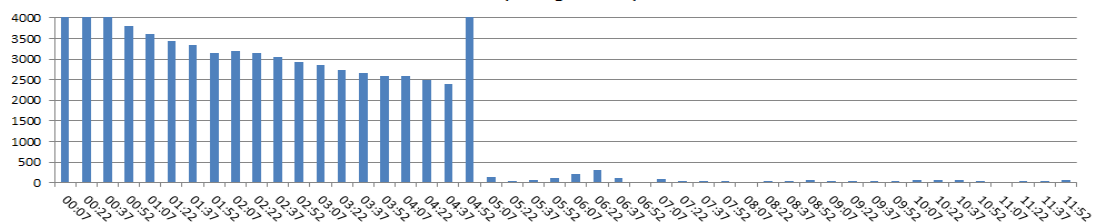


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

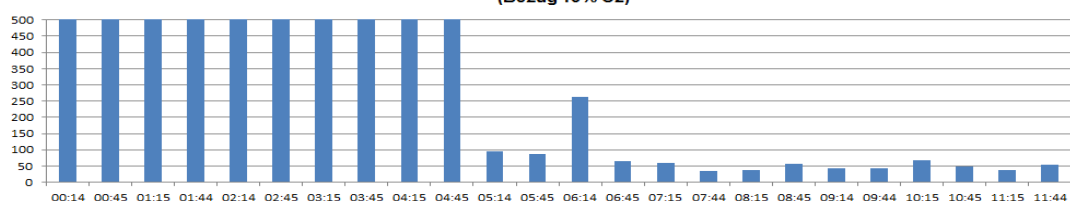
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 8
5Min-Mittel-Max: 34'367 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



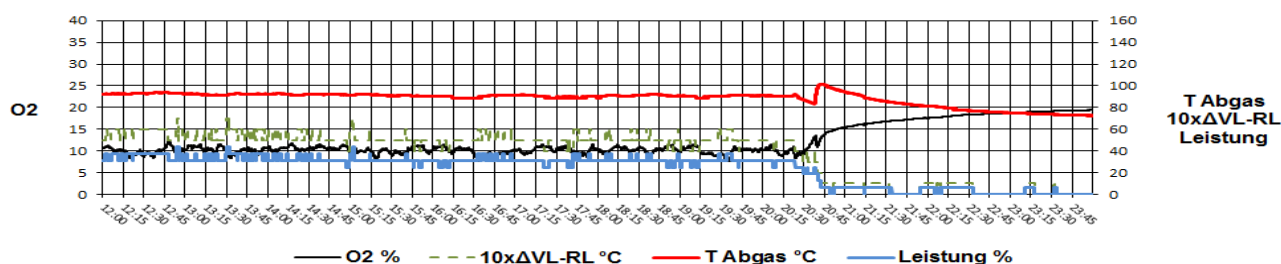
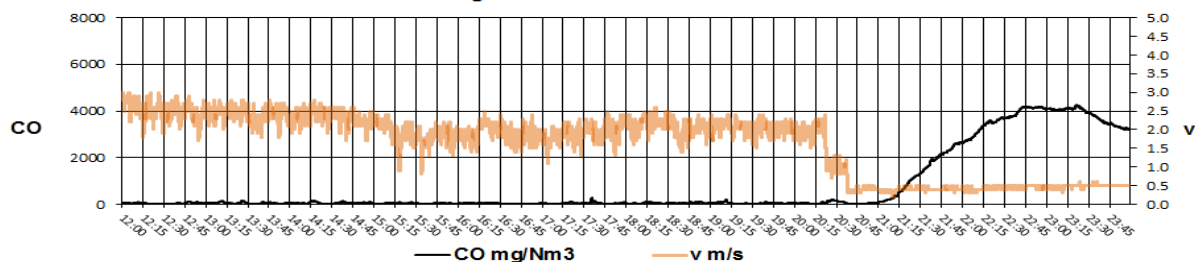
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 360 kW W35 1.Nov. 2011

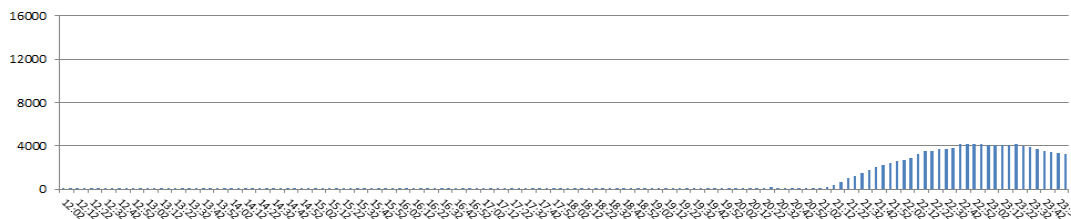
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 47 Min



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

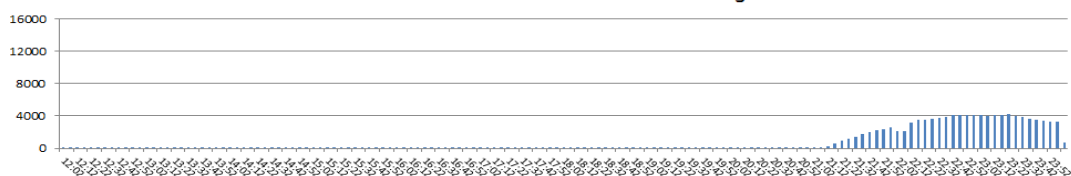
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

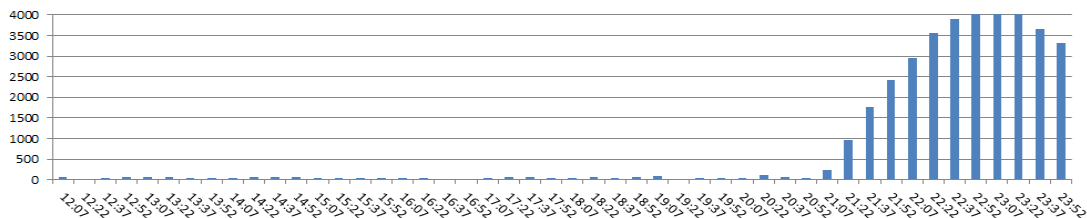
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 10
5Min-Mittel-Max: 4'188 mg/m³



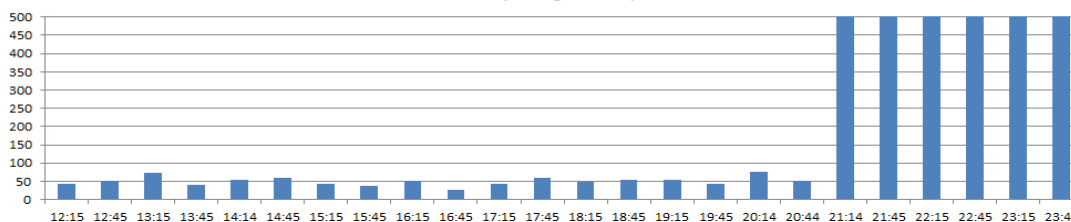
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

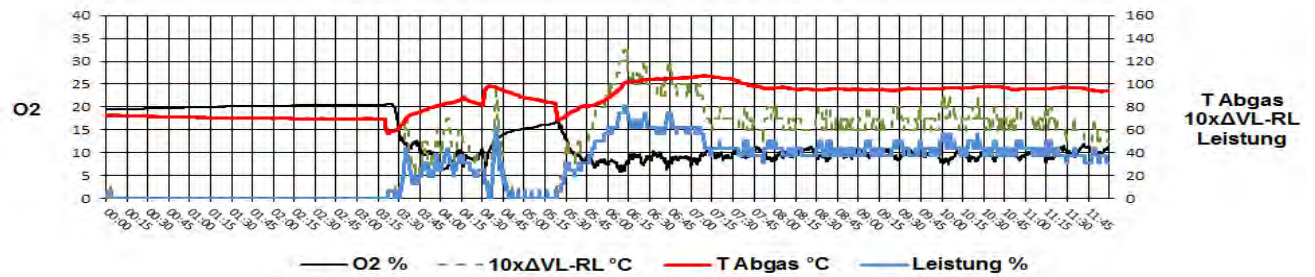
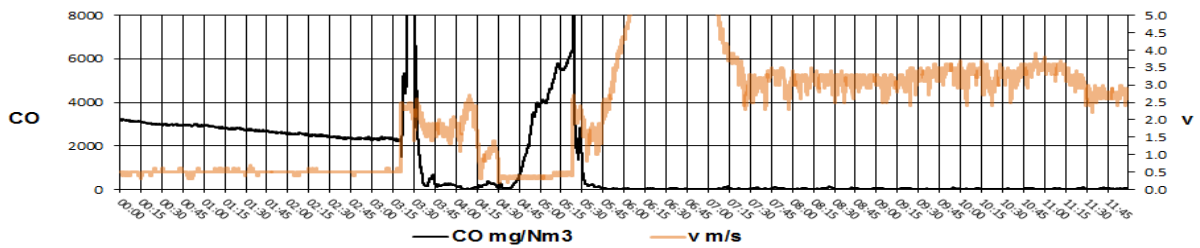
(Bezug 13% O₂)



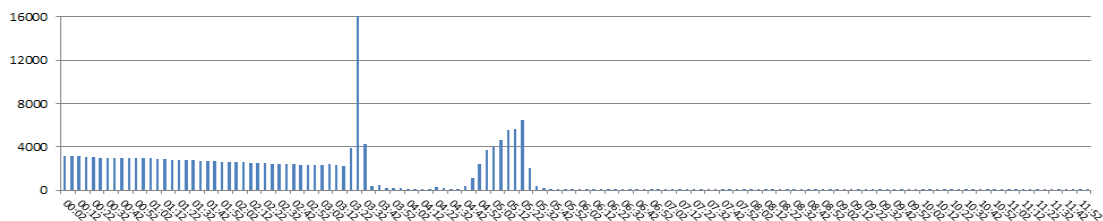
Rostfeuerung 360 kW W35 2.Nov. 2011

(Bezug 11% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 30 Min

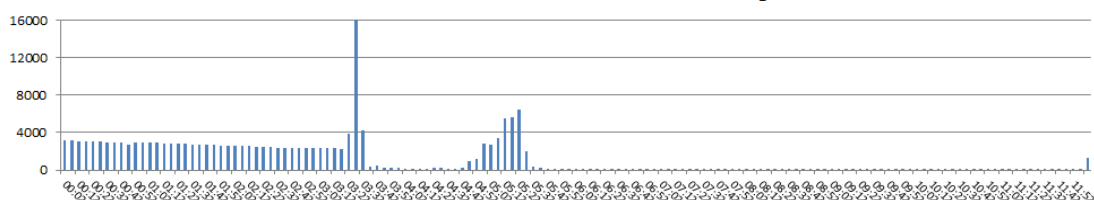


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

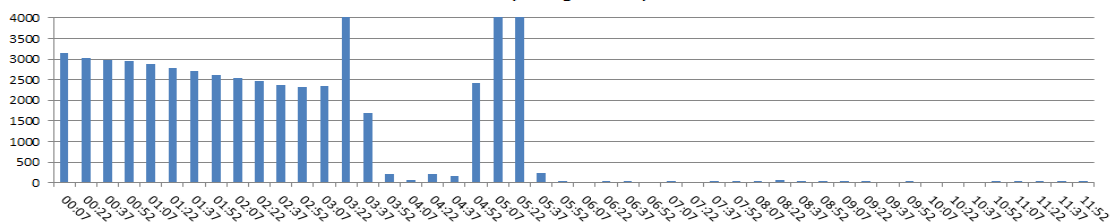


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

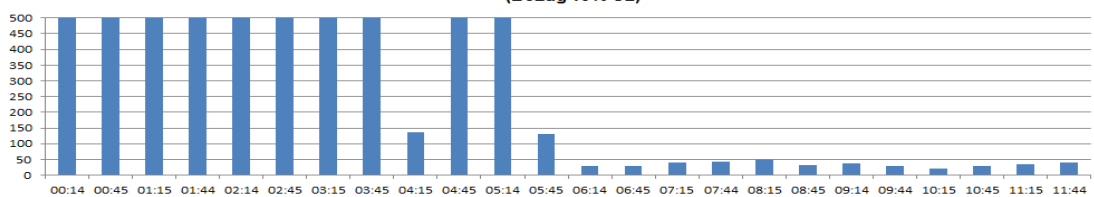
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 5
5Min-Mittel-Max: 38'378 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



