

Abschlussbericht

zum Vorhaben:

Installation einer Aktiven Inluft- Reinigungsanlage (MBc3-001972)

Fördernehmer:

HDO-Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH

Umweltbereich

(Abfallwirtschaft, Klimaschutz, Luftreinhaltung, Abwasserver- und -entsorgung,
Ressourceneffizienz, Energie, Lärmschutz, integrierter Umweltschutz)

Laufzeit des Vorhabens

3.7.2012 bis 30.3.2013

Autoren

Martin Vinke, Janna Rohde

Gefördert aus Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Datum der Erstellung

28.01.2014

Installation einer Aktiven Inluft-Reinigungsanlage bei der HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH - Abstrakt -



1 Beschreibung

Die Paderborner HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH installierte in ihrer Aluminium-Druckgusshalle eine Aktive Inluft-Reinigungsanlage, und zwar mit dem Ziel Schadstoffemissionen, Maschinenabwärme und Luftfeuchtigkeit aus der Produktionshalle abzusaugen, zu filtern und gleichzeitig – nach Bedarf temperierte – Frischluft in den Umgebungsbereich der Mitarbeiter bei geringster Lärmemission zuzuführen („Zero emissions“). Gleichzeitig sollte das vorhandene Energiepotential zum Beheizen der Halle genutzt, und so durch Einsparung von Heizenergie die Energieeffizienz erhöht werden („Zero waste of energy“).

2 Anwendbarkeit der Technik

Ausgangssituation. Vor Installation der A.I.R.-Anlage produzierte die HDO in einer älteren, für die Verarbeitung von Aluminium nachträglich adaptierten Lagerhalle ohne Absaugung. Bei der Produktion verdampfende Trennmittel sowie Pasten, Tropfschmier- und „Thermoöle“ verblieben zum größten Teil in der Halle oder gerieten über die Dachreiter in die Umwelt. Ein weiteres Problem stellte die Temperierung der Halle dar, welche mit den vorhandenen Wand- und Deckenluftherzern bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt nicht mehr möglich war.

Konstruktion. Die A.I.R Anlage funktioniert nach dem Konzept der Aktiven Inluft-Reinigung: Je höher die Wärmelasten im Prozess sind, desto schneller und umfassender steigen die Schadstoffe zur Decke. Ziel des Kappa A.I.R. Konzeptes ist es, diese direkt an der Decke zu erfassen und abzuführen. Neu ist, das Konzept auch in Hallen mit geringen thermischen Lasten einzusetzen. Die notwendige Thermik wird in diesem Fall durch zugluftfreie Einbringung von Frischluft in den Bodenbereich („Reinluftsee“) künstlich hergestellt.

3 Ergebnisse

Umweltziel 1 – Reduzierung der diffusen Emissionen. *Konzentration in der Hallenluft – Gefahrstoffmessung (Firma Wessling):* Die Messergebnisse zeigen, dass in der Aluminiumgießerei hauptsächlich eine Belastung durch Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol) vorliegt. Der Grenzwert wird ohne Absaugung zum Teil um fast 100% überschritten, mit eingeschalteter A.I.R.-Anlage jedoch weit unterschritten. Alle anderen Werte liegen im zulässigen Bereich, werden jedoch durch die Anlage deutlich verbessert.

Konzentration in der Fortluft – Messung „Gesamt C“ (Firma ANECO): Die Messergebnisse zeigen, dass bereits im Rohgas die Grenzwerte für die Konzentration bzw. den Massenstrom des Gesamtkohlenstoffes unerwartet weit unterschritten werden. Dennoch zeigen die Messungen eine deutliche Wirksamkeit der Anlage.

Umweltziel 2 – Erhöhung der Abreinigung der Gesamtemissionen. 2013 wurden bei der HDO ca. 380.160l Trennmittel-Wasser-Emulsion freigesetzt. Feldversuche der Firma Kappa Filtersystems GmbH zeigen, dass die ersten beiden Filterstufen der A.I.R.-Anlage die im Luftgemisch vorhandenen Tropfen der für Gießereien üblichen Tropfengröße zu nahezu 100% herausfiltern. Wie viel Trennmittel tatsächlich von der Anlage abgeschieden wird, ist über die Bestimmung der Konzentration im Abwasser für die HDO mangels adäquater Methoden nicht nachweisbar.

Umweltziel 3 – Energieeinsparungen. Bei der Ermittlung der Energieeinsparungen wurde für unsichere Werte stets der nachteiligste angenommen (Ermittlung der absoluten Mindest-Energieeinsparmenge):

In der Halle zur Wärmerückgewinnung verfügbare thermische Leistung	356,48 kW
Errechnete ¹ Außentemperatur, bis zu welcher die Halle nur durch den Wärmetauscher temperiert werden kann	< - 5,8°C
Anteil der Heiztage in 2012/13, an denen die Halle nur über den Wärmetauscher geheizt hätte werden können	> 93%
Mindest- Energieersparnis in 2012/13 (Jahr entspricht etwa dem langjährigen Mittel)	> 1GWh
entsprechende Schweröl-Ersparnis ²	>126 t
entsprechende CO ₂ -Ersparnis ²	> 287t

4 Betriebswirtschaftliche Betrachtungen

Aufgrund der von der KfW bewilligten Fördergelder liegt der Unterschied der Investitionskosten für die A.I.R Anlage gegenüber einer herkömmlichen Lösung bei nur 30.609 EUR. Zusammen mit den Energieeinsparungen ergibt sich hieraus eine Amortisationsdauer von lediglich 3,5 bis 5 Monaten.

5 Fazit/ Empfehlung

Das neue Abluftreinigungsverfahren ist fortschrittlich, innovativ und für die gesamte Branche neuartig. Die spezifische verfahrens- und strömungstechnische Auslegung der Anlage in Verbindung mit der lastenabhängigen Steuerung führt zum signifikanten Unterscheidungsmerkmal von anderen Anlagen. Die Anlage bietet neben betriebswirtschaftlichen Vorteilen eine umfängliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen sowie des Umweltschutzes. Die Aktive Inluft-Reinigung ist generell nicht nur auf die Produktionsprozesse bei der HDO zugeschnitten. Die positiven Auswirkungen können durch ähnliche Anlagenbauten auf andere Anwender übertragen werden.

¹ Milder Winter 13/14: Best. der Grenze durch Messen nicht möglich, kälteste gemessene Temperatur: 0,5°C, Wärmerad lief unter 50% der max. Leistung

² Hierbei handelt es sich um absolute Einsparungen, da die A.I.R.-Anlage bei der HDO zu 100% durch „Grünstrom“ versorgt wird.

Installation of an active in-air cleaning system at the HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH - Abstract -



1 Description

The Paderborn-based company HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH has installed an “active in-air cleaning system” (A.I.R. system) in its aluminium die-casting hall in order to reach the following goals: reduce pollutant emissions, remove machine waste heat, as well as humidity from the production facility by suction; cleaning the extraction air and at the same time bringing fresh air (tempered as needed) into the working area with minimal noise emission (“Zero emissions”). Simultaneously the existing thermal energy should be recovered to heat the hall. Thus energy efficiency is increased by saving heating energy. (“Zero waste of energy”).

2 Applicability

Initial situation. Before installing the A.I.R. system the HDO Corporation was manufacturing in a former storage building, which was adapted for aluminium-production afterwards. During the production, mists and vapours are generated as a result of evaporating mould release agents, compounds, heat transfer and other oils. Without any suction these mists and vapours remained in the hall or entered into the environment via ridge turrets. Additionally, heating the hall was a problem when outside temperatures reached freezing; no comfortable temperature could be established by the existing wall and ceiling-mounted air heaters.

Design. The A.I.R. system works on the concept of active in-air cleaning: the higher the heat loads in the process are, the faster and more extensively the polluted air rises towards the ceiling. The aim of the Kappa A.I.R. Concept is to directly remove this air at the ceiling area. It is absolutely new to use this concept in halls with low thermal loads. In this case the thermal load is produced artificially by draft-free introduction of fresh air into the lower air levels.

3 Results

Environmental Objective 1 – Reducing diffuse emissions. *Concentration of pollutants in the factory air – measurements by Co. Wessling:* The results show that the air in the factory is mainly polluted by cooling lubricants (vapour and aerosol). Without any suction, the maximum value is exceeded by more than 100%. With the A.I.R. system in operating state, the values are far below the defined thresholds. The values for all other substances meet the limit criteria without suction. However, the values are significantly improved by the operating A.I.R. system.

Concentration of pollutants in the exit air – measurement of TC (Co. ANECO): The measurements show that the TC concentration, as well as the according mass flow, meets the limit criteria in the exiting air. Nevertheless the TC concentration is much lower while the A.I.R system is working.

Environmental Objective 2– Improving the cleaning degree of total emissions. Approximately 380.160l of agent-water-emulsion were released at the aluminium foundry of HDO in 2013. As field trials carried out by Kappa Filter Systems GmbH have shown, the first two filter stages manage to filter out drops of the usual foundry drop size to an extent of nearly 100%. However, the HDO ist not able to determine the total amount of agent that is separated from the air by the system. Unfortunately, currently there is no adequate method available for doing so.

Environmental Objective 3– Saving energy. In cases of uncertain values while determining the energy savings, the most adverse value was always used. By doing this you achieve the absolute minimum levels of energy savings:

thermal power available for heat recovery in the hall	356,48 kW
outdoor temperature up to which the hall can be tempered exclusively by the heat exchanger (calculated ¹⁾	< - 5,8°C
share of heating days in 2012/13, where the hall could have been heated exclusively via the heat exchanger	> 93%
minimum energy savings in 2012/13 (values for the year correspond approximately to the long-term average)	> 1GWh
resulting savings of heavy oil ²	>126 t
resulting savings of CO ₂ ²	> 287t

4 Economics

Thanks to KfW-funding, the difference in the investment costs for the A.I.R. system compared to a conventional solution is only 30,609 EUR. Together with the energy savings this leads to a payback period of only 3.5 to 5 months.

5 Conclusion/ Recommendation

The new air cleaning process is modern, innovative and new for the entire industry. The specific process and fluidic design of the system, together with the load-regulated control, are key features that distinguish the system from others. Aside from economic benefits, the system offers a considerable improvement of working conditions and enhances the protection of the environment to a large degree. The concept of active-in-air cleaning is generally not only tailored to the particular needs of the HDO production processes. The positive effects described above can be transmitted to other companies through similar system designs.

¹ Mild winter 13/14: Determining the limit by measurement not possible, coldest temperature measured: 0.5°C, heat wheel ran below 50% of max. performance

² These are absolute savings because the A.I.R. system is supplied to 100% by "green power" at the HDO.

Kurzfassung zum Abschlussbericht Installation einer Aktiven Inluft-Reinigungsanlage bei der HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH



1. Beschreibung

Die in Paderborn ansässige HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH installierte in ihrer Aluminium-Druckgusshalle eine Aktive Inluft-Reinigungsanlage, und zwar mit dem Ziel Schadstoffemissionen, Maschinenabwärme und Luftfeuchtigkeit aus der Produktionshalle abzusaugen, zu filtern und gleichzeitig – je nach Bedarf temperierte – Frischluft in den Umgebungsbereich der Mitarbeiter bei geringster Lärmemission zuzuführen. Gleichzeitig sollte das vorhandene Energiepotential zum Beheizen der Halle genutzt, und so durch Einsparung von Heizenergie die Energieeffizienz erhöht werden.

Die neue Inluft-Reinigungsanlage erfüllt diese Anforderungen und bringt dem Unternehmen und seinen Mitarbeitern sowie der gesamten Umwelt folgende Vorteile:

„Zero emissions“: Absaugung und Filtration der Schadstoffemissionen aus der Aluminium-Druckguss-Halle nach dem Prinzip der Emissionsverdrängung unter Zuhilfenahme der thermischen Verhältnisse zur ganzheitlichen Minimierung von Emissionen und Schadstoffen in der Hallenluft. Aktive Verbesserung des Arbeitsumfelds, Reduzierung der Arbeitsplatzbelastung durch luftfremde Stoffe und somit ein sauberes Arbeits- und Produktionsumfeld. Des Weiteren werden Belästigungen der Umwelt durch Lärmemissionen aktiv reduziert, da der Anlagenaufbau bis auf die Frischluftansaugung und der Fortluftausblas im Halleninneren realisiert wurden.

„Zero waste of energy“: Effiziente Nutzung des Energiepotentials der abgesaugten Hallenluft. Hallenlufttemperierung, Einbringung konstanter, strömungsfreier Zuluft durch Diffusion, stufenlose Regelung der Wärmerückgewinnung und aller in der Anlage befindlichen Steuerungsparameter.

2. Anwendbarkeit der Technik

2.1. Ausgangssituation

Vor Installation der neuen Abluftanlage produzierte die HDO mit drei Aluminiumdruckgussmaschinen in einer älteren, für die Verarbeitung von Aluminium nachträglich adaptierten Lagerhalle. Die Entlüftung erfolgte lediglich über Dachreiter. Schadstoffe verblieben zum größten Teil in der Halle.

Bei den abgeschiedenen luftfremden Stoffen handelt es sich um die beim Gießprozess in den Werkzeugen der Druckgussanlagen verdampfenden Trennmittel sowie Pasten, Tropfschmier- und „Thermöle“. Diese gehen beim Kontakt mit dem geschmolzenen Aluminium in einen hauptsächlich gasförmigen Zustand über und steigen durch ihr thermisches Potential zur Decke auf. Ohne eine geeignete Erfassung in der Halle verteilen sich diese und werden mit der natürlichen Strömung durch Fenster, Dachreiter et cetera in die Außenluft getragen. Verflüchtigte luftfremde Stoffe wie Pasten, Temperier- und Tropfschmieröle werden bei Nichterfassung und -filterung in der Umwelt wirksam.