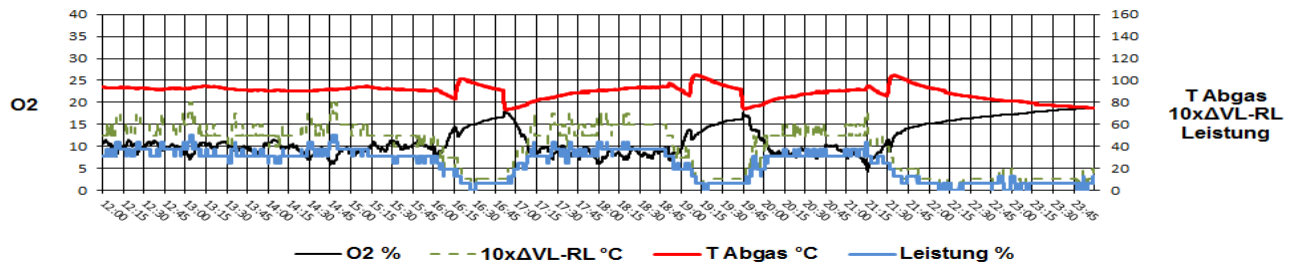
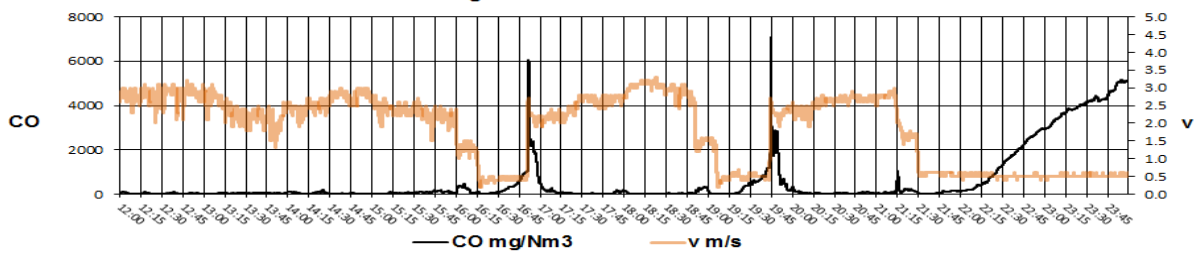
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 360 kW W35 2.Nov. 2011

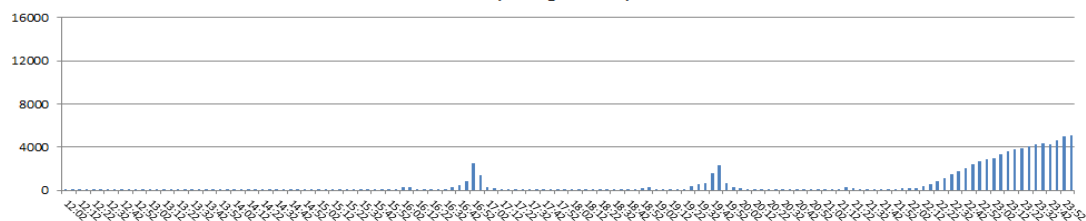
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 36 Min



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

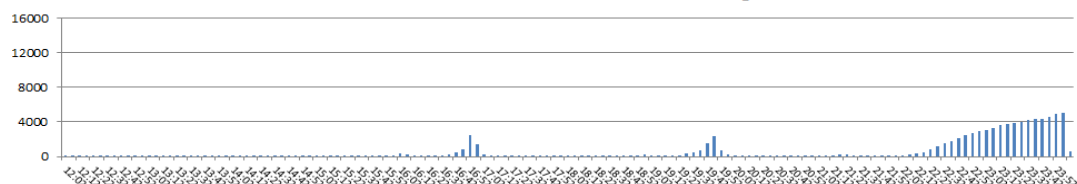
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

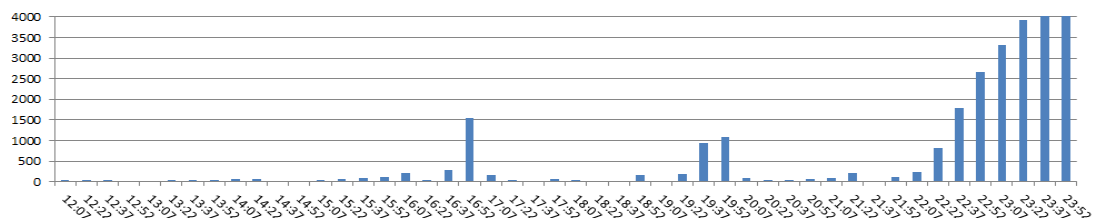
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 7
5Min-Mittel-Max: 5'083 mg/m³



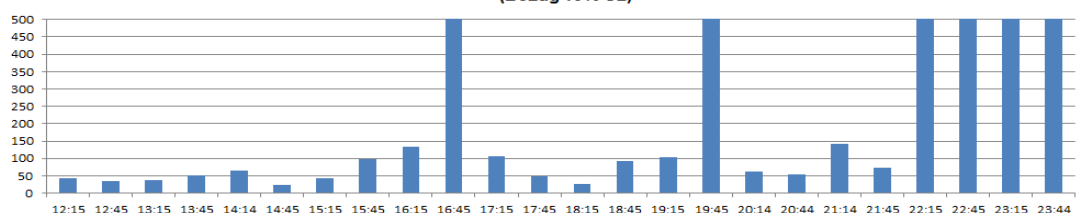
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

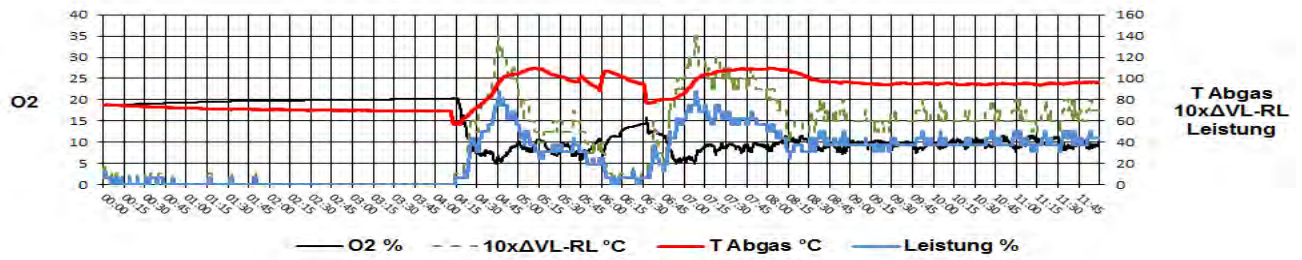
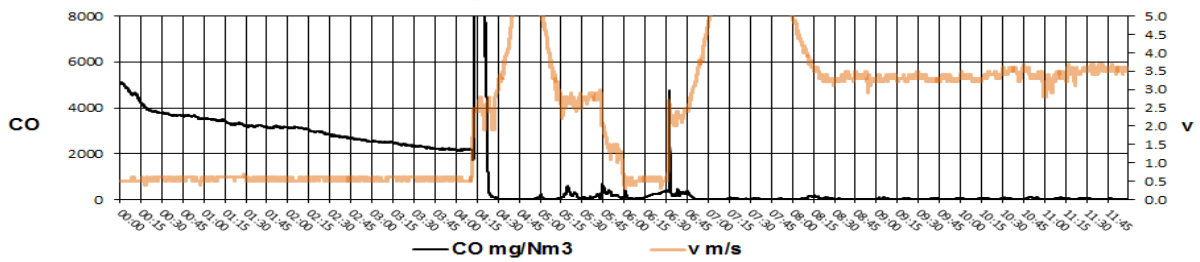
(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 360 kW W35 3.Nov. 2011

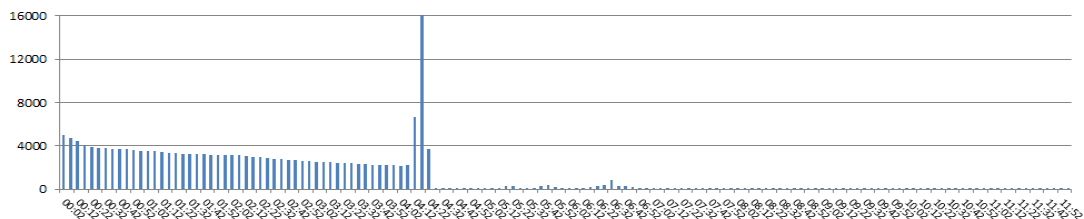
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 28 Min



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

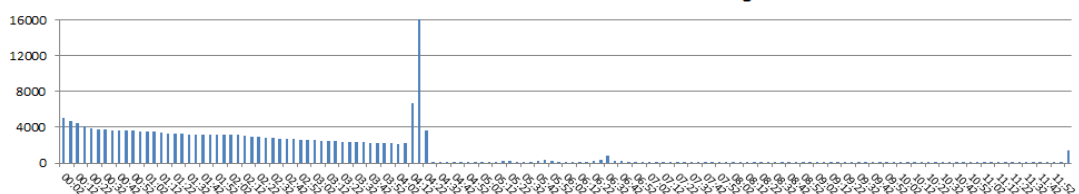
(Bezug 13% O₂)



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

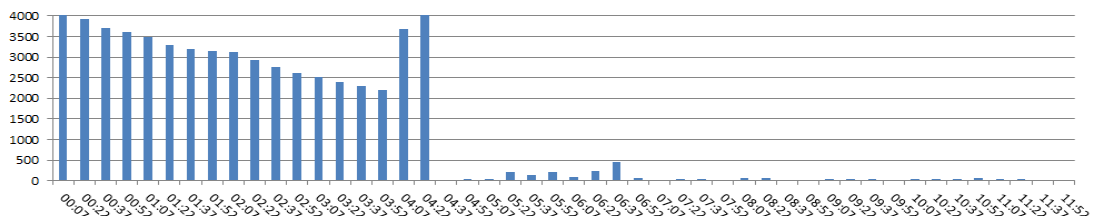
(Bezug 13% O₂)

Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 6
5Min-Mittel-Max: 24'555 mg/m³



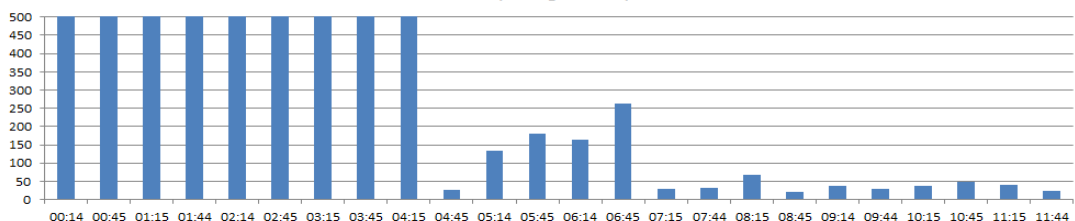
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



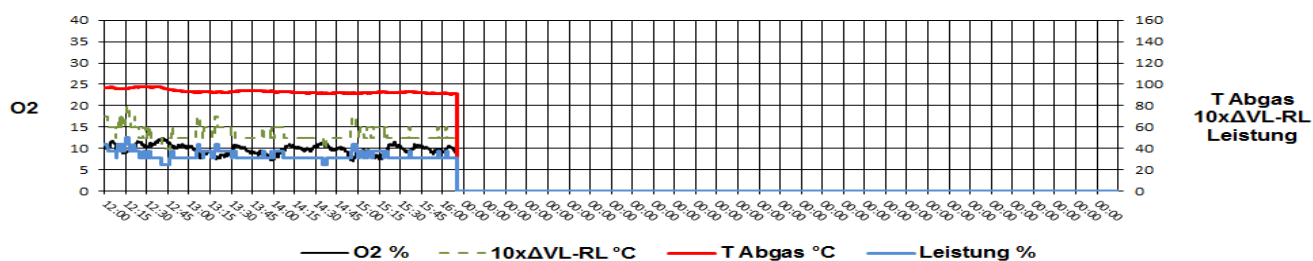
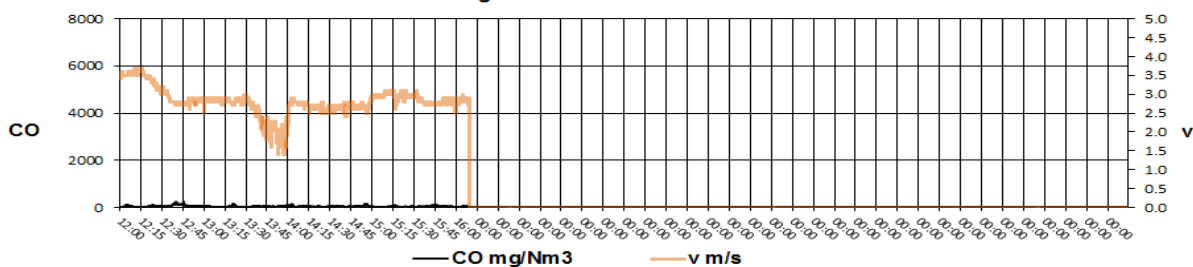
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 360 kW W35 3.Nov. 2011

(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0Min

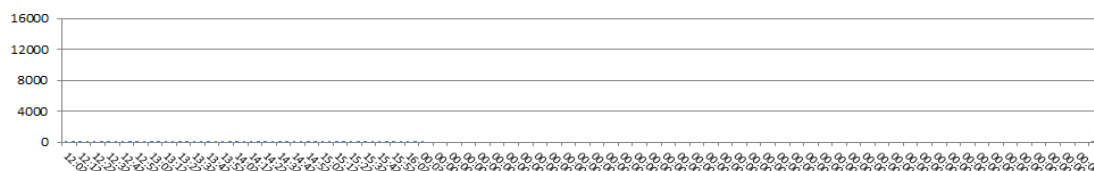


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

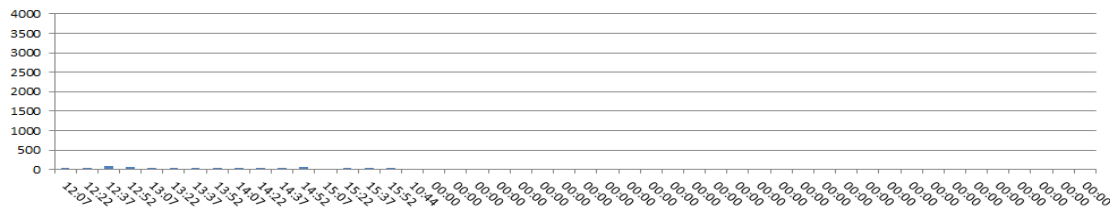


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

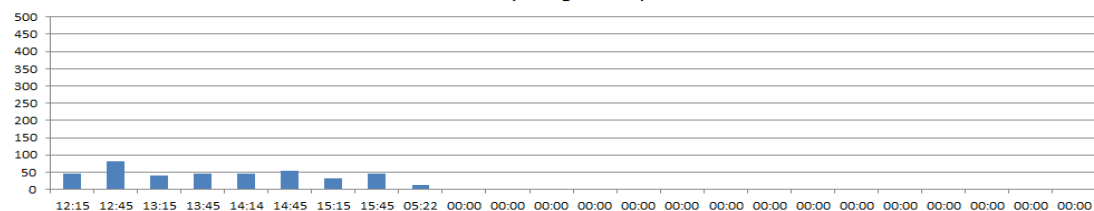
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 136 mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Anlage 19: Emissionsmessung: Anlagedaten, Kommentare

Betreiber			
Adresse			
Tel,email			
Datum	05. bis 08. Dezember 2011		
Wetter	Regen/schön, kein Wind/böig, +5/+6°C, 78/90% rel. Feuchte		

Feuerung	Fabrikat	
	Typ	
	Feuerungswärmeleistung in kW	225kW (vor Umbau); 175kW (nach Umbau)
	Feuerungssystem	Rost
	Baujahr	2007 (Umbau 2011)
	Speicher	2x3'000Liter
	Filter	Zyklon
	Brennstoff	Waldhackschnitzel W25
Automatische Zündung	vorhanden	

Kommentare	Datum	Zeit	
	05.12.2011	10:19	Vorbereitung: Anlage in Betrieb
		10:20	Justierung mit Frischluft: O ₂ 20.93%; (CO 1ppm)
		10:26	Justierung mit Kalibriergas: CO 160ppm und 15'000ppm
		10:28	Start Messung (Dreiweghahn auf Messgas)
		10:30	Messwert stabil
		ca 15:00	Leistung gemäss Wärmezähler 104-97.6kW
		18:20	Messung abgebrochen wegen Stromausfall durch Handwerker mit Schweissgerät
		19:10	Dreiweghahn auf Frischluft, Messgaspumpe EIN, Autokalibration Messgerät gestartet
	08.12.2011	19:12	Dreiweghahn auf Messgas
		06:40	Messwert stabil
		06:42	Ende Messung
		06:44	Kontrolle mit Frischluft: O ₂ 21.03%; CO 3ppm, Abweichung O ₂ 0.1%, Abweichung Nullpunkt CO 3ppm
			Kontrolle mit Kalibriergas: CO 165ppm; 1.504%; Abweichung CO 5ppm; 0.004% (40ppm); O ₂ 0.00% (Abweichung 0.00%)

Rauchbild	Rauch sichtbar
------------------	----------------

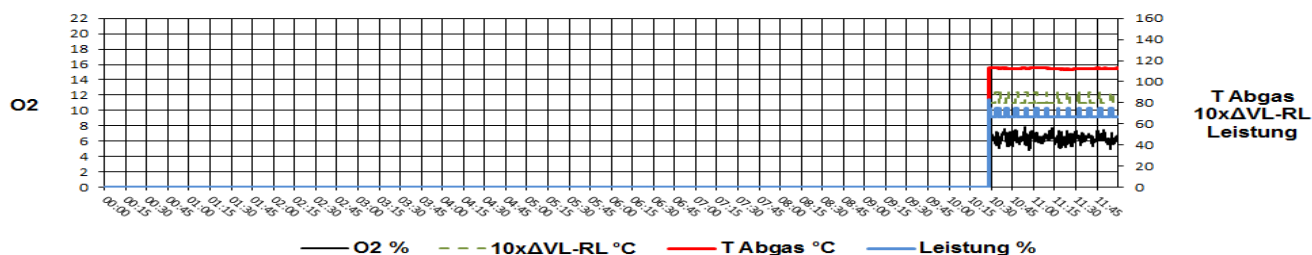
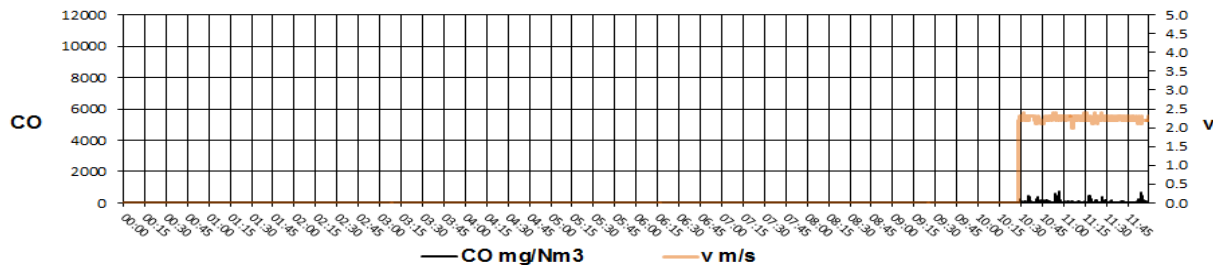
17. Nov. 2011, WV

24h-Messungen Anlage 19 5. bis 8.Dez.2011

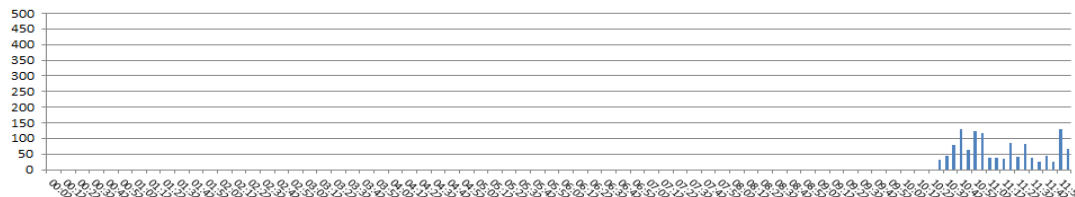
Rostfeuerung 175 kW W25 5.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0 Min; vmin=2.0m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

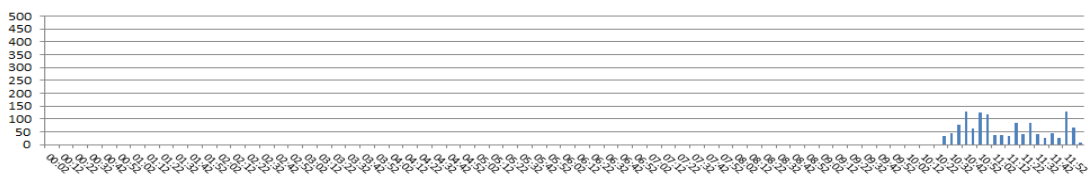


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

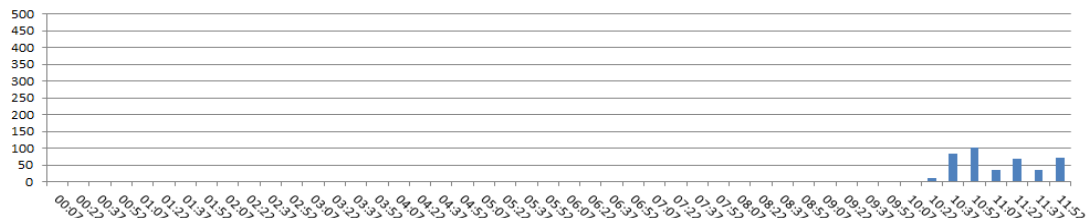
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0

5Min-Mittel-Max: 130mg/m³



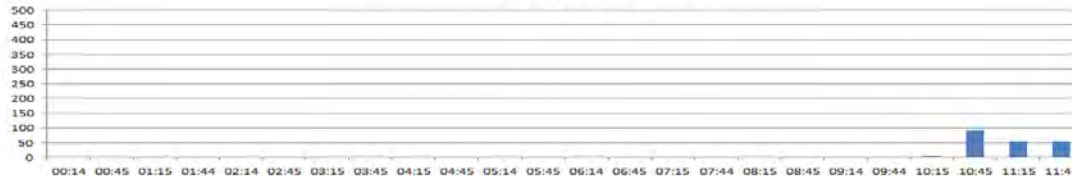
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

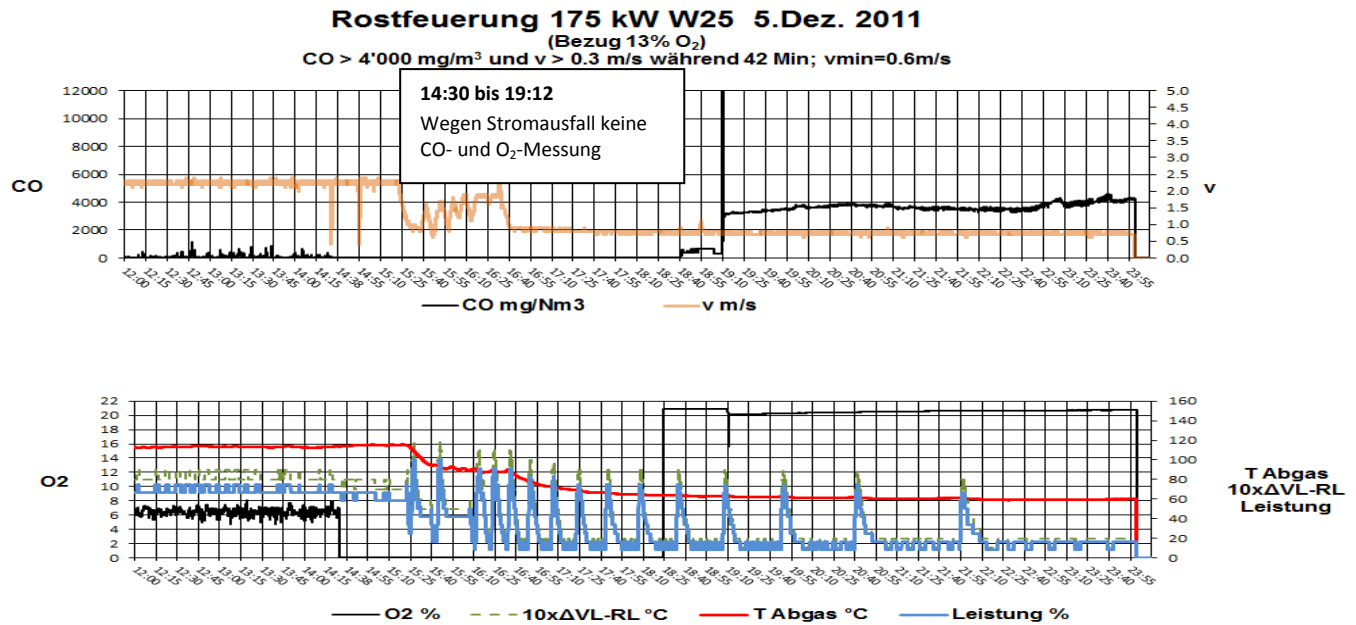
(Bezug 13% O₂)