Ein weiteres Problem stellte die Temperierung der Halle dar. Mit den vorhandenen Wand- und Deckenluftheizern war diese bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt nicht mehr möglich.

2.2. Ziele des Vorhabens und Konstruktion

Die Firma Kappa Filter Systems GmbH erfüllte mit den Ergebnissen ihrer technischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, welche in das Kappa A.I.R Konzept münden, die Voraussetzungen eine innovative Abluftreinigungsanlage zu entwickeln und neue technische Maßstäbe zu setzen. Zielsetzung war die Kreation einer auf die bei der HDO vorherrschenden Situation maßgeschneiderten, lufttechnischen Lösung. Die neue Anlage sollte nach dem Konzept der Aktiven Inluft-Reinigung funktionieren - d.h. die thermischen Luftverhältnisse in der Halle ausnutzen. Je höher die Wärmelasten im Prozess sind, desto schneller und umfassender steigen auch die Schadstoffe zur Decke. Ziel des Kappa A.I.R. Konzeptes ist es, diese direkt an der Decke zu erfassen und abzuführen. Neu ist es, das Kappa A.I.R. Konzept auch als Basis für die Erfassung von Schadstoffen in Hallen mit geringen thermischen Lasten einzusetzen. Die notwendige Thermik wird in diesem Fall künstlich hergestellt.

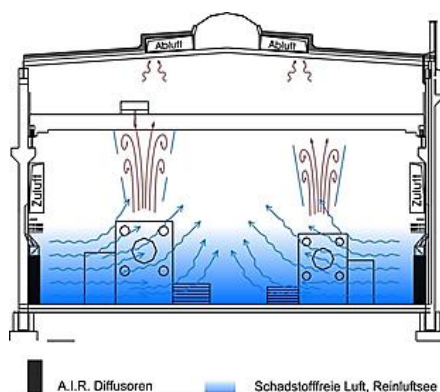


Abb. 1 Prinzip der aktiven Inluft-Reinigung¹

Mit dem Luftreinigungsprinzip der aktiven Inluft-Reinigung wird die gesamte Hallenluft adressiert. Dies reduziert den Austritt von Emissionen aus der Druckgusshalle auf ein Mindestmaß. Bei einer herkömmlichen Erfassung mit Absaughauben ist eine vergleichbar vollständige Erfassung aufgrund von unregelmäßigen Emissionsabgaben der Emissionsquellen und des beschränkten Speichervolumens nicht zu erreichen. Zudem hat die Positionierung der Haube direkt im Aktionsfeld von Hallenkränen und Instandhaltungsarbeiten sowie Umrüstungsarbeiten zur Folge, dass Beschädigungen oder Reinigungsarbeiten die Hauben häufig außer Betrieb setzen. Ein weiteres Problem dezentraler Absaugungen ist die Abscheidung der fluiden Medien. Neben der gesamtheitlichen Erfassung der Hallenluft verringert die Aktive Inluft-Reinigung die in der Luft enthaltenen Schadstoffe auch durch Filtration mit einem speziell für den Druckgussbereich entwickelten, mehrstufigen Filtrationsprinzip. Bei Bedarf können die ausfiltrierten Aerosole in einen Recyclingkreislauf des Trennmittels zurückgeführt werden.

Durch Einbringung von Frischluft in den Bodenbereich wird die Ausbildung eines nahezu emissionsfreien „Reinluftsees“ erwirkt. Durch diese künstliche Thermik wird der Verdrängungseffekt der Emissionen in Richtung Erfassung an der Hallendecke unterstützt. Gleichzeitig wird im Arbeitsbereich der Mitarbeiter eine deutliche Verbesserung der Luftqualität hinsichtlich der stofflichen und geruchlichen Emissionsbelastung sowie eine signifikante Verbesserung der klimatischen Faktoren bewirkt.

3. Umweltziele

1. Absaugung und Filtration der Schadstoffemissionen aus dem Aluminium- Druckguss-Prozess bzw. aus dem gesamten Hallenbereich zum Schutz der Mitarbeiter und Umwelt
 - U1.** Deutliche Reduzierung der diffusen Emissionen in der Hallen- und der Fortluft
 - U2.** Erhöhung der Abreinigung auf 90% der Gesamtemissionen, d.h. Abscheidung von rund 9.504 Liter der jährlich verwendeten 10.560 Liter Trennmittel und potentielle Wiedergewinnung über ein internes Trennmittelrecycling
2. Effiziente Nutzung des vorhandenen Energiepotentials der abgesaugten Hallenluft zum Schutz der Ressourcen und auch der Umwelt
 - U3.** Einsparung von rund 860 MWh Heizenergie pro Jahr

4. Ergebnisse – Umweltziele

4.1. U1 –Reduzierung der diffusen Emissionen

4.1.1. Konzentration in der Hallenluft – Gefahrstoffmessung durch die Firma Wessling:

Mit den Messpunkten „Systembedienung“ an der 350kN-Druckgussmaschine („DAK 350“ in **Tabelle 1**) bzw. „Dauerarbeitsplatz“ an der 450kN-Druckgussmaschine („DAK 450“ in **Tabelle 1**). Wurden zwei Stellen in unmittelbarer Maschinennähe ausgewählt, an denen sich häufig Mitarbeiter aufhalten.

Gefahrstoffmessungen HDO Paderborn vom 29.08.2013 – Projekt CBO-01802-13						Arbeitsplatz- grenzwert
Arbeitsbereich		DAK 350		DAK 450		
		Absaugung		Absaugung		
Stoff	Einheit	mit	ohne	mit	ohne	
E-Staub	mg/m³	< 0,6	< 0,6	< 0,6	< 0,6	10
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosoloe)	mg/m³	0,88	9,61	1,07	18,9	10
Triethanolamin	mg/m³	0,05	0,44	0,24	0,62	5
Kohlenwasserstoffe	mg/m³	< 0,15	8,1	< 0,15	61,7	100

Tab. 1 Messergebnisse Gefahrstoffmessungen in der Hallenluft und Arbeitsplatzgrenzwerte

Die Messergebnisse bzw. Arbeitsplatzgrenzwerte aus **Tabelle 1** zeigen, dass in der Aluminiumgießerei hauptsächlich eine Belastung durch Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol) vorliegt. Die Werte für Triethanolamin sowie Kohlenwasserstoffe liegen innerhalb der erlaubten Arbeitsplatzgrenzwerte. Es liegt keine Belastung durch E-Staub vor.

¹ Fa Kappa Filtersystems GmbH, Präsentation „The Future ha zero emissions“-Wärmeberechnung für die Firma HDO, 2012

Ohne Absaugung wird der Arbeitsplatzgrenzwert für Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosole) an dem Messpunkt an der 450kN-Druckgussmaschine fast um 100% überschritten, an der 350 kN-Maschine liegt dieser nur knapp unterhalb des erlaubten Arbeitsplatzgrenzwertes. Mit eingeschalteter Absaugung sind die gemessenen Konzentrationen der Gefahrstoffe in der Luft erheblich verringert, die Arbeitsplatzgrenzwerte werden weit unterschritten. Deutlich ist der Effekt der A.I.R.-Anlage auch bezüglich des in der Luft vorhandenen Triethanolamins bzw. der vorhandenen Kohlenwasserstoffe. Die gemessenen Werte sind mit eingeschalteter Anlage deutlich geringer.

4.1.2. Konzentration in der Fortluft Gefahrstoffmessung durch die Firma ANECO:

Wie mit dem Umweltbundesamt abgestimmt, wurde bezüglich der Fortluft die Konzentration von gasförmig organisch gebundenem Kohlenstoff ("Gesamt-C") gemessen.

Vergleicht man die Messergebnisse (Tab.2) mit dem gültigen Grenzwert von 50 mg/m^3 ², so zeigt sich, dass bereits die Konzentration des Gesamtkohlenstoffes im Rohgas mit maximal gemessenen $7,1 \text{ mg/m}^3$ erfreulich gering ist, und den Grenzwert um ein Vielfaches unterschreitet³. Auch der Grenzwert für den Massenstrom ($0,50 \text{ kg/h}^1$) wird etwa um 50% unterschritten. Ferner zeigen die Messungen des Rohgases, dass der gasförmige Anteil des Gesamtkohlenstoffes mit 76,7% und 89,9% gegenüber dem aerosolen sehr hoch ist. Gemäß Angaben der Firma Kappa seien die gasförmigen Anteile nur durch Auskondensation oder Nachverbrennung aus der Luft abzuscheiden bzw. umzusetzen. Beide Prinzipien seien mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden und aufgrund der hinlänglichen Unterschreitung der Grenzwerte der TA-Luft / TRGS unverhältnismäßig.

Rohgas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m^3]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m^3]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m^3]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m^3]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m^3]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m^3]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

Tab. 2 Messergebnisse der Emissionsmessungen im Roh- und Reingas⁴

4.2. U2 - Erhöhung der Abreinigung der Gesamtemissionen:

Im Jahr 2013 wurden gemäß Einkaufsdaten bei der HDO ca. 10.560l Trennmittel verbraucht. Hieraus ergibt sich eine Freisetzung von 380.160l Trennmittel-Wasser-Emulsion pro Jahr.

Feldversuche der Firma Kappa Filtersystems GmbH haben für die in Gießereien vorhandenen Emissionen ein Tropfengrößen-Spektrum von 8-10 μm ergeben. Wie die Diagramme Abscheidegrade der ersten beiden Filterstufen (Abb. 2) zeigen, werden Tropfen dieser Größe bereits in den ersten beiden Filterstufen nahezu vollständig erfasst: In beiden Filterstufen liegt der Grenztropfendurchmesser bei 10 μm , d.h. größere Tropfen gelten bereits nach der ersten Filterstufe als zu 100% abgeschieden. Tropfen der Größe 8 werden in der ersten Filterstufe noch zu über 99% abgeschieden. Von der geringen Tropfenanzahl (1%), die hier nicht abgeschieden wird, werden in der zweiten Filterstufe noch einmal ca. 99% nacherfasst. Eine analoge Argumentation zeigt, dass auch unerwartet kleine Tropfen

² <http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, S. 60

³ Der höchste gemessene Wert ($7,2 \text{ mg/m}^3$) wurde im Reingas gemessen (vermutlich Messungenauigkeit)

⁴ vgl. Messbericht des Messinstituts. „ANECO Institut für Umweltschutz GmbH und Co.“, 04.06.14

(unter 8 µm) zu einem Großteil in den ersten beiden Filterstufen erfasst werden.

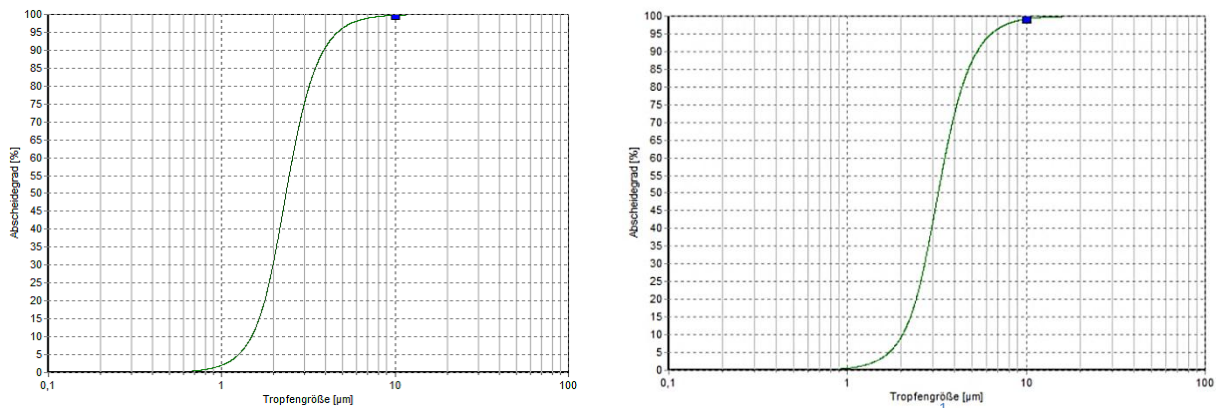


Abb. 2: Abscheidegrad der ersten und zweiten Filterstufe in Abhängigkeit von der Tropfengröße¹

Wie viel Trennmittel tatsächlich von der Anlage abgeschieden wird, ist direkt über die Bestimmung der Konzentration im Abwasser nicht nachweisbar: Ein Großteil der Emissionen wird über einen gewissen Zeitraum in den ersten beiden Filterzellen abgeschieden, bis diese gereinigt werden. Hierbei werden die abgeschiedenen Emulsionen auf eine für die HDO nicht messbare Art und Weise verdünnt.

4.3. U3 - Energieeinsparungen:

Die folgend aufgeführten Werte wurden unter Annahme des regulären Dreischichtbetriebs (sieben Tage/Woche) hergeleitet. Für schwankende/unsichere Werte wurde stets der nachteiligste angenommen („worst-case“-Betrachtung), um so die absolute Mindest-Energieeinsparmenge zu erhalten.

4.3.1. Nutzbare Leistung und Mindestaußentemperatur

Messungen haben einen Wert von 740,6 kW für die in der Halle vorhandene, verwendbare Leistung ergeben. Hiervon gehen ca. 80%, also 592,48 kW, in thermische Leistung über und stehen somit zur Nutzung zur Verfügung. Nach Subtraktion des Wärmeverlusts des Gebäudes ergibt sich eine Leistung von 356,48 kW, die zur Wärmerückgewinnung zur Verfügung steht.