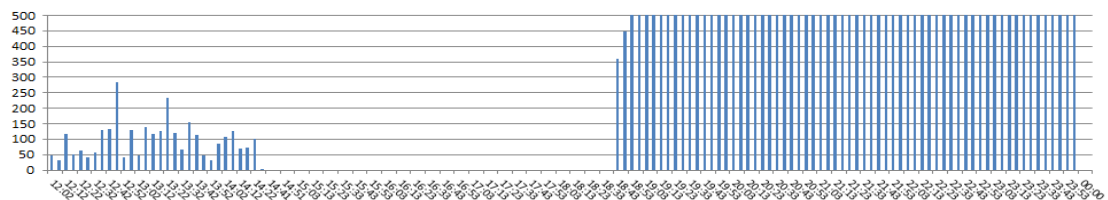
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



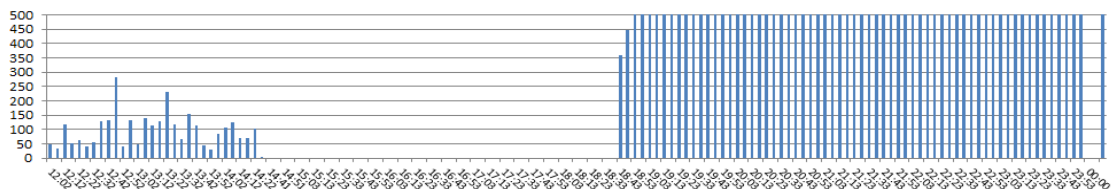


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)

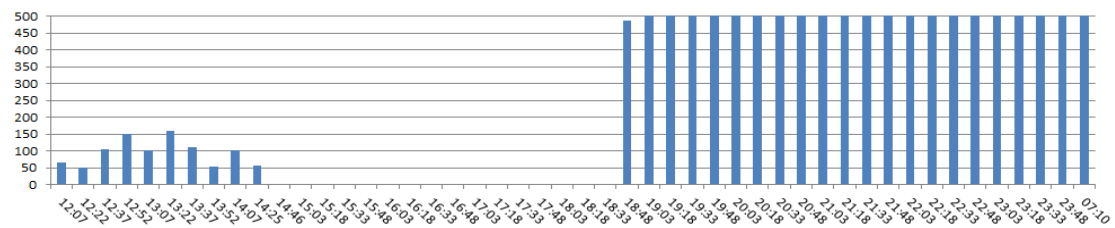


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s
(Bezug 13% O₂)

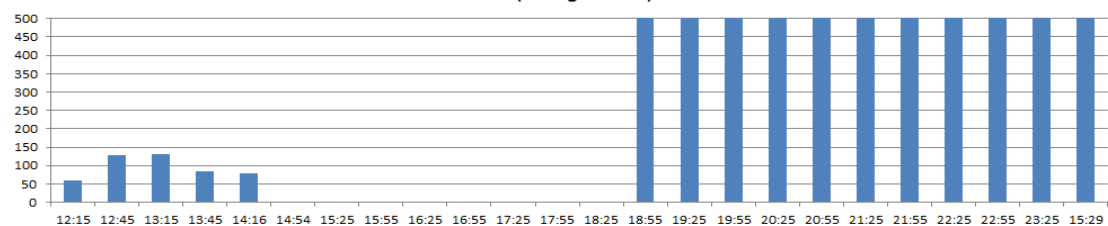
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 9
5Min-Mittel-Max: 4'332mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



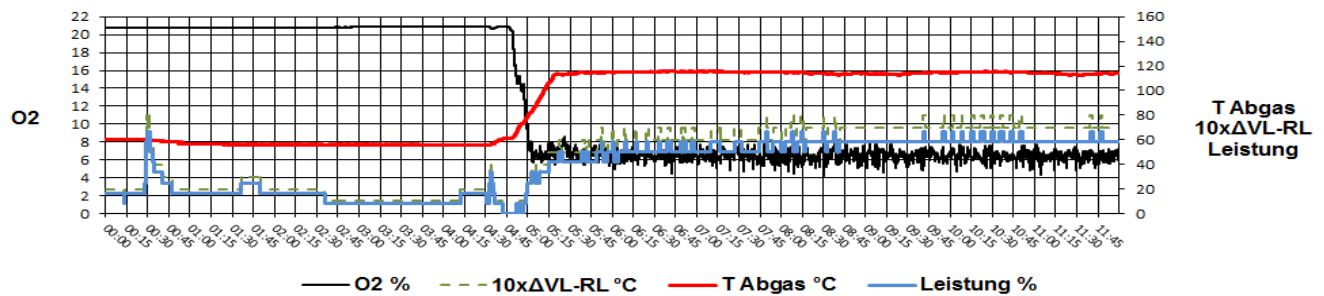
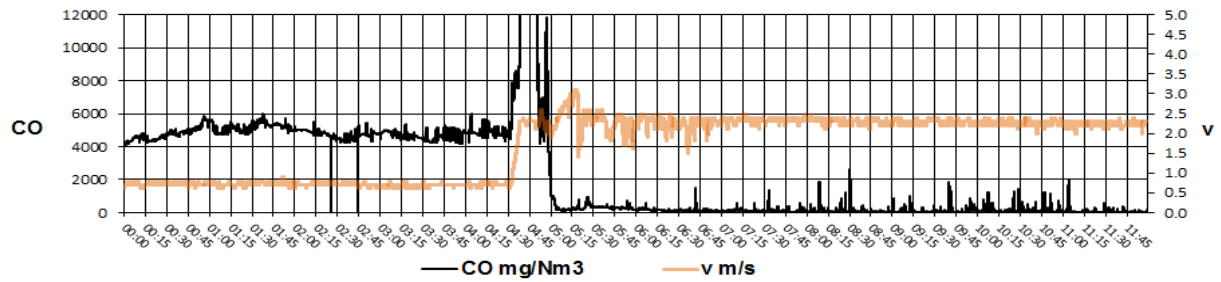
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³
(Bezug 13% O₂)



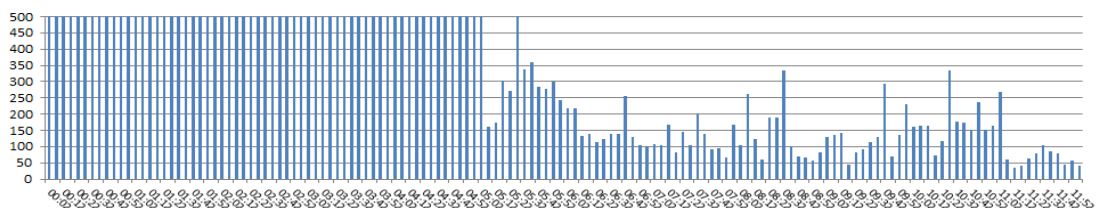
Rostfeuerung 175 kW W25 6.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 298 Min; vmin=0.6m/s

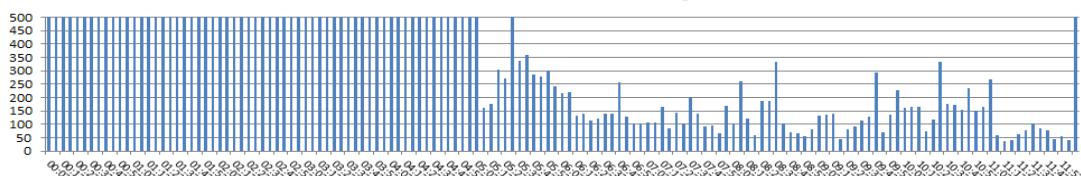


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

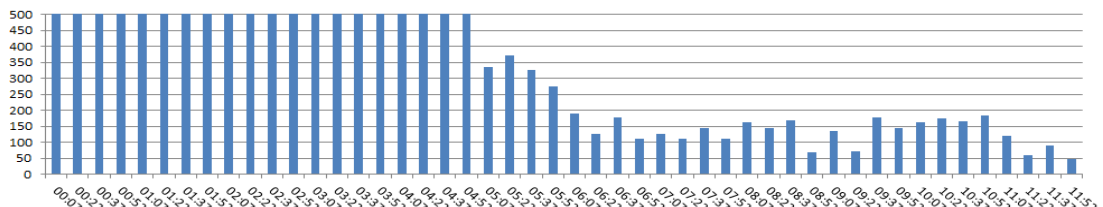


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

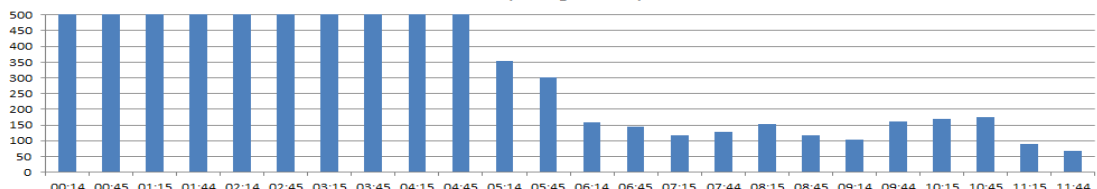
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 60
5Min-Mittel-Max: 23'480mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



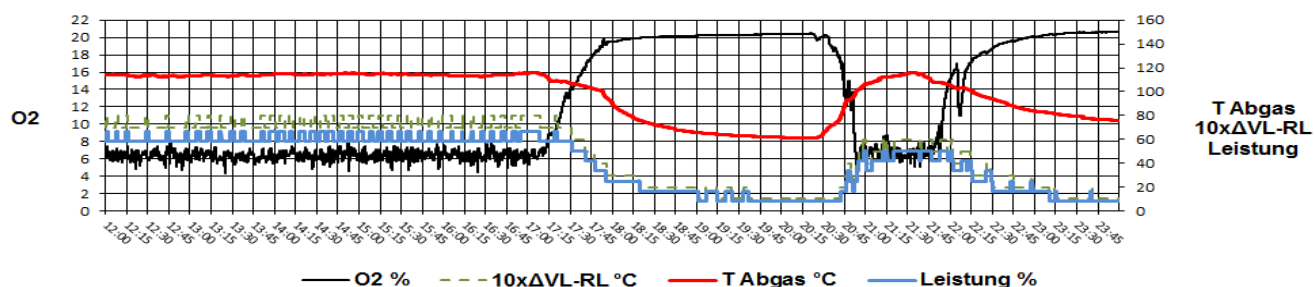
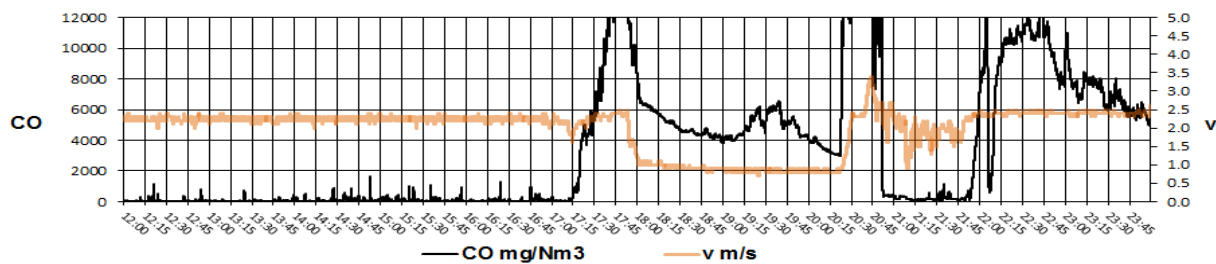
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 175 kW W25 6.Dez. 2011

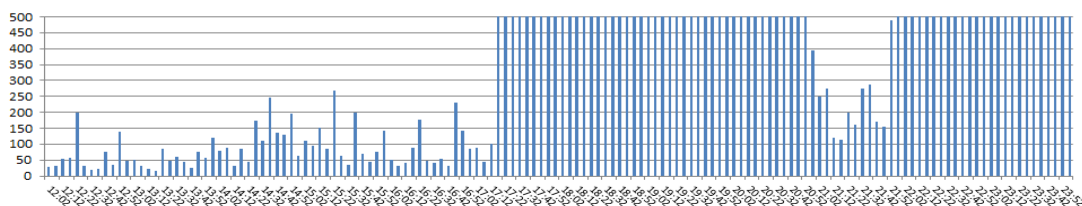
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 305 Min; vmin=0.7m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

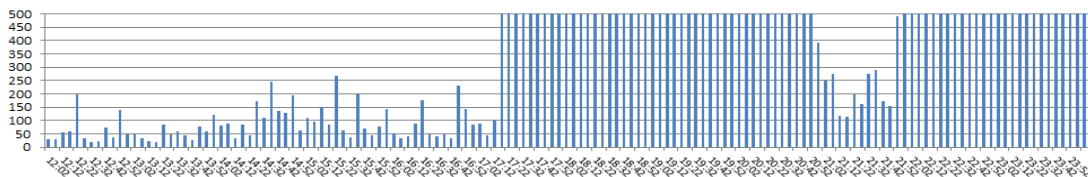


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

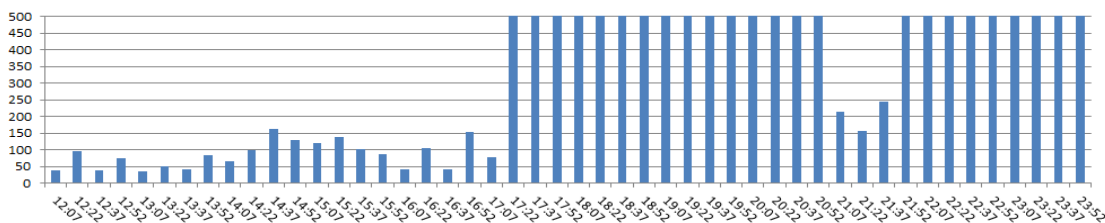
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 62

5Min-Mittel-Max: 18'475mg/m³



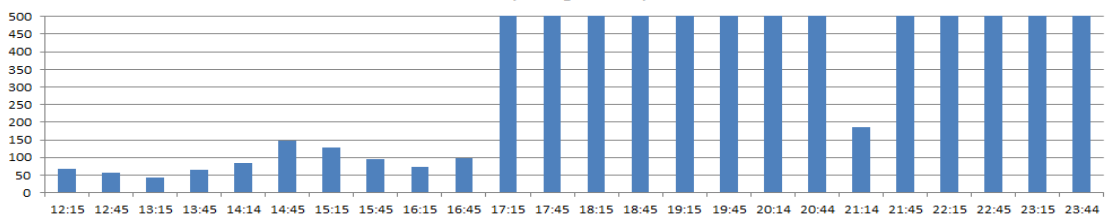
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



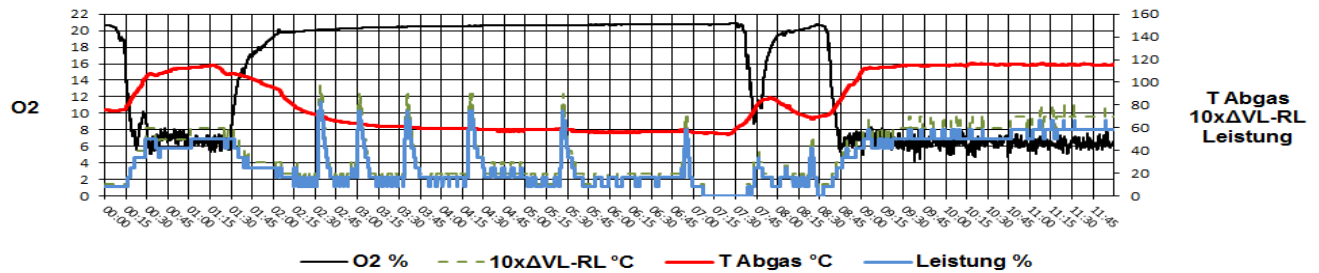
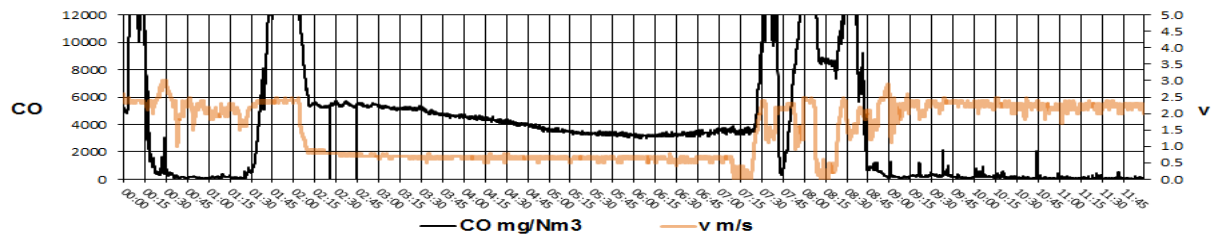
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

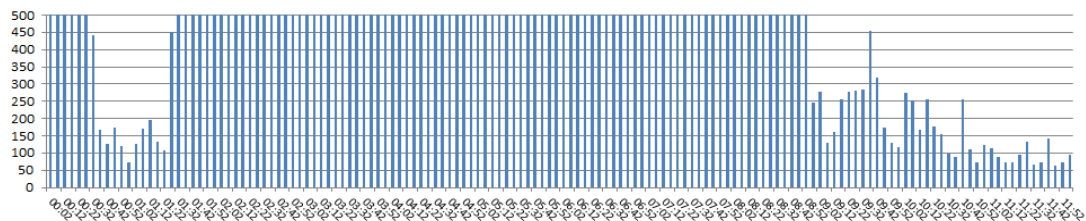


Rostfeuerung 175 kW W25 7.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 264 Min; vmin=0.0m/s

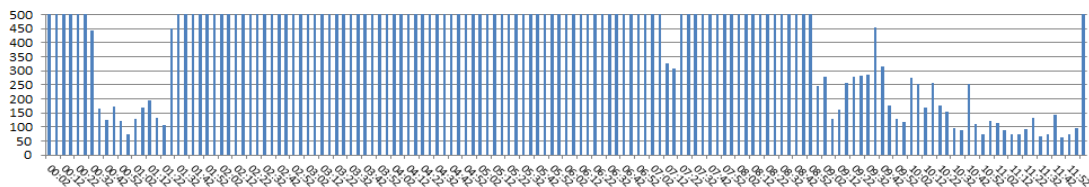


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

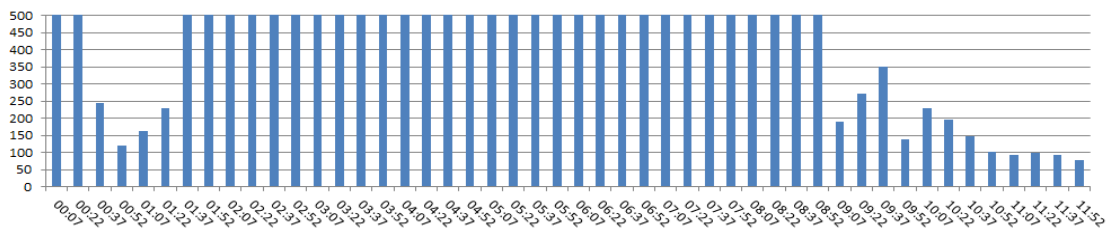


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s (Bezug 13% O₂)

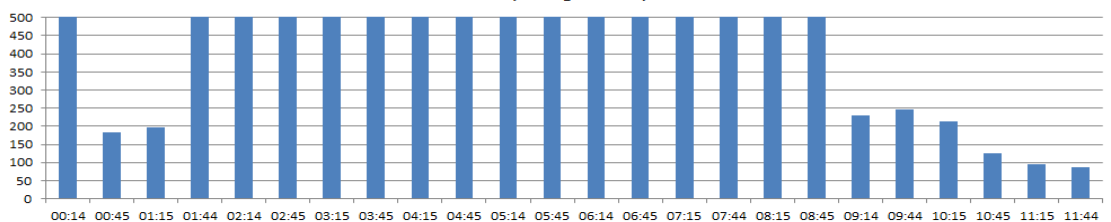
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 55
5Min-Mittel-Max: 19'628mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



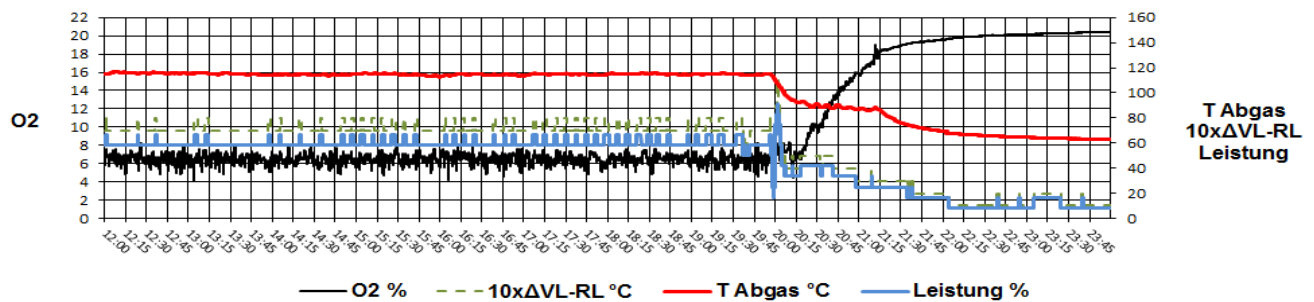
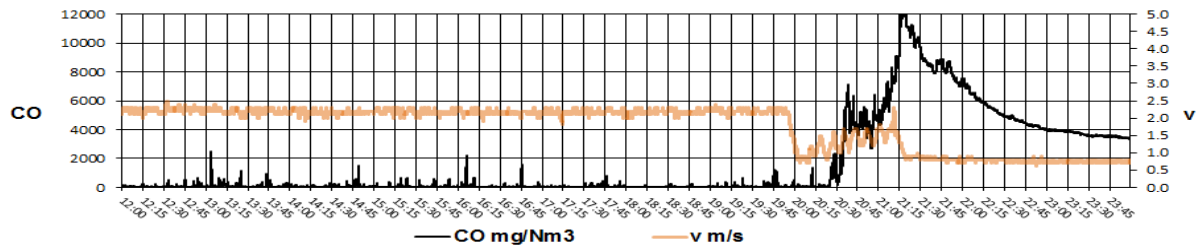
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



Rostfeuerung 175 kW W25 7.Dez. 2011

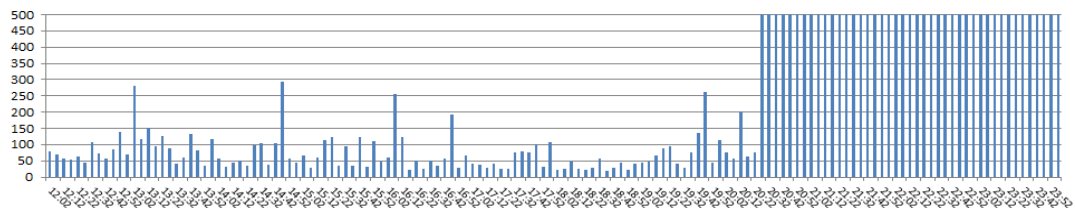
(Bezug 13% O₂)

CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 142Min; vmin=0.6m/s



5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

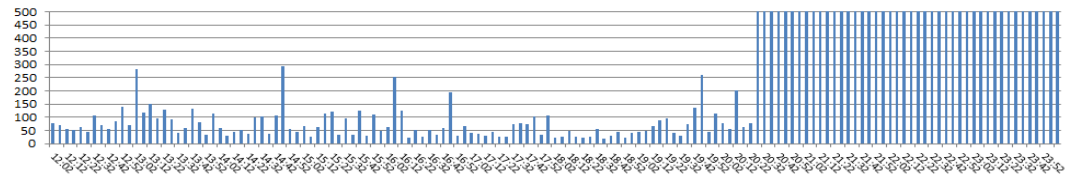


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

(Bezug 13% O₂)