Aus der Formel $\dot{Q}_{Zuluft} = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\vartheta$ ² für die erforderliche Energie zur Erwärmung der Zuluft erhält man $\vartheta_a = -5,81\text{ °C}$ als diejenige Außentemperatur, bis zu welcher die Druckgusshalle durch den Wärmetauscher ohne Zuschaltung des Wärmeregisters temperiert werden kann. Aufgrund der durchgeführten „worst-case“-Betrachtungen sollte die tatsächliche Untergrenze deutlich tiefer liegen. Die von der Firma Kappa angegebene Temperaturgrenze von -6 °C scheint daher mehr als realistisch.

Die milden Temperaturen im Winter 2013/14 haben keine Messungen ermöglicht, die eine Beobachtung des Verhaltens der Anlage im Bereich der oben ermittelten Mindesttemperaturen oder noch tieferen Temperaturen zulassen. Bei der bisher kältesten erfassten Außentemperatur von $0,5\text{ °C}$ lief Wärmerad der Wärmerückgewinnung nicht einmal auf der Hälfte seiner Maximalumdrehungszahl, um die Zuluft auf $19,0\text{ °C}$ zu erwärmen. Diese Messung bestärkt damit die Erwartungshaltung, dass bei Temperaturen unter -6 °C keine Zuheizung notwendig ist.

4.3.2. Energieeinsparungen

Der Jahresenergiebedarf zur Erwärmung der Zuluft ergibt sich aus dem Produkt der thermischen Energie zur Erwärmung des Zuluftstroms und der Stundenanzahl des Heizzeitraumes, $\dot{Q}_{Jahr} = \dot{Q}_{Zuluft} \cdot n \cdot 24/d$ ³. Hieraus ergibt sich ein Jahresenergiebedarf von $\dot{Q}_{Jahr} = 1.231.567\text{ kWh}$., wobei die Berechnung des Energiebedarfs der Zuluft über Gradtagszahlen erfolgt ist.

Geht man von einer Zuschaltung des Zuheizregisters ab einer Temperatur von -6 °C aus, so hätten im Jahr 2012/13⁴ knapp 93% aller Heiztage durch Wärmerückgewinnung abgedeckt werden können.

Unter der Annahme, dass die Temperatur an den Tagen, an denen das Heizregister zugeschaltet werden muss, -12 °C betrage, ergibt sich durch Subtraktion des Energiebedarfs für das Aufheizen der Zuluft an -6 °C ($\dot{Q}_{Zuluft}^{-6} = 203.087,2\text{ kWh}$) vom Jahresenergiebedarf eine Untergrenze für die Energieersparnis, und zwar $\dot{Q}_{Ersparnis}^{-6} > 1.028.488,5\text{ kWh}$. Dies entspricht einer Schweröl-Einsparung von

¹ Diagramme bereitgestellt von der Firma Kappa Filter Systems GmbH

² mit $\dot{Q}_{Zuluft} = \dot{Q}_{verf} \cdot 1h = 356,48\text{ kWh}$, $\rho = 1,293\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, $V = 40.000\text{ m}^3$, $c = 1\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$, $\vartheta_i = 19\text{ °C}$

³ mit n Anzahl der Heiztage in[d]

⁴ Heizperiode entspricht ca. langjährigem Mittel, vgl. www.iwu.de/fileadmin/user_upload/.../Gradtagszahlen_Deutschland.xls, 20.01.14

über 126 t bzw. einer CO₂-Ersparnis von über 287 t⁵. Bei der HDO handelt es sich hierbei um absolute Einsparungen, da die A.I.R.-Anlage zu 100% durch „Grünstrom“ versorgt wird.

5. Betriebswirtschaftliche Betrachtungen

Kosten für		Kappa A.I.R.	gängige Anlage ⁶
Anschaffung		352.190 €	215.981 €
	Engineering	35.000 €	20.000 €
	Abluft/ Zuluft	176.810 €	111.732 €
	MTA	126.987 €	—
	Abluft-/ Zuluftgerät	—	80.106 €
	Lufteinbringungselemente	15.773 €	4.576 €
	Verrohrungsmaterial (Ab-, Zu-, Fortluft) inkl. Montagehilfsmaterial & Schalldämpfer	34.050 €	27.050 €
	Filtertechnik	28.230 €	6.133 €
	Filtertechnik inkl. Wascheinrichtung für Rotor und Filterstufen	28.230 €	—
	herkömmliche Speicherfilter	—	6.133 €
	Elektro-, Mess-, Steuer- & Regelungstechnik, Montage & Inbetriebnahme	32.988 €	24.073 €
	Feldverkabelung	13.399 €	9.778 €
	Montage	61.897 €	41.265 €
	Transporte	3.875 €	3.000 €
Fördergelder		105.600 €	—
Saldo		246.590€	215.981 €
jährl. Betriebsaufwendungen			
	Energie für den Anlagenbetrieb	51.365 €	51.365 €
	Wartung und Pflege	6.000 €	6.000 €
jährl. Heizkosten-Einsparungen			
	eigene Berechnungen	> 74.717 €	—
	Berechnungen der Fa. Kappa	104.000 €	

Tab. 3: Kostengegenüberstellung Kappa A.I.R. und herkömmliche Anlage

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass sich die A.I.R. Anlage aufgrund der Heizkostenersparnis gegenüber einer herkömmlichen Lösung bereits ohne Berücksichtigung der Fördergelder nach weniger als zwei Jahren amortisiert. Aufgrund der von der KfW bewilligten Fördergelder liegt der Unterschied der Investitionskosten für die A.I.R. Anlage gegenüber der herkömmlichen Lösung lediglich bei 30.609 EUR. Hieraus ergibt sich eine Amortisationsdauer von lediglich 3,5 bis 5 Monaten.

6. Fazit/ Empfehlung

Das neue Abluftreinigungsverfahren ist – gemessen am aktuellen Stand der Technik – fortschrittlich, innovativ, für die gesamte Branche neuartig. Eine identische Anlagenkonfiguration war zum Zeitpunkt der Installation anderswo noch nicht im Einsatz. Die spezifische verfahrenstechnische und strömungstechnische Auslegung der Anlage in Verbindung mit der lastenabhängigen Steuerung führt zum signifikanten Unterscheidungsmerkmal von anderen Anlagen.

Wie oben aufgeführt, bietet die Anlage neben betriebswirtschaftlichen Vorteilen eine umfängliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen sowie des Umweltschutzes.

Die Aktive Inluft-Reinigung ist generell nicht nur auf die Produktionsprozesse bei HDO zugeschnitten. Es können künftig durch ähnliche Anlagenaufbauten des neuartigen Abluft-Reinigungsverfahrens vergleichbare Umwelt entlastende Auswirkungen auf andere Anwender übertragen werden. Aufgrund der beschriebenen positiven Effekte bei der HDO ist mit einer Multiplikatoren-Wirkung zu rechnen.

⁵ Ölheizung mit Jahreswirkungsgrad von 76%, 10,7 kWh / kg Schweröl, 0,28 kg CO₂/kWh

⁶ Schätzung Fa. Kappa

Inhaltsverzeichnis

1	Projektkennung	15
1.1	Vorhaben	15
1.2	KFW Aktenzeichen.....	15
1.3	Antragsteller	15
1.4	Antragsdatum.....	15
1.5	Involviert.....	15
2	Einleitung	16
2.1	Beschreibung des Unternehmens (Antragsteller).....	16
2.2	Ausgangssituation (Stand der Technik) und Ziele des Vorhabens.....	17
2.3	Zielkonkretisierung und Lösungsansatz mit dem Kappa A.I.R. Konzept	19
2.4	Ziele und Umweltvorteile des Konzepts auf einen Blick	22
3	Erläuterung der technischen Lösung.....	23
3.1	Ablufterfassung an der Hallendecke	23
3.2	Die MTA-Luftaufbereitungszentrale.....	24
3.3	Frischlufteinbringung durch Diffusion – Erzeugung künstlicher Thermik	28
3.4	Abwasserentsorgung.....	29
4	Ergebnisse - Beschreibung der durch die neue Inluft- Reinigungsanlage erreichten Umweltschutzwirkungen.....	30
4.1	U1 –Reduzierung der diffusen Emissionen	30
4.2	U2 - Erhöhung der Abreinigung der Gesamtemissionen:	35
4.3	U3 - Energieeinsparungen:.....	38
5	Betriebswirtschaftliche Betrachtungen	46
5.1	Kostenvergleich und Amortisation.....	46
5.2	Laufender Aufwand	47
6	Diskussion	49
7	Fazit.....	52
8	Empfehlungen.....	53
8.1	Neuheitswert und Alleinstellungsmerkmal der neuen Anlage	53
8.2	Übertragbarkeit und Modellcharakter.....	53
9	Literaturverzeichnis.....	55
	Anhang	57
Anhang 1	Wärmeberechnung der Firma Kappa Filter Systems GmbH	58
Anhang 2	Temperaturen Winter 2012/ 2013.....	63

Anhang 3	Ergebnisübersicht Gefahrstoffmessungen Firma Wessling GmbH	68
Anhang 4	Arbeitsplatzgrenzwerte Kohlenwasserstoff TRGS 900	69
Anhang 5	Messbericht Emissionsmessungen im Roh- und Reingas.....	70
Anhang 6	Grünstrom Zertifikat.....	100
Anhang 6	Meinungen zur Kappa Inluft-Reinigungsanlage	101

1 Projektkennung

1.1 Vorhaben

Installation einer Aktiven Inluft-Reinigungsanlage¹
-AIR System Kappa Filter Systems GmbH-

1.2 KFW Aktenzeichen

MBc3 – 001972

1.3 Antragsteller

Geschäftsführung
HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH

1.4 Antragsdatum

28.02.2012

1.5 Involviert

Fachtechnische Begleitung Herr Dr. Jäger	UBA
Verwaltungsmäßige Begleitung Herr Wallschlag	KfW
Öffentlichkeitsarbeit BMU Frau Bremer	ZG II 4
Berater Herr Dr. Bender	H.A.W.K.
Projektentwicklung Herr Freudenberg	KAPPA
Projektingenieur Herr Ochs	KAPPA
Technische Projektbegleitung Herr Vinke	HDO FM
Kaufmännische Projektbegleitung Herr Friedrich	HDO EK

¹ folgend A.I.R-Anlage genannt

2 Einleitung

2.1 Beschreibung des Unternehmens (Antragsteller)

Antragsteller ist die Firma HDO Druckguss- und Oberflächentechnik GmbH in Paderborn. Hierbei handelt es sich um den Hauptsitz der HDO-Gruppe mit rund 280 Mitarbeitern. Insgesamt beschäftigt die Gruppe über 1000 Mitarbeiter an den drei Standorten Paderborn, Zabreh na Morave (Tschechien) und Myjava (Slowakei). Das 1956 gegründete, familiengeführte Unternehmen ist Technologieführer im Bereich Zink-, Magnesium- und Aluminiumdruckguss mit dekorativen Oberflächen. Alleiniger Inhaber und geschäftsführender Gesellschafter ist Herr Werner Beneken. Im Jahr 2013 betrug der Gruppenumsatz rund 80 Mio. Euro.

Die HDO versteht sich als Partner für ganzheitliche Lösungen im Rahmen von Zink-, Magnesium- und Aluminiumdruckguss, für Oberflächenbearbeitung und Veredelung (Hersteller von dekorativen Oberflächen), Galvanik, Montage und Just-in-time- Logistik. Die breite Produktpalette der HDO umfasst Technologie- und Produktentwicklung, technischen Druckguss, Galvanisierung von Kleinstteilen in Zink, Magnesium und Aluminium, Sondergalvanik, Präzisions-Druckguss, Kunststoff-Spritzguss, KTL- und Mehrschichtlackierungen sowie Elastomer-Bauteile, Oberflächenbearbeitung und hochdekorative Oberflächenveredelung, Lackieren und Bedrucken.

Der größte Teil der HDO-Produkte wird in die Branchen Automobil, Sanitär, Hausgeräte und Konsumgüter verkauft. Von wachsender Bedeutung ist das Marktsegment „Produktentwicklung (auch Kleinstmengen) für Individualkunden“, was den starken Innovationscharakter des Unternehmens unterstreicht. Die HDO war bisher maßgeblich an der Entwicklung von Mittelkonsolen für namhafte Automobilhersteller beteiligt, von Spülplatten im Sanitärbereich und – insbesondere im Aluminiumbereich – von Kühlkörpern (Automobil), um nur eine kleine Auswahl zu nennen.

2.2 Ausgangssituation (Stand der Technik) und Ziele des Vorhabens

2.2.1 Ausgangssituation

Vor Installation der neuen Abluftanlage produzierte die HDO mit zwei, später drei, Aluminiumdruckgussmaschinen (Anschaffungen in 2009, 2010 und 2011) (vgl. Abbildung 2) in einer älteren, für die Verarbeitung von Aluminium nachträglich adaptierten früheren Lagerhalle (Abbildung 3)– ohne eine eigentliche Lüftungsanlage. Die Entlüftung erfolgte über Dachreiter (zu sehen in Abbildung 4). Schadstoffe aber verblieben zum größten Teil in der Halle und stellten so eine Belastung der Hallenluft dar.

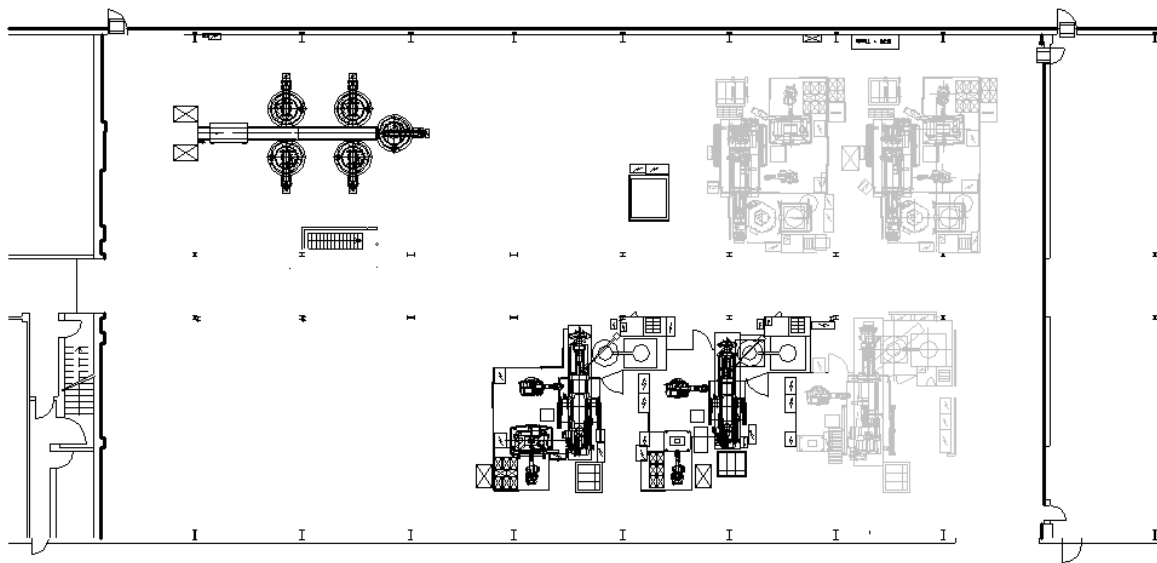


Abbildung 2 Hallenplan zu Planungsbeginn der Abluftanlage (schwarz) und heute (schwarz und grau)

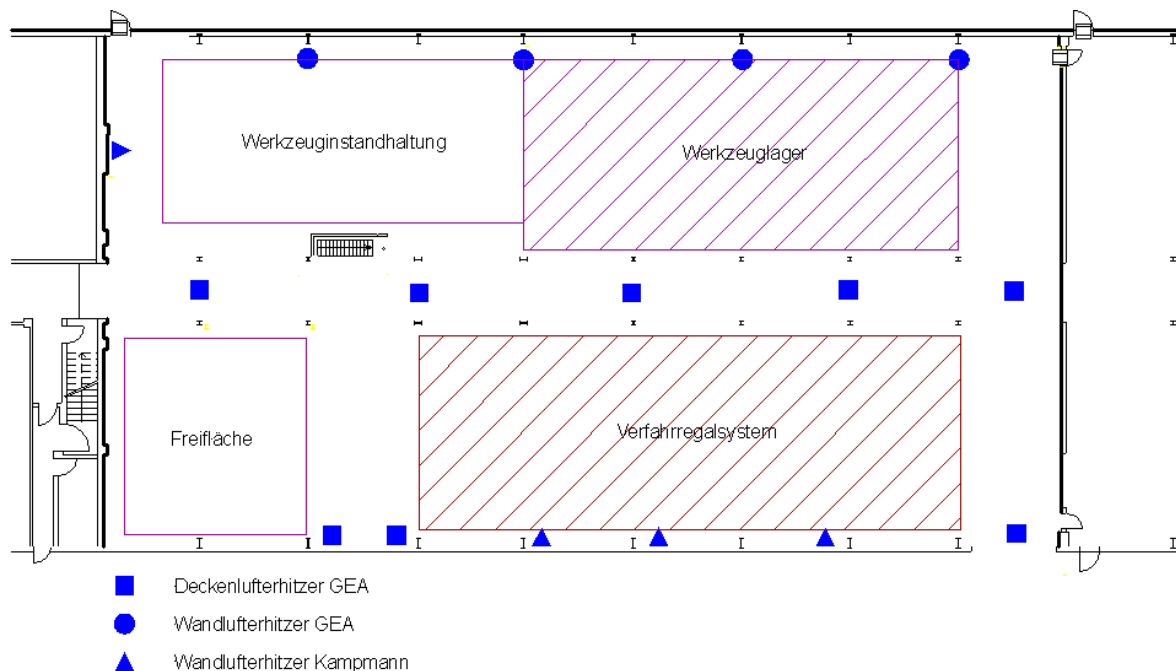


Abbildung 3 Halle vor Aufnahme der Aluminiumproduktion und Hallenbeheizung

Bei den abgeschiedenen luftfremden Stoffen handelt es sich um die beim Gießprozess in den Werkzeugen der Druckgussanlagen verdampfenden Trennmittel sowie Pasten, Tropfschmier- und „Thermoöle“. Diese gehen beim Kontakt mit dem geschmolzenen Aluminium in einen hauptsächlich gasförmigen Zustand über und steigen durch ihr thermisches Potential zur Decke auf.

Insgesamt liegt der Verbrauch der beim Druckguss verwendeten luftfremden puren Trennmittel in der Aluminiumgießerei der HDO für die vier Maschinen bei ungefähr 1,76 Litern pro Stunde. Diese werden im Verhältnis 1:45 mit Wasser gemischt, was bei 6.000 Betriebsstunden im Jahr einem Verbrauch von 380.160 Liter Trennmittel-Wasser-Emulsion entspricht. Circa 80% dieser Trennmittel gehen direkt in einen Luft getragenen Zustand über. Ohne eine geeignete Erfassung in der Halle verteilen sich diese und werden mit der natürlichen Strömung durch Fenster, Dachreiter, offene Tore oder Undichtigkeiten der Halle an die Außenluft getragen. Verflüchtigte luftfremde Stoffe wie Pasten, Temperier- und Tropfschmieröle werden bei Nichterfassung und -filterung in der Umwelt wirksam.

Um das Problem der belasteten Hallenluft zu lösen, wurden die beiden Aluminiumdruckgussmaschinen kurz nach der Anschaffung der zweiten Maschine je mit einer lokalen Absaugung ausgestattet. Es stellte sich jedoch schnell heraus, dass dies nicht dem gewünschten Erfolg hatte, da die Absaughauben die Emissionen offensichtlich nicht ausreichend zu erfassen vermochten. Die Luft in der Halle war weiter belastet. Zudem gab es Probleme mit der Dichtigkeit der Rohrverbindungen dieser Absaugung, welche trotz größter Bemühungen nicht herzustellen war (Abbildung 4).



Abbildung 4 Rohrverbindung alte Absaughaube

Ein weiteres Problem stellte die Temperierung der Halle dar. Beheizt wurde diese über Wand- und Deckenluftherhitzer (Abbildung 3), jedoch war eine

befriedigende Temperierung bei Außentemperaturen um den Gefrierpunkt nicht mehr möglich.

Insgesamt war diese Situation aus HDO-Sicht gegenüber den Mitarbeitern und der Umwelt nicht tragbar, vor allem im Anbetracht des weiter geplanten Ausbaus der Aluminiumproduktion auf mindestens vier, optional sogar fünf, Druckgussanlagen. Daher wurde mit der Suche nach einer umfassenden, umweltschonenden und nachhaltigen Lösung begonnen. Schließlich erfolgte Anfang 2012 die Kontaktaufnahme mit der Firma Kappa Filter Systems GmbH.

2.2.2 Ziele

Die neue innovative Abluftreinigungsanlage sollte als maßgeschneiderte, lufttechnische Lösung zur Minimierung der bei der Aluminiumverarbeitung entstehenden Schadstoffe und Emissionen konzipiert werden. Das Ziel der Minimierung von Schadstoffen in der Produktionshalle sollte dabei möglichst wirtschaftlich, umweltschonend, mitarbeiterfreundlich und für die Produktion bzw. Wartung störungsfrei erreicht werden. Daher sollten neben einer hohen Energieeffizienz auch eine gezielte Abführung der Abscheidungen sowie ein geringer Geräuschpegel der Anlage verwirklicht werden. Das aus diesen Zielen resultierende Demonstrationsvorhaben definiert sich durch seine Individualisierung auf die konkrete Ausgangssituation bei der HDO und stellt somit für die HDO, aber auch für den generellen Markt, eine Novität dar.

2.3 Zielkonkretisierung und Lösungsansatz mit dem Kappa A.I.R. Konzept

Die Firma Kappa Filter Systems GmbH mit Sitz in Düsseldorf erfüllte mit den Ergebnissen ihrer technischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, welche in das Kappa A.I.R. Konzept münden, die Voraussetzungen eine innovative Abluftreinigungsanlage zu entwickeln und neue technische Maßstäbe zu setzen. Sie wurde mit der Konzeption der Anlage beauftragt. Zielsetzung war die Kreation einer auf die bei HDO vorherrschenden Situation maßgeschneiderten, lufttechnischen Lösung zur Minimierung der bei der Aluminiumbearbeitung entstehenden Schadstoffe und Emissionen. Dies sollte durch eine komplett neuartige Verfahrens- und Komponentenkombination realisiert werden unter besonderer Berücksichtigung der Technik der Luftführung sowie der Verfahrenstechnik.

2.3.1 Das Kappa A.I.R. Konzept - aktive Inluft-Reinigung:

Die neue Anlage sollte nach dem Konzept der Aktiven Inluft-Reinigung (Abbildung 5) funktionieren - d.h. die thermischen Luftverhältnisse in der Halle ausnutzen. Wärme lässt Emissionen in geschlossenen Räumen bzw. Hallen an die Decke steigen. Je höher die Wärmelasten im Prozess sind, desto schneller und umfassender steigen auch die Schadstoffe zur Decke. Ziel des Kappa A.I.R. Konzeptes ist es, diese direkt an der Decke zu erfassen und abzuführen. Neu ist es, das Kappa A.I.R. Konzept auch als Basis

für die Erfassung von Schadstoffen in Hallen mit geringen thermischen Lasten einzusetzen. Die unzulängliche Thermik muss in diesem Fall künstlich hergestellt werden. Diese technische Erweiterung ist als neuartig einzustufen, fortschrittlich und wird in dieser Form anderswo noch nicht angewandt.

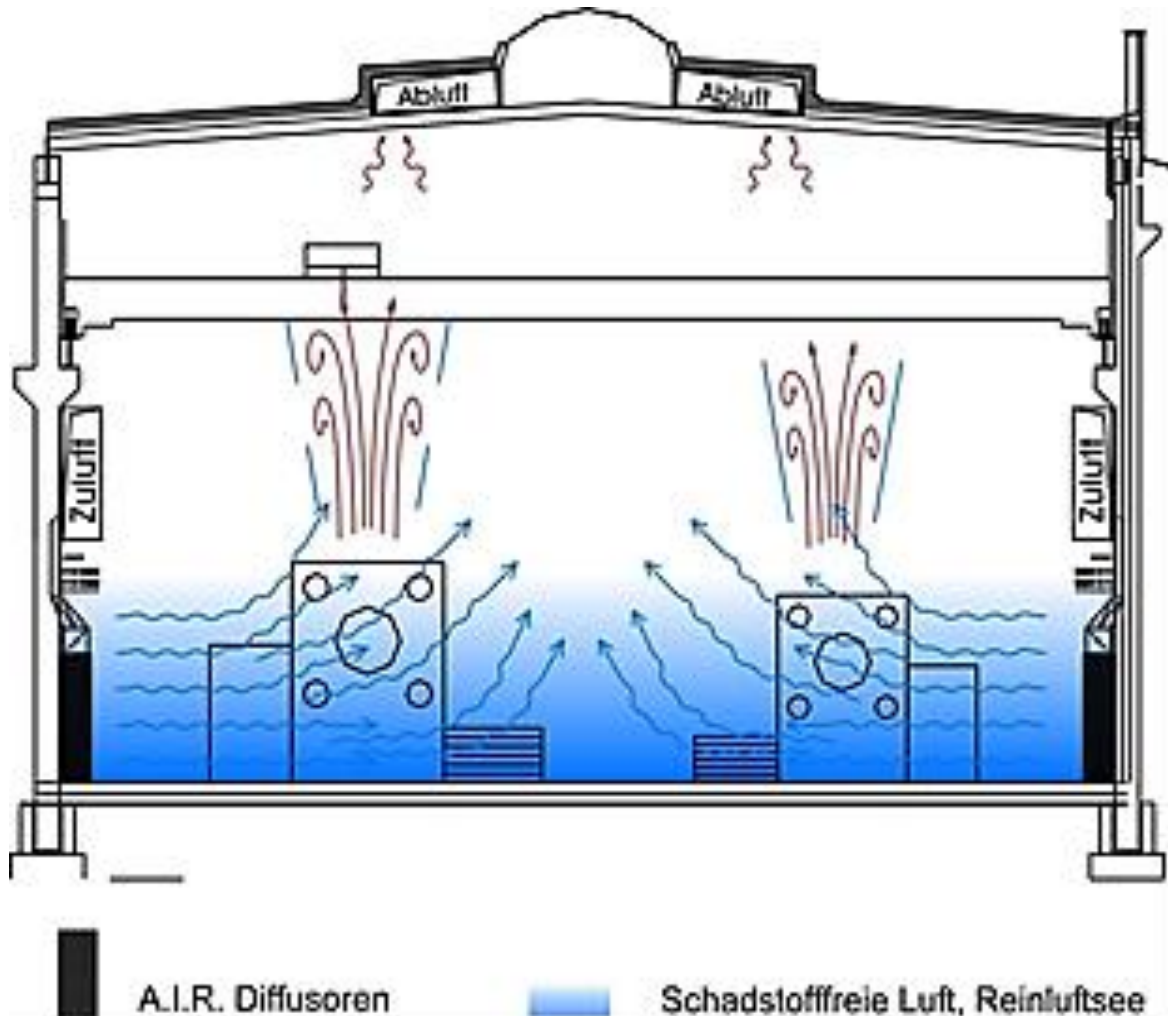


Abbildung 5 Grundprinzip der aktiven Inluft-Reinigung¹

Mit dem Luftreinigungsprinzip der Aktiven Inluft-Reinigung wird die gesamte Hallenluft adressiert; nahezu alle in der Halle erzeugten luftgetragenen Emissionen werden erfasst. Dies reduziert den Austritt von Emissionen aus der Druckgusshalle in die Umwelt auf ein absolutes Mindestmaß. Bei einer herkömmlichen Erfassung mit Absaughauben ist eine vergleichbar vollständige Erfassung aufgrund von unregelmäßigen Emissionsabgaben der Emissionsquellen und des beschränkten Speichervolumens nicht zu erreichen. Zudem hat die Positionierung der Haube direkt im Aktionsfeld von Hallenkränen und Instandhaltungsarbeiten sowie Umrüstungstätigkeiten zur Folge, dass Beschädigungen oder Reinigungsarbeiten die Hauben häufig außer Betrieb setzen. Ein weiteres Problem dezentraler Absaugungen ist die Abscheidung der fluiden Medien.