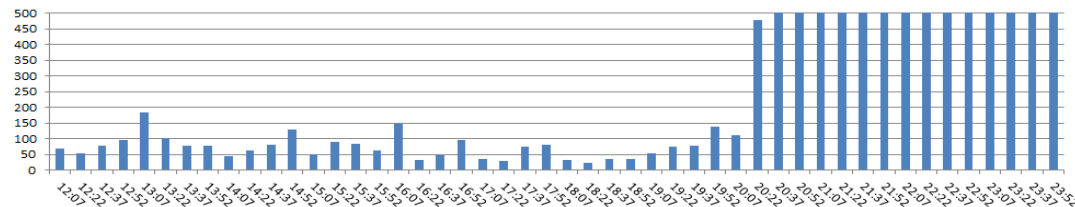
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 29

5Min-Mittel-Max: 11'669mg/m³



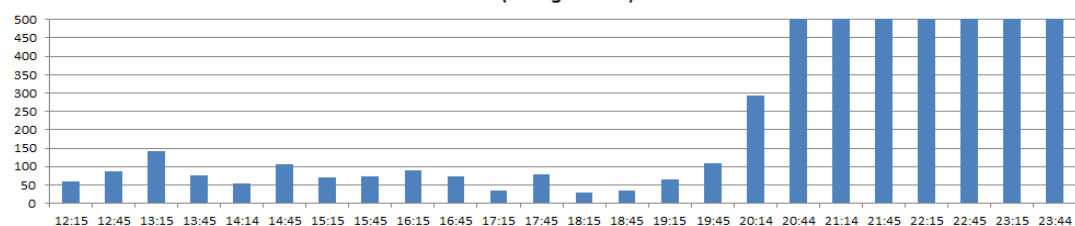
15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)



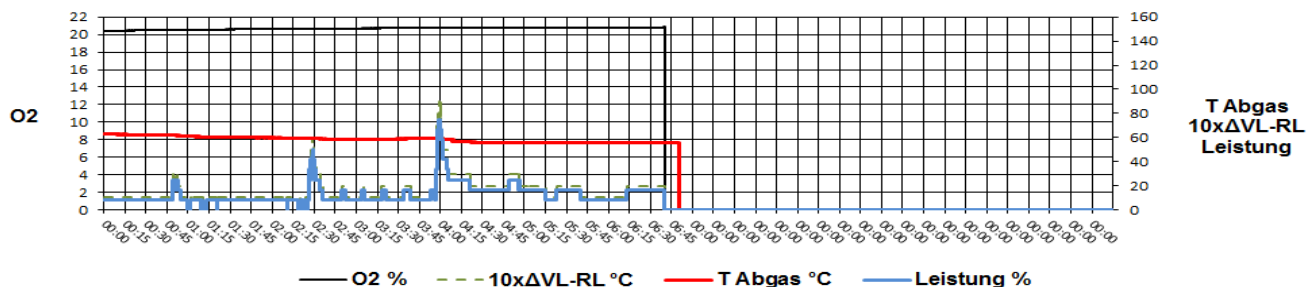
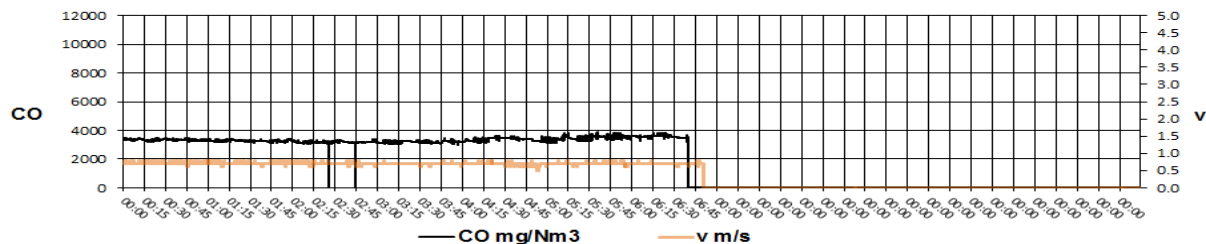
30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³

(Bezug 13% O₂)

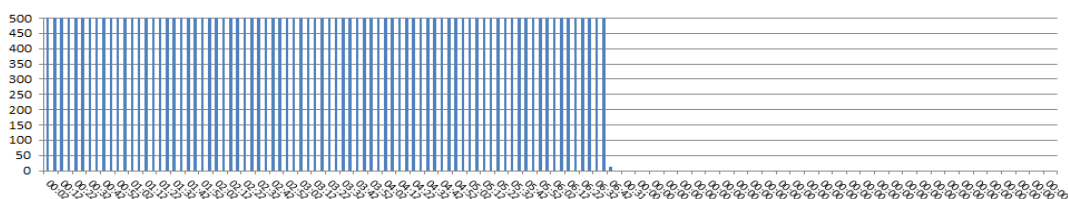


Rostfeuerung 175 kW W25 8.Dez. 2011

(Bezug 13% O₂)
CO > 4'000 mg/m³ und v > 0.3 m/s während 0Min; vmin=0.5m/s

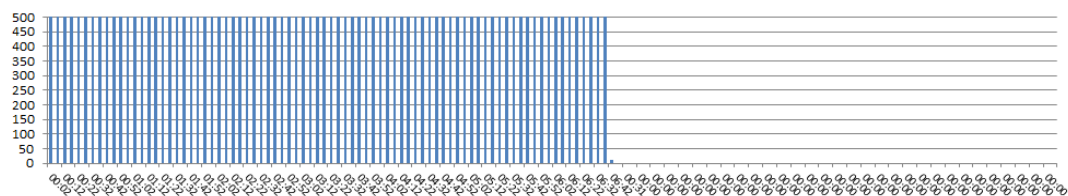


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)

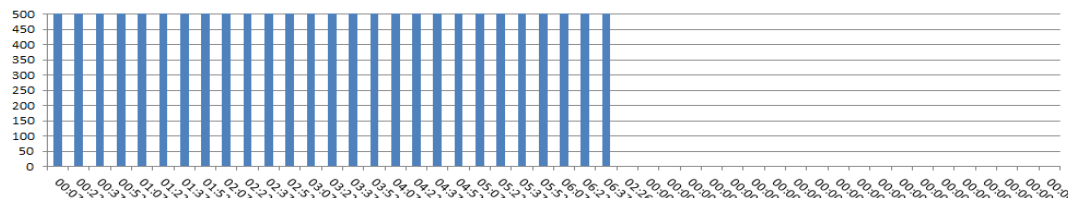


5 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ und v>0.3 m/s

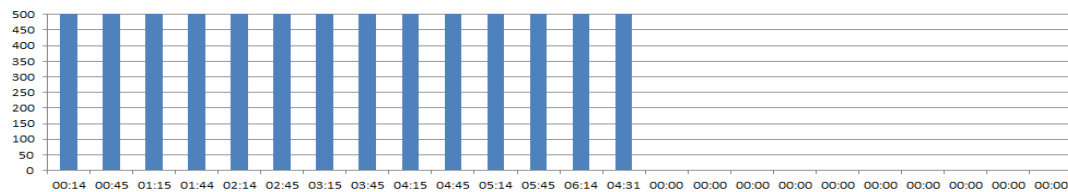
(Bezug 13% O₂)
Anzahl 5Min-Mittel über 4'000mg/Nm³: 0
5Min-Mittel-Max: 3'644mg/m³



15 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)



30 Min-Mittelwerte von CO mg/Nm³ (Bezug 13% O₂)





Sitzungsprotokoll

„Runder Tisch QS-Holzfeuerungen: Zentralheizungskessel bis 500 kW“

Datum: Freitag, 20. Mai 2011,
Ort: 09.00 – 12.40 Uhr, Landgasthof Moosschür, Neuenkirchstrasse, 6016 Hellbühl
14.00 – ca. 16.00 Uhr, Fam. Peter Muff, Schürmatt, 6016 Hellbühl

Teilnehmer:

Arens	Frank	AFU SG
Bienz	Guido	Windhager
Binggeli	Daniel	BFE
Boog	Thomas	Heitzmann AG
Boss	Jürg	Schiltknecht
Bucher	Peter	UWE LU
Fankhauser	Thomas	Liebi LNC AG
Gloor	Marlies	UWE LU
Good	Jürgen	Hochschule Luzern / Verenum
Grüneisen	Ruedi	Liebi LNC AG
Hermle	Sandra	BFE
Heitzmann	Markus	Heitzmann AG
Imbach	Konrad	SFIH
Jeggli	Ruedi	AFU SO
Jenal	Heinz	Stadt ZH
Jenni	Andres	ardens GmbH
Iseli	Vitus	Iseli AG
Liechti	Simon	BAFU
Lüthi	Daniel	Rieben Heizanlagen AG
Michel	Hans	ANU GR
Nyffeler	Jürg	Iseli AG
Ohnmacht	Ulrich	Lufthygieneamt beider Basel
Oser	Michael	Müller AG, Balsthal
Osman	Gertrud	UWE LU
Papis	Angelo	AWEL ZH
Rieben	Niklaus	Rieben Heizanlagen AG
Schenk	Markus	Umwelt AG
Schlottmann	Diether	Lopper Kesselbau AG
Schmid	Hans Jürg	Schmid AG
Schmid	Roland	Schmid AG
Vock	Willi	Ingenieurbüro
Wahl	Hugo	Panacon
Wampfler	Toni	Rieben Heizanlagen AG
Wickihalder	Bruno	Viessmann
Wüest	Reto	UWE LU
Aeschbacher	Christoph	Holzenergie Schweiz
Isler	Franco	Holzenergie Schweiz

Leitung: Willi Vock und Andres Jenni
Moderation: Konrad Imbach
Protokoll: Jürgen Good

Verteiler: Sitzungsteilnehmer

	Begrüssung und kurze Einleitungen Binggeli/BFE: Er sieht QS-Support Holzfeuerungen als Ombudsstelle für Klagefälle. Ziel ist, Holzfeuerungen im Feld effizienter und besser zu machen. Der Support ist vorerst regional, könnte aber ‚schweizweit‘ ausgebaut werden. Liechti/BAFU: Der ‚Runde Tisch‘ geht auf einen Wunsch der Branche zurück, Liechti begrüsst einen jährlichen Rhythmus. Das BAUFU würde damit gleichzeitig auch gerne eine Plattform bieten, damit die Branche proaktiv ihre Innovationen und Weiterentwicklungsmöglichkeiten aufzeigen kann. Die LRV-Mesempfehlungen sind in Überarbeitung, die Branche wird im Sommer 2011 zur Konsultation beigezogen. Jenal/Stadt Zürich präsentiert CO-Messungen an Pellet-, Hackschnitzel- und Stückholzfeuerungen, die den soweit möglich Kaltstart beinhalten, d.h. 5 Minuten nach Auflegen wird 2 x 15 Min gemessen. Vock/Jenni QS-Support soll Servicepersonal weiterbilden. Dazu helfen wesentlich die Erkenntnisse der 24h-Messungen. Ziel: Emissionen in allen regulären Lastbereichen tief. Er zeigt Resultate von zwei 24h-Messungen.
1.	Messung und Vollzug 1.1 Einführung der vereinfachten Messung für CO und Staub Vereinfachte Verfahren für CO und Staub werden grundsätzlich bis 500 kW zugelassen, unter der Voraussetzung, dass die Anforderungen von BAUFU (METAS) erfüllt werden. Die Abnahmemessung wird weiterhin durch neutrale Messfirmen oder ausgebildete Feuerungskontrolleure ausgeführt. Für die periodische Messungen sind entsprechend geschulte Servicefachleute und Feuerungskontrolleure zugelassen. Diskussion: Gemäss LRV sind die Grenzen 70 kW und 500 kW wichtig, es bleibt zu unterscheiden zwischen Anlagen < 70 kW und Anlagen von 70...500 kW Branche wünscht die Durchführung der Abnahmemessung wie bisher durch zugelassene Messinstitute, möchte aber die periodischen Messungen durch eigenes, entsprechend geschultes Servicepersonal durchführen. Dadurch lassen sich Service und Nachkontrolle verbinden und werden so für den Kunden günstiger. Ausserdem werden durch den Lerneffekt solcher Messung in Kombination mit den Servicearbeiten deutliche Fortschritte beim emissionsarmen Betrieb der Anlagen in der Praxis erwartet. Gemäss BAUFU ist das vorgestellte vereinfachte Messverfahren für CO ok, aber nicht für Staub. Im Bereich 70...500 kW sieht Liechti keine Berechtigung für das vereinfachte Messverfahren. Gemäss Vock sind Geräte für vereinfachte Staubmessung bis 150 mg/m³ (bei 13 Vol.-% O₂) TÜV-zugelassen, die Zulassung bis 50 mg/m³ wäre machbar (Untersuchungen der UNI Stuttgart), bis 20 mg/m³ sind sie allerdings nicht geeignet. Um ‚geschönten‘ Messungen zu verhindern könnte die 24h-Messung als (unangekündigte) Stichprobenkontrolle eingesetzt werden. Branche würde dies akzeptieren. Nachtrag SFIH: Gemäss BAUFU ist jetzt nicht vorgesehen, dass die Herstellerfirmen durch geschulte Monteure periodische Messungen machen können. Wir sind hier ganz anderer Meinung, da wir ja nicht nur die Messungen machen wollen, sondern diese Messungen nur dann machen, wenn ein Garantievertrag vorliegt und der Kunde seine Anlage damit von uns warten lässt. Eine Anlage die von uns Hersteller immer wieder kontrolliert wird, bringt mit Sicherheit die Grösste Wirkung auf Emissionen und Wirkungsgrad. Heute ist es so, dass viele Betreiber zuwarten bis eine behördliche Kontrolle kommt. Nachtrag Fa Rieben: Da manchmal durch einige Kaminfeger Fehler gemacht werden, die schlechte Abgaswerte erzeugen, ist ein jährlicher Service durch spezialisiertes Servicepersonal sinnvoll (anschliessend nach dem Kaminfeger). Bei diesem Einsatz wird auch die Abgaswartung gemacht, welche 2-jährlich als vereinfachte CO-Messung vorgenommen werden kann. Tatsächlich findet aber eine jährliche Abgaswartung statt, womit unserer Umwelt am besten gedient ist. In einigen Kantonen werden die Ölfeuerungen auch durch die Servicemonteure nach dem Service gemessen. Die Partikel bei der Ölheizung (sind toxisch) werden nur visuell kontrolliert. Das Verhältnis der Kontrollen sollte realistisch bleiben.