¹ aus Anhang 1 Wärmeberechnung der Firma Kappa Filter Systems GmbH

Die Aktive Inluft-Reinigung verhindert ein Verteilen der Schadstoffe in der Halle bzw. ein Entweichen in die Umwelt aber nicht nur durch ihre gesamtheitliche Erfassung der Hallenluft, sondern auch durch deren Filtration mit einem speziell für den Druckgussbereich entwickelten, mehrstufigen Filtrationsprinzip. Die ausgefilterten Aerosole können bei Bedarf auch in einen Recyclingkreislauf des Trennmittels zurückgeführt werden.

Durch Einbringung von Frischluft in den Bodenbereich wird die Ausbildung einer nahezu emissionsfreien Luftschicht, einem so genannten Reinluftsee, erwirkt. Hierdurch wird der Verdrängungseffekt der Emissionen in Richtung Erfassung an der Hallendecke unterstützt und so eine künstliche Thermik erzeugt. Gleichzeitig wird im Arbeitsbereich der Mitarbeiter sowohl eine deutliche Verbesserung der Luftqualität hinsichtlich der stofflichen und geruchlichen Emissionsbelastung als auch eine signifikante Verbesserung der Arbeitsatmosphäre hinsichtlich klimatischer Faktoren bewirkt.

2.3.2 Hohe Energieeffizienz

Ein weiterer umweltentlastender und Ressourcen schonender Nutzen der Anlage sollte das integrierte Wärmerückgewinnungssystem mit Selbstreinigungsfunktion werden. In der Produktionshalle vorhandene Wärmepotentiale sollten ausgeschöpft werden, statt durch die reine Abführung an die Außenluft verschwendet zu werden. Berechnungen zeigten, dass aus der damals aktuellen Anlagenkonfiguration mit vier Druckgussanlagen und dem aktuellen Schichtmodel jährlich bis zu 1,5 GWh Energie zu Heizzwecken zurückgewonnen werden könnten. Mittels der Anlage sollte also im Hallenbereich nahezu ohne zusätzliche Energiezuführung eine komfortable Raumtemperierung erreichbar sein, auch bei Temperaturen unterhalb des Gefrierpunktes.

2.3.3 Lärmreduktion

Durch den kompakten Aufbau der gesamten Anlage innerhalb der Halle sollte ferner der Einfluss von Betriebsgeräuschen der Anlage auf die Umwelt auf ein Mindestmaß reduziert werden. Die einzigen Komponenten, die gemäß dem Kappa A.I.R. Konzept eine Verbindung zur Hallen-Außenumgebung bilden, sind die Frischluftansaugung und der Fortluft-Auslass. Diese sind hinsichtlich der Lärmemissionen nahezu irrelevant.

2.4 Ziele und Umweltvorteile des Konzepts auf einen Blick

Die neue Aktive Inluft-Reinigung sollte als innovative Umweltschutzanlage die Firma HDO bei der Erreichung der unten aufgeführten Ziele unterstützen. Insbesondere sollten im Vergleich zum Stand der Technik vor Installation der Anlage folgende Umweltvorteile U1-U3 erreicht werden:

3. Absaugung und Filtration der Schadstoffemissionen aus dem Aluminium- Druckguss-Prozess bzw. aus dem gesamten Hallenbereich zum Schutz der Mitarbeiter und Umwelt
 - U1.** Deutliche Reduzierung der diffusen Emissionen in der Hallen- und der Fortluft
 - U2.** Erhöhung der Abreinigung auf 90% der Gesamtemissionen, d.h. Abscheidung von rund 9.504 Liter der jährlich verwendeten 10.560 Liter Trennmittel und potentielle Wiedergewinnung über ein internes Trennmittelrecycling (bisher nicht geplant)
4. Effiziente Nutzung des vorhandenen Energiepotentials der abgesaugten Hallenluft zum Schutz der Ressourcen und auch der Umwelt
 - U4.** Einsparung von rund 860 MWh Heizenergie pro Jahr
5. Abführung hoher Mengen an Maschinenabwärme und emittierter Luftfeuchtigkeit aus der Aluminium-Druckguss-Halle und gezielte strömungsfreie Zuführung von Frischluft in den Umgebungsbereich der Beschäftigten, insbesondere um das Hallenklima ausgewogen zu halten und Maschinen sowie Arbeitsbereiche sauber und angenehm zu gestalten
6. Problemloser und funktionssicherer Betrieb, ohne Beeinträchtigung der Arbeits- und Produktionsprozesse
7. Nachhaltige und langfristige Einhaltung der geltenden Arbeitsschutz- und Umweltschutzbestimmungen, d.h. eine technische Auslegung, die auch in den nächsten Jahren noch einen Vorreitercharakter besitzt
8. Grundsteinlegung für den Ausbau der Aluminiumfertigung in dem genannten Hallenbereich

3 Erläuterung der technischen Lösung

Die Abluftanlage wurde von der Firma Kappa aus den in den Kapiteln 4.1 bis 4.3 vorgestellten, speziell für die Bedürfnisse der HDO konfigurierten und adaptierten, Komponenten zusammengestellt. Eine Anlage zur Reinigung/ Entsorgung von Abwasser, welches bei der Selbstreinigung von Filtern und des Wärmerades anfällt, war nicht im Leistungsumfang der Firma Kappa enthalten. Hier konnte auf ein bei der HDO bereits bestehendes System zurückgegriffen werden (vgl.3.4).

3.1 Ablufferfassung an der Hallendecke

Aufgrund strömungstechnischer Untersuchungen in der Aluminiumgießerei der HDO bestätigte die Firma Kappa ihre Vermutung, dass eine Ausnutzung der Thermik der Schlüssel für eine hocheffiziente Hallenluftreinigung darstelle. Durch die Erfassung der Emissionen in Deckennähe (Abbildung 7, Abbildung 8) wird die natürliche Thermik der Schadstoffströme (Abbildung 6) ausgenutzt.



Abbildung 6 Beim Gießprozess aufsteigende Emissionen



Abbildung 7 Montage des Abluftstrangs



Abbildung 8 Abluftkanal unter dem Hallendach

3.2 Die MTA-Luftaufbereitungszentrale

Das Herzstück der Kappa A.I.R.-Gesamtanlage ist die MTA-Luftaufbereitungszentrale (Abbildung 9-12), wo insbesondere die Filtration der Abluft stattfindet. Die MTA-Luftaufbereitungszentrale ist mit einer Vielzahl an Komponenten ausgestattet und teilt sich im Wesentlichen in einen Abluft- und einen Zuluftstrang auf. Grob aufgeschlüsselt sind diese aus folgenden technischen Komponenten aufgebaut:

Abluftstrang: Filterstufen, Umluftklappe, Rotationswärmetauscher, Abluftventilator, Fortluftführung

Zuluftstrang: Frischluftansaugung, Außenluftfilter, Rotationswärmetauscher, Zuluftventilatoren



Abbildung 9 Aufbau der Luftaufbereitungszentrale im Halleninneren



Abbildung 10 Frischluftansaugung und Fortluftauslass auf dem Hallendach



Abbildung 11 Abluftseite



Abbildung 12 Zuluftseite

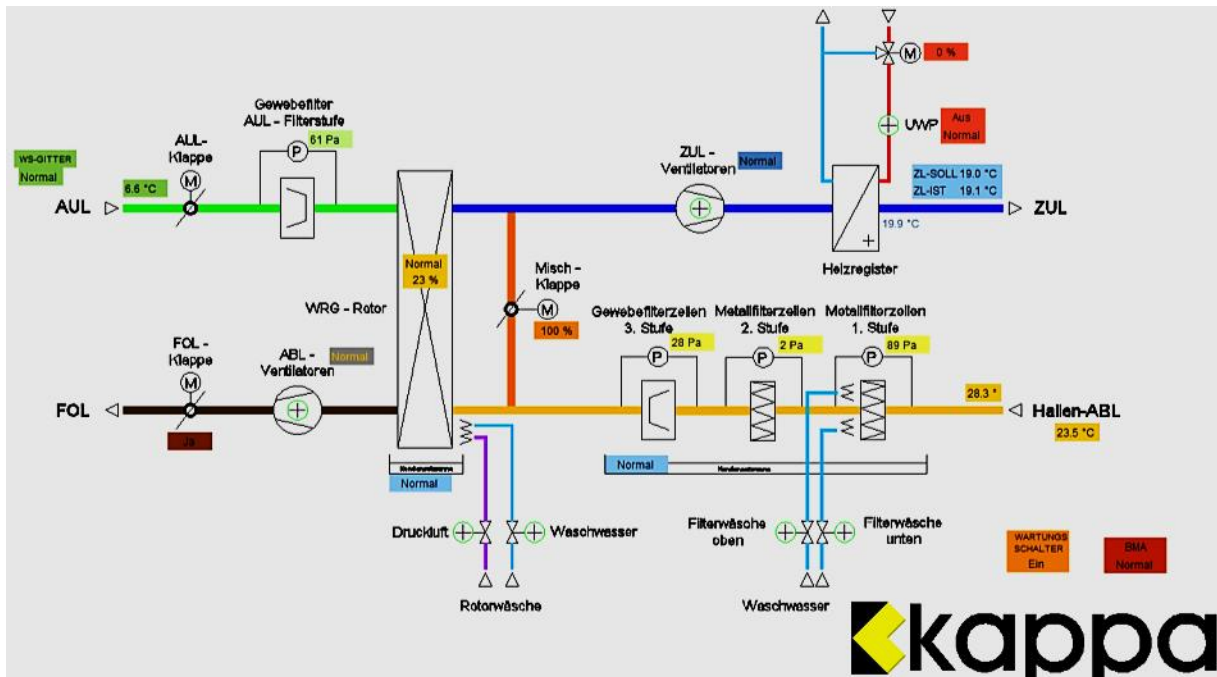


Abbildung 13 Anlagenschema der MTA-Luftaufbereitungszentrale (erstellt bei regulärem Betrieb)

3.2.1 Filtration

Die an der Hallendecke erfasste Abluft wird dem Zentralgerät zugeführt und hier von Schadstoffen gereinigt. Die dazu angewandte Filtrationsmethodik wurde während der Projektumsetzung genau auf das in der Aluminiumgießerei der HDO vorhandene Emissionsgemisch aus Luft (1 bar / 20°) und Öl (Dichte = 850 kg/m³; dynamische Viskosität: 10 mPas)¹ abgestimmt. Um die verunreinigte Abluft nach höchstem Stand der Technik zu reinigen, ergab sich im speziellen HDO-Fall eine dreistufige Filtration über zwei Edelstahl-Gestrickfilterstufen und eine Gewebefilterstufe (Abbildung 13, Abbildung 14 und Abbildung 15).

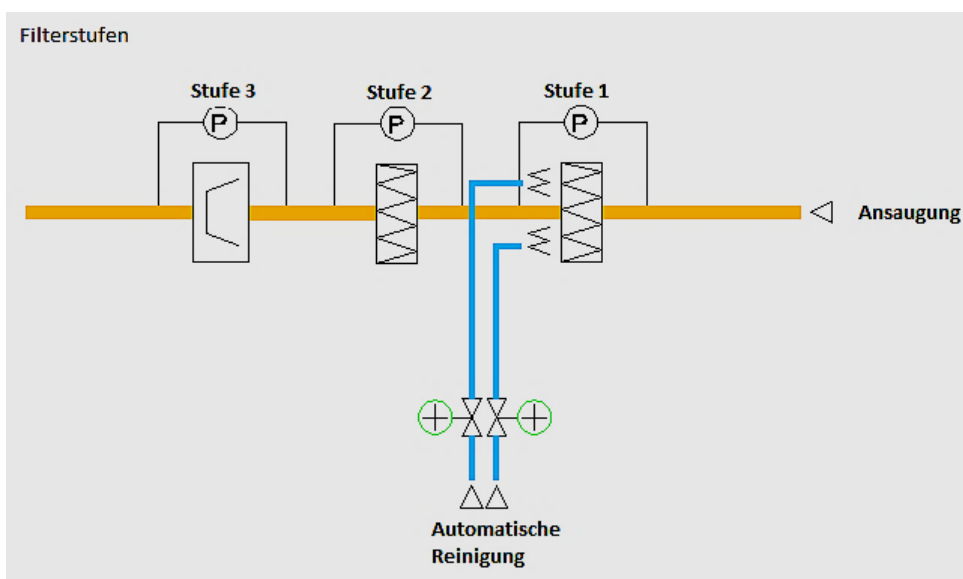


Abbildung 14 Filterstufen - Auszug aus dem Anlagenschema

¹ Bestimmung seitens Firma Kappa Filter Systems GmbH

Gesamtvolumenstrom:	40.000m³/h
Anströmgeschwindigkeit:	12,58 m/s
Filterstufe 1:	Edelstahlgestrickfilter, 12 ganze und 3 halbe Filterzellen Anfangsdruckverlust 50 Pascal Enddruckverlust 250 Pascal Automatische Reinigung mittels beweglichen Waschbalken Überwachung durch Differenzdruckmessung
Filterstufe 2:	Edelstahlgestrickfilter, 12 ganze und 3 halbe Filterzellen Anfangsdruckverlust 70 Pascal Enddruckverlust 200 Pascal Manuelle Reinigung mittels HD Lanze Überwachung durch Differenzdruckmessung
Filterstufe 3:	Konventionelle Filtertaschen Überwachung des Differenzdruckes

Abbildung 15 Technische Daten Filtration

Der Hauptteil der Emissionen wird bereits in der ersten Edelstahlgestrickfilterstufe abgeschieden. Diese am meisten strapazierte Filterstufe wurde daher mit einem Selbstreinigungssystem ausgestattet. Die Selbstreinigung der Filterzelle erfolgt durch einen auf- und abfahrenden Waschbalken mit Hochdruck-Wasser (voll entsalztes Wasser) ohne den Zusatz von Reinigungsmitteln. Besonders ist - da technisch aufwändig - dass die Reinigung gegen die Luftströmung erfolgt. Auf diese Weise werden die festsitzenden, abgeschiedenen Emissionen jedoch umfassend gelöst. Überwacht wird das System mittels einer kontinuierlichen Differenzdruckmessung. Die Reinigungsintervalle sind dabei nach verschiedenen Parametern einstellbar. Es kann sowohl ein Zeitprogramm beispielsweise zu jeder Stillstandzeit (sonntags, feiertags etc.) eingestellt werden, als auch eine differenzdruckgeregelte Abreinigung ausgeführt werden. Die bei der Reinigung gelösten Emissionsrückstände werden gesammelt und über mehrere Siphons aus dem Gerät hinaus zur HDO-eigenen Abwasseraufbereitungsanlage geführt (vgl. 3.4).