	1.2 Messung im stationären Betrieb, Entaschung/Abreinigung in Betrieb <i>Der Sollwert für die Feuerungsleistung soll manuell als Festwert für den ganzen Leistungsbereich (30/40 bis 100%) eingegeben werden können. Somit kann die Anlage für Messungen mit der eingestellten Leistung (Abnahmemessung: 30/40% und 100%) im stationären Betrieb (O₂-Schwankung im Mittel unter $\pm 1.5\%$) gefahren werden. Alle Vorgänge zur Entaschung oder Abreinigung sind in Betrieb. Ausgenommen sind Vorgänge, welche nur einmal pro 24h erfolgen. Hinweis: Es wird keine eigentliche Messtaste verlangt.</i> Diskussion: Reinigungssysteme sind sehr unterschiedlich in der Art der Reinigung und im Reinigungsintervall (permanent – stündlich – täglich). Man muss die Bereiche < 70 kW und > 70 kW separat betrachten. Es ist schwierig, während der 2 x 15 Min–Messung die Reinigung gerade aktiv zu haben. Die manuelle Vorgabe der Leistung ist problematisch und kann nicht unabhängig von der Wärmeabfuhr erfolgen. Nachtrag SFIH: Dies ist eine schwierige Frage, weil hier verschiedene Systeme eingesetzt werden. Wir werden die Problematik in der SFIH beraten und Ihnen einen Vorschlag unterbreiten.
	1.3 Emissionsgrenzwerte in allen Betriebsphasen eingehalten <i>Holzfeuerungen dürfen in keiner Betriebsphase CO-Grenzwertes von 4'000 mg/m³ (bei O₂ 13%, 5-Min-Mittelwerte) überschreiten. Die vorgeschriebenen Emissionsgrenzwerte müssen im gesamten Regelbereich für den stationären und geregelten Betrieb eingehalten werden.</i> Diskussion: Einhaltung der LRV-Grenzwerte im ganzen Regelbereich (d.h. von 30/40%...100%). Anfahren, Kaltstart, Glutbettunterhalt oder Ausbrand sind kritische Betriebsphasen ausserhalb des ‚Regelbereichs‘. Dort soll die Beurteilung über 5 Min–Mittelwerte erfolgen und ein CO-Grenzwert von 4'000 mg/m³ eingehalten werden. Mit der 24h-Messung kann beurteilt werden, wann oder wie lange die 4'000 mg/m³ überschritten sind. BAFU: Die LRV-Grenzwerte müssen grundsätzlich immer eingehalten werden! Branche: Dies ist real nicht machbar, die kritischen Betriebsphasen sind schwierig zu beurteilen. Aufgrund vermehrter Klagen müssen Kantone handeln und geben unterschiedliche Vorgaben, wie die kritischen Betriebsphasen zu vermeiden sind, z.B. Nachrüstung von Speicher (mit 20...50...100 Liter/kW) und/oder automatischer Zündung. Branche wünscht einheitliche Regelung der kantonalen Vorgaben z.B. in drei Stufen. Vock möchte mit der 24h-Messung den aktuellen Stand der Technik aufzeigen, damit nur das technisch Machbare gefordert wird. Nachtrag SFIH: Wir sehen eine kurze Zeit in der Startphase als keine Betriebsphase an. (5 min. Mittelwert)
2.	Anlagenausrüstung und Betrieb
	2.1 Pufferspeicher für hand- und automatisch beschickte Holzfeuerungen <i>Grundsätzlich müssen alle Holz-Zentralheizungskessel mit einem ausreichend dimensionierten Wasserspeicher und einer Regelung für den Speicherladezustand gemäss QM-Holzheizwerke ausgerüstet werden. Ausgenommen sind nur Anlagen für Bandlast. Hinweis: auch für Mehrkesselanlagen ist für kurzfristige Lastspitzen ein Speicher erforderlich.</i> Diskussion: Die Verantwortung für die Dimensionierung von Pufferspeichern und für die Speicherladeregelung liegt nicht beim Kessellieferant, sondern beim Planer/Ingenieur. Oft ist Platzmangel limitierend für die Speichergrösse. QM Holzheizwerke nimmt den Planer in die Verantwortung und stellt nicht nur Anforderungen an Einzelkomponenten, sondern auch an das Gesamtsystem. Der grundsätzliche Bedarf von Pufferspeichern wird bei Pelletkesseln teils in Frage gestellt. Gesetzliche Anforderungen in der LRV sind erforderlich. Nachtrag SFIH: Grundsätzlich i.O. Es kann aber nicht sein, dass bei Doppelkesselanlagen durch den Energiespeicher zusätzliche Kosten entstehen.

	2.2 Steuerprogramme für Start- und Ausbrand-Phasen bei hand- und automatisch beschickten Holzkessel <i>Hand- und automatisch beschickte Holzzentralheizungskessel sind mit einem Steuerprogramm für die Start- und Ausbrand-Phase (Brennstoff- und Luftzufuhr) auszurüsten, welches die Einhaltung eines CO-Grenzwertes von 4'000 mg/m³ (bei O₂ 13%, 5Min-Mittelwerte) gewährleistet.</i> Diskussion: Aufgrund der bisherigen Schulungen mit der 24h-Messung sind bereits deutliche Verbesserungen im Bereich der Start- und Ausbrand-Steuerprogrammen erzielt worden. Nachtrag SFIH: Ein Steuerprogramm für den Start- und Ausbrand ist sinnvoll. Jedoch kann dies nicht verlangt werden, wenn ein Hersteller dies ohne ein solches Programm schafft und die CO-Werte einhält. (bei O₂ 13%, 5Min-Mittelwert)
	2.3 Automatische Zündung statt Betrieb mit Glutbettunterhalt <i>Automatisch beschickte Anlagen bis 500 kW (Hackschnitzel bis max. W40-45 und Pellets) verfügen über eine automatische Zündung. Glutbettbetrieb wird nur zugelassen, wenn CO-Grenzwerte von 4'000 mg/m³ (bei O₂ 13%) eingehalten werden.</i> Diskussion: Brennstoffe mit Wassergehalt W > 45% sind schwierig zu zünden und können bei automatische Zündung ein Sicherheitsrisiko darstellen. Branche stellt in Frage, ob automatische Zündung in jedem Fall besser sei als Glutbettunterhalt. So kann im Winter bei Brennstoffen mit Wassergehalt W > 35% der Glutbettunterhalt geeigneter sein, weil eine zu starke Auskühlung der Mauerung verhindert wird. In der Übergangszeit mit Brennstoffen mit Wassergehalt W < 35% ist die automatische Zündung geeignet. Nachtrag Angelo Papis: Auflagen Kanton Zürich: Automatisch beschickte Holzheizkessel mit trockenem Holz (Wassergehalt bis maximal 35%) oder mit Pellet sind mit einer automatischen Zündung auszurüsten (Art 15 Abs. 5 LRV und Anhang 3 Ziffer 521 Abs.1 LRV). Nachtrag SFIH: Bei Pellets ist die Forderung i.O. Bei Schnitzel ist die Feuchtigkeit bei max. W30 festgelegt.

2.4 Auslastung der Anlage

Automatische beschickte Anlagen (Hackschnitzel und Pellets) dürfen pro Heizsaison (inkl. Übergangszeiten) max 500 Startvorgänge aufweisen. Es wird davon ausgegangen, dass damit die Anforderungen für minimale Auslastung gemäss QM-Holzheizwerke erfüllt werden (FAQ 12). Die Anzahl der Startvorgänge muss über die Steuerung/Regelung abgerufen werden können. Hinweis: Es wird davon ausgegangen, dass die Anlage in kalten Tagen durchgehend in Betrieb ist, in der normalen Heizperiode 1x pro Tag anfährt und in der Übergangszeit mehr als 1x pro Tag anfährt.

Diskussion: Die Forderung nach maximal 500 Starts pro Heizperiode ist zu pauschal.

Warmstarts können nicht gleich wie Kaltstarts behandelt werden. Die Starts sind bereits deutlich verbessert worden (siehe 2.2)

Grosse Untersuchung an Kesseln (50 bis 100 kW) während Heizperiode zeigte:

- ohne Speicher rund 3'000 Starts (3000 Starts während 300 Tagen $\approx$ 10 Starts pro Tag)
- mit Speicher (Ladung mit Nennleistung) rund 1'500 Starts ($\approx$ 5 Starts pro Tag)
- Die Speicherbewirtschaftung bzw. die Speicherladeregelung ist entscheidend.

QM Holzheizwerke erlaubt Sommerbetrieb, wenn der Tagesbedarf im Sommer (je nach Feuerungssystem und Wassergehalt des Brennstoffs) z.B. 15% der Kesselnennleistung entspricht. Der Speicher soll im Sommer jeweils mit niedriger Kesselleistung geladen werden, um höhere Laufzeiten und weniger Starts zu erreichen. (Bsp.: 12h bei 30% der Nennleistung innert 24 Stunden entspricht der Forderung nach 15% der Kesselnennleistung).

Kanton Zürich verlangt sogar 'in der Regel' 12h ununterbrochenen Betrieb.

Die Speicherladeregelung soll bei feuchten Brennstoffen zulassen, dass das Anfahren mit leicht höherer Leistung erfolgt und auf Minimallast abgesenkt wird, sobald die Mauerungstemperatur eine emissionsarme Verbrennung zulässt.

Nachtrag Angelo Papis: Auflagen Kanton Zürich: Die Wärmeerzeugerleistung sowie das Wärmespeichervolumen sind dem Wärmebedarf anzupassen, so dass

- Bei automatisch beschickten Holzheizkesseln mit trockenem Holz (Wassergehalt bis maximal 35%) soll pro Tag in der Regel nur einmal angefeuert werden (=Feuer Ein) und die Anlage muss eine minimale Auslastung pro Tag von mindestens 12 Stunden kontinuierlichem Betrieb grösser als die Minimallast (Minimallast in der Regel weniger 30% der Volllast) ausweisen.
- Bei Nasse Grünschnitzel (Wassergehalt Brennstoff > 35%) dürfen in einer Feuerungsanlage nur im Dauerbetrieb (minimale Auslastung pro Tag von mindestens 20 Stunden kontinuierlichem Betrieb) und im Volllastbereich (grösser als 50% der Maximallast) verbrannt werden (Art 15 Abs. 5 LRV und Anhang 3 Ziffer 521 Abs.1 LRV).
- Bei Holzheizkesseln mit Handbeschickung (Stückholzfeuerungen): Die Wärmeerzeugerleistung zusammen mit einem genügend grossen Wärmespeichervolumen ist fachgerecht gemäss dem Stand der Technik dem Wärmebedarf so anzupassen, dass bei Holzheizkesseln mit Handbeschickung pro 24 Stunden Wärmebedarf in der Regel nur einmal angefeuert werden muss.
- Bei Pelletfeuerungen: Heizkessel für Pellet müssen gemäss dem Stand der Technik mit einem Pufferspeicher für eine Wärmemenge von mindestens einer Stunde bei Nennwärmeleistung ausgerüstet sein (Art 15 Abs. 5 LRV und Anhang 3 Ziffer 521 Abs.1 LRV).

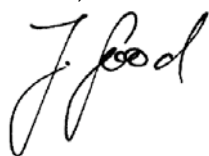
Nachtrag SFIH: Die Startvorgänge festzulegen ist sehr heikel. Zuerst muss festgehalten werden, dass hier der auslegende Ingenieur der die Heizung plant, mehr gefordert ist als der Hersteller. Wenn ein Lieferant in der Lage ist einen optimalen Startvorgang zu realisieren, so muss eine grössere Anzahl möglich sein. Im Weiteren dürfen „Warmstarts“ also kurze Unterbrechungen ohne dass der Feuerraum wesentlich abgekühlt wird, nicht berücksichtigt werden.

	2.5 Visualisierung der Betriebsparameter über die letzten 7 Tage (Trendings) Über die Steuer/Regelprogramme der Anlagen können alle relevanten Betriebsparameter (z.B. Brennstoffförderung, Primär- und Sekundärluft, Abgas- und Feuerraumtemperaturen, O₂, Leistung-Soll und Ist, Unterdruck, Vorlauf- und Rücklauftemperaturen) für die letzten 7 Tage visualisiert werden. Damit werden die Voraussetzungen für eine sichere und schnelle Fehlersuche geschaffen. Ausserdem sind Manipulationen vor und nach der Messung ersichtlich. Diskussion: Keine Kommentare Nachtrag SFIH: Grundsätzlich i.O. Bei kleineren Anlagen sollte man den Firmen genügend Zeit einräumen um dies zu realisieren. Bei kleineren Anlagen genügt eine Aufzeichnung über 3-4 Tage.
	2.6 Messung der effektiven Kesselleistung Für die Messung der effektiven Kesselleistung wird entweder: die Temperaturdifferenz aus Vor- und Rücklauf gemessen und mit einem Strangreguliertventil der Durchfluss im Kesselkreis mit konstantem Volumenstrom bestimmt, oder, mittels Wärmezähler im Kesselkreis mit variablem Volumenstrom die Leistung gemessen. Für die Grenzwertfestlegung wird die Feuerungswärmeleistung entweder abgeschätzt (15% Zuschlag auf Nennleistung) oder direkt die Nennleistung verwendet. Diskussion: Gemäss LRV legt die maximale Feuerungswärmeleistung (FWL) die LRV-Grenzwerte fest. Dabei sind wieder 70 kW und 500 kW kritische Grenzen. Die während einer Abnahmemessung ermittelte FWL ist nur orientierend zur Bestimmung des Lastpunkts der Feuerung. Die Nennleistung ist um den Kesselwirkungsgrad niedriger als die FWL. Die Vorgabe eines Kesselwirkungsgrad von 15% ist zu pauschal. Der Kesselwirkungsgrad ist abhängig vom Wassergehalt, Nachwärmetauscher, Abgaskondensation. Es wird vorgeschlagen, die LRV auf Nennleistung abzuändern. Die während der Typenprüfung ermittelte maximale FWL könnte auf dem Typenschild (zusammen mit wesentlichen Prüfparametern) aufgeführt werden. Die Typenschilder sind bereits überhäuft mit Informationen. Nachtrag SFIH: In Zukunft sollte Nennleistung in die LRV aufgenommen werden. Nachtrag Fa. Rieben: Zum Teil ist die Feuerungs -resp. Brennstoffwärmeleistung auf dem Typenschild angegeben. Wo diese vorhanden ist, soll diese anstelle der 15% als Grenze berücksichtigt werden.

	2.7 Verfügbarkeit von Feinstaubpartikel-Abscheider <i>Die effektive Verfügbarkeit von Feinstaubpartikel-Abscheider wird mit geeigneten Betriebsgrössen dauernd überwacht (z.B. Betriebsstunden des Filters unter Berücksichtigung von Bypass-Klappenstellung und Filterspannung bei Elektro-Partikelabscheider). Die geforderte Verfügbarkeit wird auf Grund des Standes der Technik festgelegt (z.B. 90%).</i> Diskussion: Kanton Zürich gibt strenge Auflagen; er verlangt teils eine kontinuierliche Messung des Staubgehalts und Angaben zur Verfügbarkeit der Abscheider. Dies hat zur Folge, dass Feuerungslieferanten im Kanton Zürich Hackschnitzelfeuerungen mit Abscheider ausrüsten, wobei sie dann zusätzlich auch noch die Verfügbarkeit des Abscheiders nachweisen müssen, was Anlagen mit Staubabscheider noch weiter verteuert. Man ist sich je nach Leistungsbereich nicht einig, ob ein Staub-Grenzwert von 50 mg/m³ nur mit Abscheidemassnahmen eingehalten werden kann. Nachtrag Angelo Papis: Auflagen Kanton Zürich: Bei Feuerungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung über 70 kW ist im Kanton Zürich die Einhaltung des Emissionsgrenzwertes für Feststoffe dauernd zu überwachen. Bei Anlagen mit Filter lässt sich dies mittels Anlagenbetriebsgrössen überwachen. Wird bei Schnitzelfeuerungen FWL 70 bis 500 kW auf einen Staubfilter verzichtet oder liegt der Messwert einer Pelletfeuerung ohne Filter über 40 mg/Nm³, so ist eine Staubüberwachung mittels kontinuierlicher Emissionsmessung zwingend für den Nachweis der Emissionsgrenzwerteinhaltung erforderlich. Man geht davon aus, dass mit den qualitativ beschriebenen Betriebsanforderungen (unter 2.4 Oben) der Anteil der Betriebsphasen ohne Einhaltung der Emissionsgrenzwerte (Anfeuerung, Ausbrand, Glutbettunterhalt und Filter nicht wirksam) bezogen auf die Betriebsdauer mit Einhaltung der Emissionsgrenzwerte 10% nicht übersteigt. Nachtrag SFIH: Wir akzeptieren, dass die Verfügbarkeit der Filter überprüft wird. Es müssen allerdings genaue Regelungen erfolgen, wie diese ermittelt werden. Diese sollten mit dem SFIH besprochen werden. Nachtrag Fa. Rieben: Uns sind bis heute keine VKF-geprüften Feinstaubpartikel-Abscheider 70-500kW bekannt. Somit ist ein effizienter und vorschriftsgemässer Einbau in Frage gestellt.
3.	Diverses
	3.1 Festlegung von vollzugstauglichen Spezifikationen für alle Holzbrennstoffe <i>Die relevanten Eigenschaften von nicht-normierten Holzbrennstoffen (Stückholz und Hackschnitzel) werden mit vollzugstauglichen Spezifikationen (Stückigkeit, Wassergehalt, Feinanteil) gesetzlich vorgeschrieben (LRV). Es wird eine Prüfstelle für Holzbrennstoffe bestimmt (z.B. FH Biel, Horw).</i> Diskussion: Gemäss BAFU liegt die Zuständigkeit für Brennstoffkontrollen bei Brennstoff-Import beim Bund, bei der Brennstoffproduktion innerhalb der Schweiz bei den Kantonen. Der Bund (Oberzolldirektion) hat begonnen, Brennstoffkontrollen durchzuführen. In einer ersten Phase prüft er Pellets, später sollen die Kontrollen auch auf Hackschnitzel ausgedehnt werden. Bei Hackschnitzeln ist der Feinanteil die kritische Grösse, da er im Feuerungssystem vielfältige Probleme (HotSpots, Schlackenbildung, Aufwirbeln von Partikeln) auslösen kann, die unter Umständen dazu führen, dass CO- oder Staubgrenzwerte nicht mehr eingehalten werden können. Die Lieferanten müssen stärker in die Pflicht genommen werden (stumpfe Messer oder versticktes Holz verursachen erhöhten Feinanteil beim Hacken). Nicht nur die Analyse des Feinanteils, auch die Brennstoff-Probenahme muss von einer unabhängigen Stelle durchgeführt werden. Nachtrag SFIH: Hier sind wir einverstanden und möchten mithelfen die Spezifikationen festzulegen. Nachtrag Fa. Rieben: Der Energiegehalt des Holzes muss auch genormt sein (Energieverlust durch ersticken). Wenn beste Hackschnitzelqualität verwendet wird, sind ähnlich gute Staubwerte wie bei Pellet's möglich. So wie der CO Grenzwert 500mg/m³ nicht für alle Betriebsphasen gefordert werden soll, soll auch der Staubgrenzwert von 50mg/m³ nicht für alle Betriebsphasen gefordert werden.

3.2 Sanierungsfristen <i>Gemäss LRV (Art 10) gilt: Die ordentliche Sanierungsfrist beträgt 5 Jahre. Längere Fristen bis zu höchstens 10 Jahren werden festgelegt, wenn u.a. die Grenzwerte um weniger als das 1.5 fache überschritten werden. In Massnahmenplangebieten können die Kantone kürzere Sanierungsfristen anordnen.</i> <i>Schlussbestimmung gemäss LRV: Die Sanierungsfrist beträgt 10 Jahre, wenn die früheren Grenzwerte eingehalten sind. Werden die früheren Grenzwerte nicht eingehalten beträgt die Sanierungsfrist 5 Jahre.</i> <i>Wunsch der Branche: Auch in Massnahmenplangebieten gelten minimale Sanierungsfristen vom 5 Jahren in allen Kantonen.</i> Diskussion: Problematisch ist die Situation für den Kunden, wenn eine neu erstellte Anlage nach wenigen Jahren saniert werden muss. Sanierungsfristen wurden von Kantonen teils nachträglich verkürzt. Branche wünscht sich nicht 27, sondern eine einheitliche Lösung. Kanton Aargau hatte auf Verschärfung der LRV hingewiesen und Platzreserven für nachträglich eingebaute Abscheider verlangt. Er schreibt Sanierungsfrist nicht a priori vor, sondern berücksichtigt wenn möglich den Sanierungsvorschlag des Betreibers ein. Die Sanierungsfrist beginnt ab der behördlichen Beanstandung zu laufen. Nachtrag SFIH: Wir erwarten, dass die Sanierungsfrist gemäss den Verhandlungen SFIH – Bund auf 10 Jahre bleibt. Da die Kantone in den Massnahmegebieten andere Fristen verlangen können, erwarten wir Ausnahmeregelungen für schwierige Situationen. <u>Generelle Feststellung: Wir möchten eine einheitliche Lösung über alle Kantone.</u> Nachtrag Fa. Rieben: Die Sanierungsfrist soll nicht nachträglich in einzelnen Kantonen stärker verkürzt werden.	3.3 Verschiedene Anliegen Grosse Anlagen müssen neue Auflagen erfüllen. Kleine, alte Anlagen sind teils Hauptverursacher von gesundheitlich bedenklichen Schadstoffen. Die Behörden sollen auch Sanierungsfristen für diese Anlagenkategorie verlangen. Zumindest sollen die Kontrollen in diesem Bereich verstärkt werden. Der Runde Tisch soll jährlich stattfinden. Nachtrag Fa. Rieben: Förderungen sollten berechenbar und in allen Kantonen gleich sein. Wenn Holzanlagen nur gefördert werden, wenn Solarenergie installiert wird, scheint uns dies widersinnig (LU), sowie Förderung der Wärmepumpen als erneuerbare Energie nicht logisch ist.
--	---

Für das Protokoll:
Zürich, 24.5.2011



Jürgen Good
Verenum
Langmauerstrasse 109
CH - 8006 Zürich