Die beiden nachgeschalteten Filterstufen agieren als eine Art „Sicherheitsfilter“, in welchen Partikel, die in der jeweils vorangehenden Stufe nicht erfasst wurden, aus der Luft gefiltert werden (mehr hierzu siehe 4.2)

Der oben beschriebene hohe Reinigungsgrad ist auf der einen Seite maßgeblich für den Umweltschutzcharakter der Anlage, auf der anderen Seite zwingend für eine effektive Wärmerückgewinnung im nachgeschalteten Rotationswärmetauscher.

3.2.2 Wärmerückgewinnung

Im Hinblick auf eine optimale Ausnutzung der vorhandenen Energiepotentiale ist die Luftaufbereitungszentrale verfahrenstechnisch mit einem Wärmerückgewinnungssystem ausgerüstet. Bei kühler Außentemperatur wird hier dem Abluftstrom die thermische Energie entzogen, die mit einer normalen Absaugung verloren ginge, und zur Erwärmung des Frischluftstroms genutzt. Alternativ kann die reine Luft auch in Umluft direkt wieder

in die Halle zurückgeführt werden. Von dieser Option wird jedoch nur während der Betriebsruhe Gebrauch gemacht, da bei Maschinenstillstand kaum thermische Energie zur Rückgewinnung zur Verfügung steht. Die gewünschte Stütztemperatur von ca. 15°C muss dann gegebenenfalls über Zuschaltung des Heizregisters erreicht werden.

Die Verwendung effektiver Filtrations- und Abscheidetechnologien erlaubt hier den Einsatz eines Wärmerückgewinnungssystems mit einem hohem Wirkungsgrad, welches kaum mehr verschmutzt. Diese Technik ist nicht nur umweltschonend, sondern auch höchst wirtschaftlich, da Energie nachhaltig eingespart wird.



Abbildung 16 Montage des Wärmerads

Das Wärmerückgewinnungssystem der Kappa Anlage arbeitet nach dem Gegenstromprinzip mit einem Rotationswärmetauscher (Abbildung 13, Abbildung 16): Die gefilterte, warme Abluft gelangt durch den Abluftteil des Luftaufbereitungsgeräts, wo sie durch eine Hälfte eines Rotors tritt. Die Lamellen der Rotorhälfte werden auf diese Weise erwärmt. Dreht sich der Rotor weiter, gelangt die aufgewärmte Hälfte in den getrennt laufenden Zuluftstrang. Durch diesen saugt die Anlage saubere Außenluft an, reinigt diese durch einen Gewebefilter von Rückständen (Pollen, atmosphärischer Staub etc.) und bewegt die Luft schließlich durch die erhitzte Rotorhälfte, die die Wärme entsprechend abgibt. Der Rotationswärmetauscher arbeitet dabei lastabhängig – je kühler die Temperatur des Zuluftstroms, desto schneller dreht sich das Wärmerad (innerhalb der möglichen Rotationsgeschwindigkeit), um entsprechend mehr Wärme pro Zeiteinheit an den Zuluftstrom abzugeben. Sollte die auf diese Weise rekuperierte Energie nicht ausreichen, um eine voreingestellte Soll-Temperatur in der Produktionshalle zu erreichen, kann durch ein zusätzlich verbautes Heizregister die fehlende Energie zur Verfügung gestellt werden.

Ein Aggregat zur Kühlung wurde zunächst nicht im Zuluftstrom der Luftaufbereitungszentrale installiert. Die Kühlfunktion wird vorerst über das Einbringen von Frischluft mit Außentemperatur erreicht, d.h. die Mindest-

temperatur der eingebrachten Luft ist zunächst die Außentemperatur. Da diese aber vor allem in den mit Wärme belasteten Sommermonaten in der Regel deutlich kühler ist als das Halleninnere, wirkt hier eine Einbringung von Außenluft bereits als Kühlung.

Die Wärmerückgewinnung der MTA-Luftaufbereitungszentrale steht im Betrieb unter einer durchgängigen Belastung durch Restfeuchte in der bereits gereinigten Abluft. Um einen durchgängigen Betrieb auf hohem Wirkungsgrad zu gewährleisten, wurde der Rotationswärmetauscher mit einem Hochdruck-Reinigungssystem ausgestattet, um eine regelmäßige Reinigung durchführen zu können. Dabei verfährt eine HD-Düse pneumatisch auf einem Balken über den Radius des Rotors und reinigt diesen, während er rotiert. So wird die gesamte Fläche des Rotors adressiert.

3.3 Frischlufteinbringung durch Diffusion – Erzeugung künstlicher Thermik

Die Zuführung der Frischluft in den Bodenbereich der Halle erfolgt per Diffusion über acht Anlagenkomponenten („Diffusoren“) (Abbildung 17, Abbildung 19). Auf diese Weise wird zum einen eine zugluftfreie Zuführung von Frischluft in den Umgebungsbereich der Mitarbeiter realisiert. Zum anderen entsteht durch diese Art der Frischlufteinbringung ein durchgängiger „Reinluftsee“, welcher die Emissionen kontinuierlich in Richtung Erfassung an der Hallendecke verdrängt.



Abbildung 17: Durchgängige Frischlufteinbringung in den Hallenbodenbereich

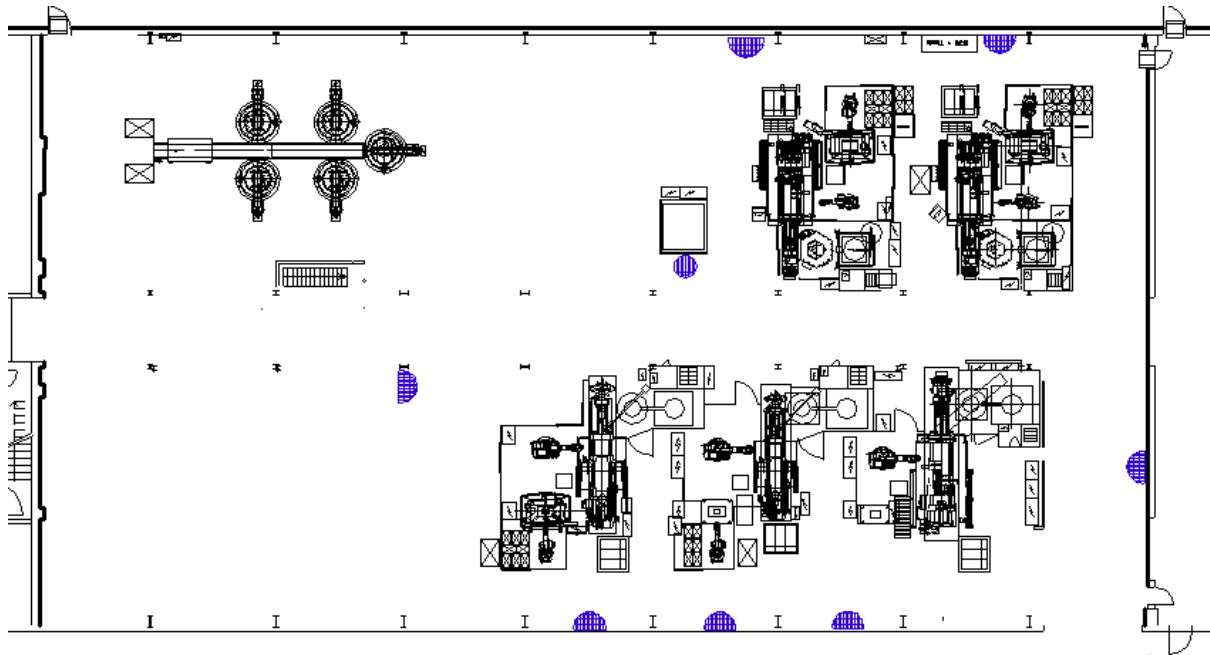


Abbildung 18 Positionierung Diffusoren bei nach beendetem Ausbau der Produktion in der Produktionshalle

3.4 Abwasserentsorgung

Das bei der Reinigung der ersten Filterstufe beziehungsweise des Wärmerades anfallende Schmutzwasser enthält alle in der Hallenluft befindlichen Substanzen, insbesondere Kohlenwasserstoffe wie Trennmittel, Schmiermittel und Wärmeträgeröl. Wie bereits erwähnt, wird dieses Abwasser über mehrere Siphons gezielt aus der Luftaufbereitungszentrale herausgeführt. Eine saubere stoffliche Trennung des Öl- Wassergemisches ist mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht möglich.

Daher wird das Abwasser der Kappa Anlage dem bei der HDO vorhandenen Öl- Schmutzwasserkreislauf der Gießerei zugeführt. Es wird zunächst einem Beruhigungsbecken zugeführt und hier gesammelt. Hier gewährleistet eine Schwimmerpumpe einen konstanten Wasserstand. Das abgepumpte Schmutzwasser wird einem Ölskimmer zugeführt. Im Beruhigungsbecken bildet sich auf dem Wasser eine Ölschicht und auf dem Boden des Beckens eine Schlammsschicht. Die Ölschichtdicke wird regelmäßig geprüft und bei einer Schichtdicke von ca. 2 - 3 cm als Ölabscheiderinhalt entsorgt.

4 Ergebnisse - Beschreibung der durch die neue Inluft-Reinigungsanlage erreichten Umweltschutzwirkungen

In diesem Kapitel wird insbesondere die Erreichung der unter Kapitel 4.2 definierten Umweltvorteile (U1 bis U4) diskutiert. Die HDO-eigenen Ziele 3. bis 8. sollen hier nur in aller Kürze erwähnt werden: Die Ziele 3. und 4. werden über die folgende Diskussion von U1 bis U3 abgedeckt. Die Ziele eines ausgewogenen, zugluftfreien Hallenklimas (5.) beziehungsweise beeinträchtigungsfreier Arbeits- und Produktionsprozesse (6.) sind laut Mitarbeiterangaben durch die Installation der A.I.R.-Anlage erreicht worden (siehe auch Abbildung 20). Mittlerweile wurde auch die Aluminiumfertigung (8.) auf fünf Anlagen ausgebaut. Die Kapazität der Anlage war auf vier Druckgussmaschinen ausgelegt. Für eine optionale fünfte Maschine sollte sie laut der Firma Kappa mit hoher Wahrscheinlichkeit ausreichen. Falls dies nicht der Fall ist, kann die A.I.R.-Anlage relativ einfach ergänzt werden. Ob dies notwendig ist, kann zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht festgestellt werden, da die neue Maschine noch nicht in vollem Betrieb ist. Die HDO wählte mit der A.I.R.-Anlage eine Anlage auf dem neusten Stand der Technik. Aufgrund der guten Ergebnisse der Gefahrstoffmessung der Fortluft sowie der Messung der Hallenluft (vgl. Kapitel 4.1) ist davon auszugehen, dass mittels der A.I.R.-Anlage Arbeitsschutz- und Umweltschutzregeln langfristig eingehalten werden können (7.).

4.1 U1 –Reduzierung der diffusen Emissionen

Wie bereits erwähnt, waren die Luftreinigungsergebnisse der installierten Abzugshauben unzufriedenstellend insofern, dass bei laufender Produktion eine deutliche Trübung der Hallenluft eintrat. Für die HDO ergab sich allein hieraus gegenüber Mitarbeitern und Umwelt ein dringender Handlungsbedarf. Es sollte schnellstmöglich eine neue Anlage installiert werden. Die Messung der damals vorherrschenden Konzentration an Schadstoffen in der Hallenluft war damit obsolete und hätte einen unnötigen Kosten- und Zeitaufwand (Einholung von Angeboten, Terminfindung, Durchführung etc.) dargestellt.

4.1.1 Konzentration in der Hallenluft:

Nach Installation der Kappa-Anlage und Erweiterung der Aluminium-Gießerei auf vier Maschinen wurde am 29.08.2013 eine Gefahrstoffmessung in der Produktionshalle durchgeführt. Diese wurde von der Firma Wessling GmbH vorgenommen, welche für die Gefahrstoffuntersuchung akkreditiert ist. Als Messpunkte wurden zwei Stellen in unmittelbarer Maschinennähe ausgewählt, an denen sich zudem häufig Mitarbeiter aufhalten (Abbildung 19). Der Messpunkt „Systembedienung“ befand sich an der 350kN-Druckgussmaschine („DAK 350“ in Tabelle 1) und der Messpunkt „Dauerarbeitsplatz“ an der 450kN-Druckgussmaschine („DAK 450“ in Tabelle 1). Gemessen wurde bei laufendem Betrieb ca. einen Meter von der ar-

beitenden Person entfernt, in einer Höhe von ca. 1,80 m. Erhoben wurden mit E-Staub, Kühlschmierstoffen (Dampf und Aerosole), Triethanolamin und Kohlenwasserstoffen Werte für alle in der Halle auftretenden relevanten Stoffe. Um die Auswirkungen der A.I.R.-Anlage auf die Belastung der Hallenluft im Sinne eines Vorher-Nachher-Vergleichs festzustellen, wurden zwei Messungen durchgeführt, und zwar mit ein- beziehungsweise ausgeschalteter Absaugung der A.I.R.-Anlage.

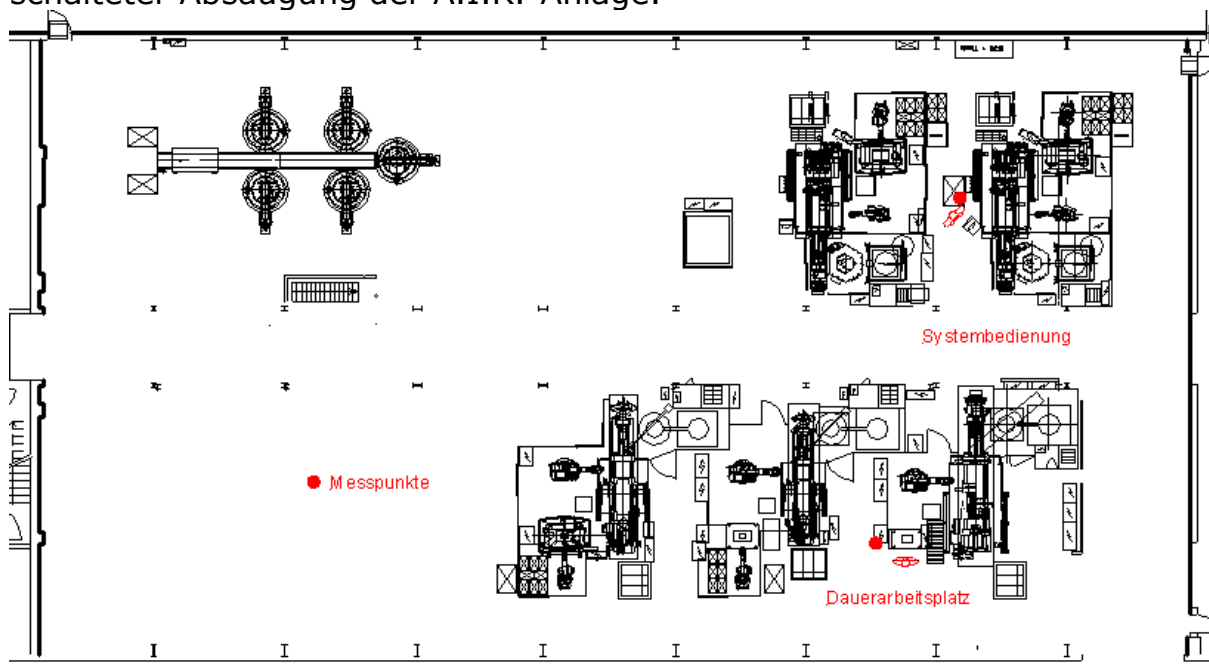


Abbildung 19 Messpunkte der Gefahrstoffmessungen am 29.08.2013

Gefahrstoffmessungen HDO Paderborn vom 29.08.2013 – Projekt CBO-01802-13			
Arbeitsbereich: DAK 350			
Stoff	Einheit	Mit Absaugung	Ohne Absaugung
E-Staub	mg/m ³	< 0,6	< 0,6
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol)	mg/m ³	0,88	9,61
Triethanolamin	mg/m ³	0,05	0,44
Kohlenwasserstoffe	mg/m ³	< 0,15	8,1
Arbeitsbereich: DAK 450			
Stoff	Einheit	Mit Absaugung	Ohne Absaugung
E-Staub	mg/m ³	< 0,6	< 0,6
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol)	mg/m ³	1,07	18,9
Triethanolamin	mg/m ³	0,24	0,62
Kohlenwasserstoffe	mg/m ³	< 0,15	61,7

Tabelle 1 Gefahrstoffmessung am 29.08.2013

Arbeitsplatzgrenzwerte

Stoff	Einheit	Grenzwert
E-Staub	mg/m ³	10 ¹
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol)	mg/m ³	10 ²
Triethanolamin	mg/m ³	5 ³
Kohlenwasserstoffe	mg/m ³	100 ⁴

Tabelle 2 Arbeitsplatzgrenzwerte für die gemessenen Stoffe

1 <http://www.dguv.de/staub-info/Rechtsgrundlagen/Grenzwerte/index.jsp>, 20.01.2014

2 Angabe Kappa Filter Systems GmbH,

3 http://www.gischem.de/e5_prod/dokart.htm?client_session_Objekt=306&client_session_DokumentArt=63&bx_ix_textblocksuche=2,

4 http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?__blob=publicationFile&v=15

Die Messergebnisse aus Tabelle 1 (ohne Absaugung) sowie die Arbeitsplatzgrenzwerte aus Tabelle 2 zeigen, dass in der Aluminiumgießerei hauptsächlich eine Belastung durch Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol) vorliegt. Die Werte für Triethanolamin sowie Kohlenwasserstoffe liegen innerhalb der erlaubten Arbeitsplatzgrenzwerte. Es liegt keine Belastung durch E-Staub vor. Mit weniger als $0,6 \text{ mg/m}^3$ lag die Konzentration in allen Messungen weit unter der zulässigen Grenze von 10 mg/m^3 .

Bei den anderen Stoffen ist ein deutlicher positiver Effekt der A.I.R.-Anlage zu erkennen:

Ohne Absaugung wird der Arbeitsplatzgrenzwert für Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosole) an dem Messpunkt an der 450kN-Druckgussmaschine fast um 100% überschritten, an der 350 kN-Maschine liegt dieser nur knapp unterhalb des erlaubten Arbeitsplatzgrenzwertes.

Mit eingeschalteter Absaugung sind die gemessenen Konzentrationen der Gefahrstoffe in der Luft erheblich verringert. Insbesondere liegen die Werte für Kühlschmierstoffe bei eingeschalteter Absaugung bei höchstens $1,07 \text{ mg/m}^3$. Das sind gerade 10% der erlaubten Konzentration. Auch die Konzentration von Triethanolamin ist an beiden Messpunkten deutlich verringert: An der 350 kN-Maschine konnte sogar nur noch eine Konzentration von $0,05 \text{ mg/m}^3$ bei erlaubten 5 mg/m^3 gemessen werden. Auch an der 450 kN-Maschine beträgt die gemessene Konzentration von $0,24 \text{ mg/m}^3$ nicht einmal 5% des erlaubten Grenzwertes. Deutlich ist der Effekt der A.I.R.-Anlage auch bezüglich der in der Luft vorhandenen Kohlenwasserstoffe. Die gemessenen Werte für Kohlenwasserstoffe liegen an beiden Messpunkten unter $0,15 \text{ mg/m}^3$. Das bedeutet eine Unterschreitung des zulässigen Grenzwertes von über 99,99%.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Belastung der Hallenluft durch die A.I.R.-Anlage signifikant verbessert wird. Die Messwerte bestätigen, dass sich die Mitarbeiter sogar an stark belasteten Arbeitsplätzen in Maschinennähe in einem „Reinluftsee“ befinden, in dem Gefahrstoffe nur in verschwindend kleiner Konzentration vorhanden sind. Dies deckt sich mit dem Empfinden der Mitarbeiter, welche die Luftbedingungen als deutlich verbessert beschreiben. Die Resonanz ist hier äußerst positiv. Auch in der Hallenperipherie (BMA-Technik, Beleuchtung usw.) ist die Wirkung der A.I.R.-Anlage spürbar – die Verschmutzung ist hier deutlich vermindert. (Abbildung 20)



Abbildung 20 Saubere Luft/ Hallenperipherie in der Aluminiumgießerei – störungsfreie Integration der A.I.R.-Anlage in die Produktionshalle

4.1.2 Konzentration in der Fortluft:

Emissionsmessungen im Roh- und Reingas der A.I.R.-Anlage wurden im April 2014 vom Messinstitut „ANECO Institut für Umweltschutz GmbH und Co.“, Wehnerstraße 1-7 in 41068 Mönchengladbach, durchgeführt. Hierbei handelt es sich um eine anerkannte Messstelle nach BImSchG, welche akkreditiert nach DIN EN ISO sowie zertifiziert nach SCC. ist. Die Messung wurde von der KfW bezuschusst.

Mit der Firma ANECO wurde die Messung in zwei aufeinanderfolgenden Schritten geplant. Am 13.03.2014 fand zunächst eine Ortsbesichtigung statt, woraufhin ein Messplan erstellt wurde. Nach Befürwortung dieses Messplans durch das Umweltbundesamt, wurde am 11.04.2014 in einem zweiten Schritt die eigentliche Messung an der A.I.R.-Anlage durchgeführt. Wie mit dem Umweltbundesamt abgestimmt, wurde insbesondere die Konzentration von gasförmigem organisch gebundenem Kohlenstoff ("Gesamt-C") gemessen. Dazu wurden sechs Netzmessungen vorgenommen, bei denen die Probeentnahme des Roh- bzw. Reingases jeweils zeitgleich an je zwei Achsen vorgenommen wurde. Dabei wurden bezüglich des Reingases an je fünf Messpunkten pro Achse und bezüglich des Rohgases an je sechs Messpunkten pro Achse Proben entnommen. Die Messdauer betrug jeweils 30 min. Die Messungen wurden während einer betriebsüblichen, repräsentativen Anlagenauslastung vorgenommen (60-80% Auslas-

tung). Die Proben wurden im Labor der Firma ANECO analysiert. (vgl. Anhang 5 Messbericht Emissionsmessungen im Roh- und Reingas

)

Rohgas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m ³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m ³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m ³]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m ³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m ³]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m ³]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

Abbildung 21 Messergebnisse der Emissionsmessungen im Roh- und Reingas

Vergleicht man die Messergebnisse (vgl. Abbildung 21) mit dem gültigen Grenzwert von 50 mg/m³¹, so kann man feststellen, dass bereits die Konzentration des Gesamtkohlenstoffes im Rohgas mit maximal gemessenen 7,1 mg/m³ erfreulich gering ist, und den Grenzwert um ein Vielfaches unterschreitet². Auch der Grenzwert für den Massenstrom (0,50 kg/h¹) wird etwa um 50% unterschritten: Der maximale gemessene Wert beträgt hier 0,251 kg/h (vgl. Anhang 5, S. 8670). Ferner zeigen die Messungen des Rohgases, dass der gasförmige Anteil des Gesamtkohlenstoffes zwischen 76,7% und 89,9% beträgt. Gemäß Angaben der Firma Kappa seien diese nur durch Auskondensation oder Nachverbrennung aus der Luft abzuscheiden bzw. umzusetzen. Beide Prinzipien seien mit hohen Investitions- und Betriebskosten verbunden. Wie aus den Messergebnissen sowohl

¹ <http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, S. 60

² Der höchste gemessene Wert (7,2 mg/m³) wurde im Reingas gemessen. Dies ist wahrscheinlich auf Messungenauigkeiten zurückzuführen. Der Grenzwert von 50 mg/m³ wird hier jedoch ebenso deutlich unterschritten.

im Roh- und Reingas als auch an den Arbeitsplätzen (vgl. 4.1.1 Konzentration in der Hallenluft: hervorgeht, wäre eine solche Investition aufgrund der hinlänglichen Unterschreitung der derzeit gültigen Grenzwerte der TA-Luft beziehungsweise der TRGS unverhältnismäßig. Konzipiert ist die A.I.R.-Anlage zur Filtration von Aerosolen. Bezüglich des aerosolförmigen Anteils von Gesamtkohlenstoff wird ein Wirkungsgrad von 29-44% erreicht.

4.2 U2 - Erhöhung der Abreinigung der Gesamtemissionen:

Im Jahr 2013 wurden bei der HDO ca. 10.560 Liter Trennmittel verbraucht (Analyse und Hochrechnung Einkaufsdaten). Bei einem Mischungsverhältnis von 1:45 entspricht dies 475.200 Liter Trennmittel-Wasser-Emulsion im Jahr. Das ergibt einen Einsatz von ca. 1,76 Liter reinem Trennmittel für die vier Druckgussanlagen (2013) pro Stunde (bei 6.000 Betriebsstunden). Bei 80% direkter Emission in die Luft werden also circa 8.448 Liter reines Trennmittel beziehungsweise 380.160 Liter Trennmittel-Wasser-Emulsion im Jahr freigesetzt. Ein Großteil dieser Emissionen wird nun durch die neue Erfassung an der Hallendecke abgeführt und gefiltert.

Feldversuche der Firma Kappa Filtersystems GmbH haben für die in Gießereien vorhandenen Emissionen ein Tropfengrößen-Spektrum von 8-10 μm ergeben.

Wie die Diagramme Abscheidegrade der ersten beiden Filterstufen (Abbildung 22 und Abbildung 23) zeigen, werden Tropfen dieser Größe bereits in den ersten beiden Filterstufen nahezu vollständig erfasst:

In beiden Filterstufen liegt der Grenztropfendurchmesser bei 10 μm , d.h. größere Tropfen gelten bereits nach der ersten Filterstufe als zu 100% abgeschieden. Tropfen der Größe 8 werden in der ersten Filterstufe noch zu über 99% abgeschieden. Von der geringen Tropfenanzahl (1%), die hier nicht abgeschieden wird, werden in der zweiten Filterstufe noch einmal ca. 99% nacherfasst. Insgesamt werden also die Tropfen des laut der Kappa vorhandenen Tropfenspektrums bereits in den ersten beiden Filterstufen zu nahezu 100% erfasst.

Sollten sich in dem Emissionsgemisch (hauptsächlich Dampf und Aerosol, vgl. Tabelle 1 und Tabelle 2) entgegen der Annahme noch kleiner Tropfen befinden, werden diese ebenfalls zu einem Großteil in den ersten beiden Filterstufen erfasst:

Für Tropfen der Größe 3 μm liegt der Fraktionsabscheidegrad beispielsweise in der ersten Filterstufe bereits bei 75%. Von den 25 in der Luft verbleibenden Prozent werden in der zweiten Filterstufe nochmals 40% erfasst. Der Abscheidegrad von Tropfen der Größe 3 μm über die ersten beiden Filterstufen hinweg beträgt also immer noch 85%.

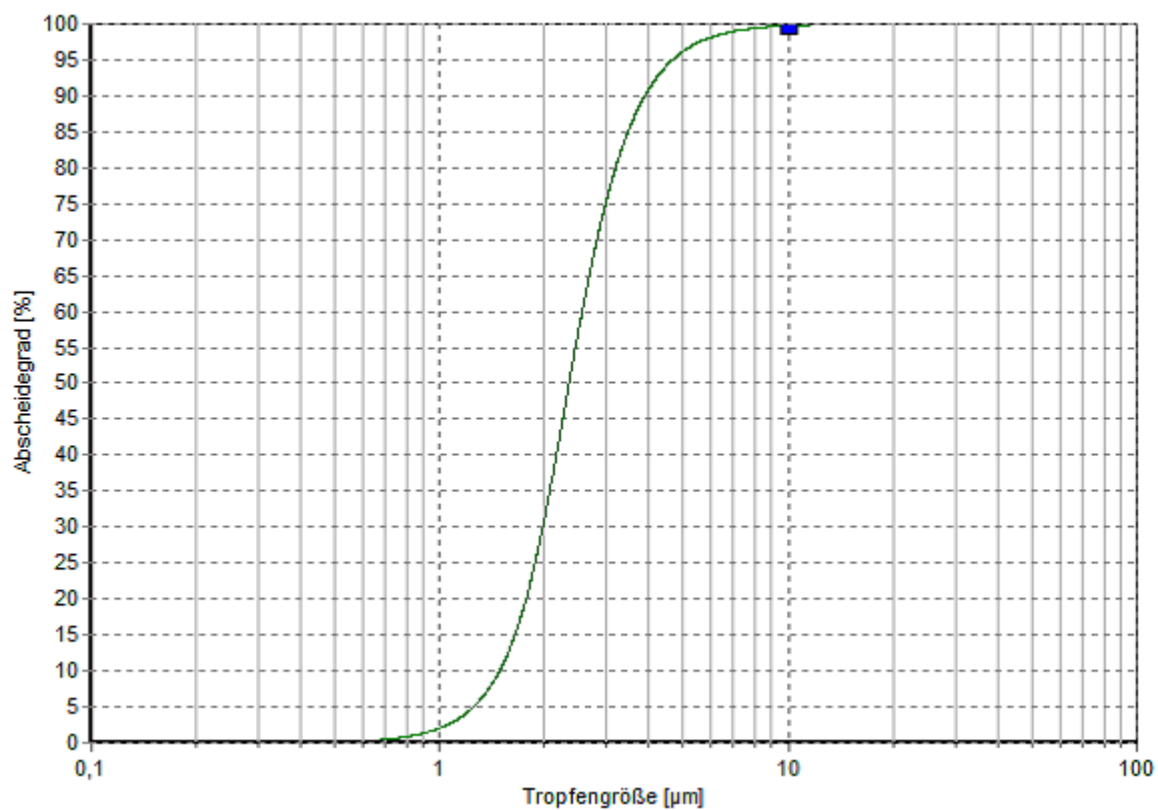


Abbildung 22 Abscheidediagramm der ersten Filterstufe³

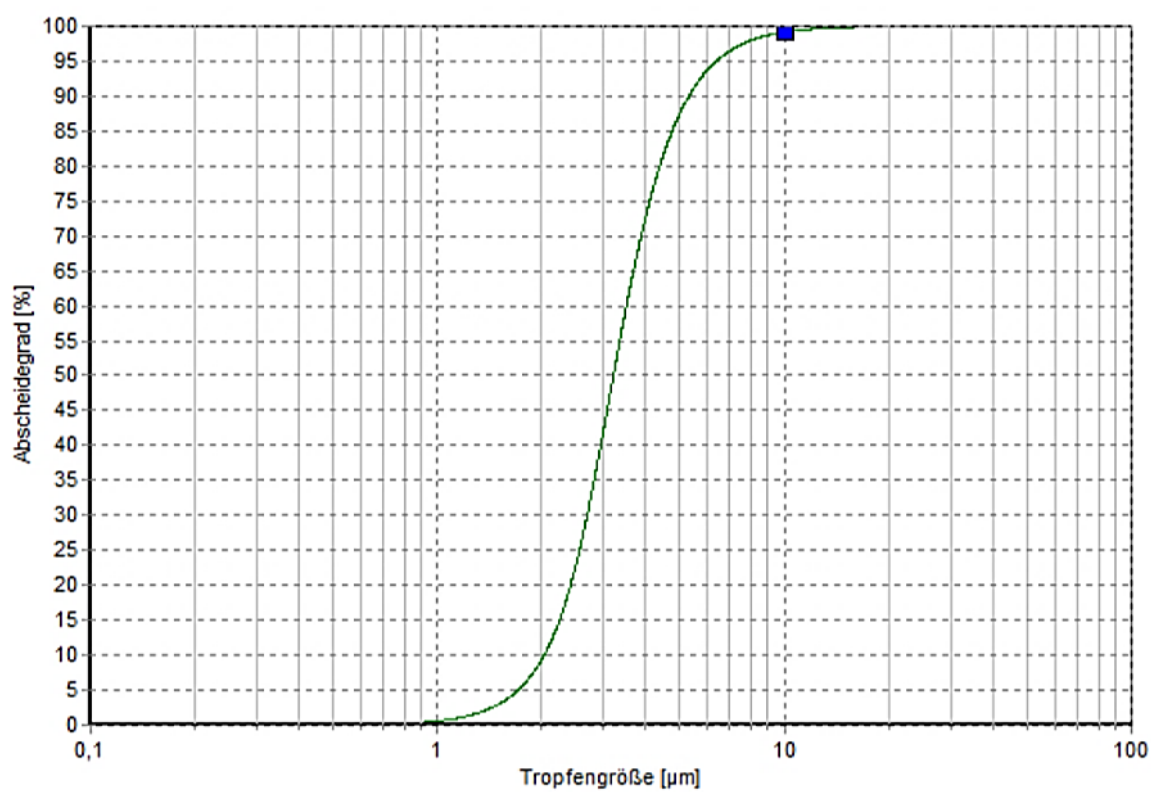


Abbildung 23 Abscheidediagramm der zweiten Filterstufe³

³ Material bereitgestellt von der Kappa Filter Systems GmbH

Wie viel Trennmittel tatsächlich von der Anlage abgeschieden werden, ist direkt über die Bestimmung der Konzentration im Abwasser nicht nachweisbar, denn ein Großteil der Emissionen wird über einen gewissen Zeitraum in den ersten beiden Filterzellen abgeschieden, bis diese schließlich gereinigt werden. Die erste Filterstufe wird derzeit zwei Mal wöchentlich über ihre Selbstreinigungsfunktion regeneriert – das hierzu benutzte Wasser verdünnt die abgeschiedenen Emulsionen auf eine nicht nachvollziehbare Art und Weise. Selbst wenn man aus der Konzentration der abgeschiedenen Emissionen im Abwasser Rückschlüsse auf die abgeschiedene Menge ziehen könnte, wäre dennoch unklar, wie viel Emissionen in den anderen beiden Filtern über denselben Zeitraum abgeschieden worden sind. Reinigung/ Ersatz sind hier nur etwa halbjährlich vorgesehen.

Ein Indikator für die Wirksamkeit des Filtersystems sind die äußerst positiven Messergebnisse der Hallenluft (vgl. Konzentration in der Hallenluft:). Auch der Wirkungsgrad von 29%-44% bezüglich der Abscheidung von Gesamtkohlenstoff (vgl. 4.1.2) zeigt die Wirksamkeit der Filter. Da in dieser Messung mit Gesamtkohlenstoff jedoch nur ein als Aerosol vorliegender Stoff des vorhandenen Luftgemischs gemessen wurde, ist laut der Firma Kappa keine Aussage über die Gesamtabseideleistung aller in der Luft befindlichen Aerosole möglich.

Von einer Wiedergewinnung des Trennmittels wurde nach sorgfältiger Prüfung abgesehen. In der Aluminiumgießerei der HDO werden Produkte mit Höchstansprüchen an die geometrische Genauigkeit gegossen. Entsprechend gefährden kleinste Änderungen in den den Prozess beeinflussenden Parametern das Gießerergebnis. Daher ist es unabdingbar alle kontrollierbaren Größen möglichst konstant zu halten. Eine dieser Größen stellt die Zusammensetzung des Trennmittels dar. Es ist derzeit mit vertretbarem wirtschaftlichen Aufwand nicht möglich, das Trennmittel so zu recyceln, dass es dieselben Eigenschaften wie das ursprüngliche Produkt.

4.3 U3 - Energieeinsparungen:

Die Energieeinsparungen resultieren primär aus der Wärmerückgewinnung der Abluft. Die belastete warme Luft ist früher zu 100 % über das Dach geführt worden und war somit verloren. Temperatur-Messungen im Bereich der Dachreiter haben ergeben, dass die entweichende Luft im Winter 2011/2012 eine Temperatur von mehr als 27°C hatte. Die Abwärme der zugeführten elektrische Energie (Druckgussmaschinen mit Schmelz- und Dosieröfen bzw. Antriebstechnik und Hydraulik, Beleuchtung, Gleitschleifanlagen etc.) reicht gemäß der folgenden Betrachtungen bis auf wenige Ausnahmen aus, um den betroffenen Hallenbereich zu temperieren:

In der Aluminiumgießerei der HDO in Paderborn wird ein Dreischichtbetrieb an sieben Tagen in der Woche gefahren. Die einzige Ausnahme bildet hier innerhalb der Heizperiode die Betriebsruhe zwischen Weihnachten und Neujahr. Im Hinblick auf die Energieersparnis kann diese vernachlässigt werden: Vor Installation der Anlage musste die Halle über die Decken- und Wandluftherhitzer auf Stütztemperatur gebracht werden, nun über das Heizregister der A.I.R.-Anlage. Die entsprechenden Beträge dafür aufzuwendender Energie sollten sich in etwa gegenseitig aufheben. Es ist sogar davon auszugehen, dass der Energieverbrauch der A.I.R.-Anlage geringer ist, da diese einem neueren Stand der Technik entspricht und somit einen höheren Wirkungsgrad hat.

Die folgenden Betrachtungen werden unter der Annahme des laufenden Betriebs ausgeführt. Bei für schwankende/ unsichere Werte wird dabei stets der nachteiligste angenommen („Worst-Case Betrachtung“), um letztendlich die Mindest-Energieeinsparmenge zu erhalten.

4.3.1 Nutzbare Leistung und Mindestaußentemperatur

Vorab seien einige für die Berechnungen erforderlichen Angaben erwähnt: Die betrachtete Produktionshalle verfügt über eine Fläche von 1.200 m² und ist in der Mitte 9m hoch. Die Außenwände haben eine Länge von insgesamt 92m. Auf einer Länge von 52m sind diese Wände auf ihrer gesamten Fläche zu nebenstehenden Gebäuden angrenzend. Bestimmungen der Firma Kappa zufolge muss ein Zuluftstrom eines Volumens von 40.000m³ auf eine Temperatur von 19°C aufgeheizt werden, um die Halle zugluftfrei zu temperieren.

Messungen am 13.01.2014 haben folgende Werte für die in der Halle vorhandene, verwendbare Leistung ergeben:

Maschinen und Öfen	681,0 kW
Lüftung AIR-Anlage	42,0 kW
Beleuchtung	17,6 kW
Summe:	740,6 kW

Von dieser Summe gehen ca. 80% in thermische Leistung über. Somit stehen 592,48 kW zur Nutzung zur Verfügung. In obiger Rechnung nicht berücksichtigt wurde die Gleitschleifanlage mit einer Nennleistung von

63,5 kW, da diese zwar häufig, jedoch nicht durchgehend in Betrieb ist. Tatsächlich steht also über große Zeiträume hinweg eine thermische Leistung von über 550 kW zur Verfügung.

Von der errechneten Summe von 592,48 kW ist der Wärmeverlust des Gebäudes zu subtrahieren:

Der Wärmeverlust $\dot{Q}$ kann gemäß der folgenden Formel berechnet werden:

$$\dot{Q} = q_T \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3$$

mit q_T : Transmissionswärmebedarf
 f_1 : Bewertung der Isolierung
 $f_2 = \frac{\Delta\vartheta}{30}$ mit $\Delta\vartheta = \vartheta_i - \vartheta_a$, wobei ϑ_i die Halleninnentemperatur und ϑ_a die Außentemperatur sei
 f_3 Faktor für das Verhältnis angrenzender Wände zur Gesamtwandfläche

(vgl. Abbildung 24)

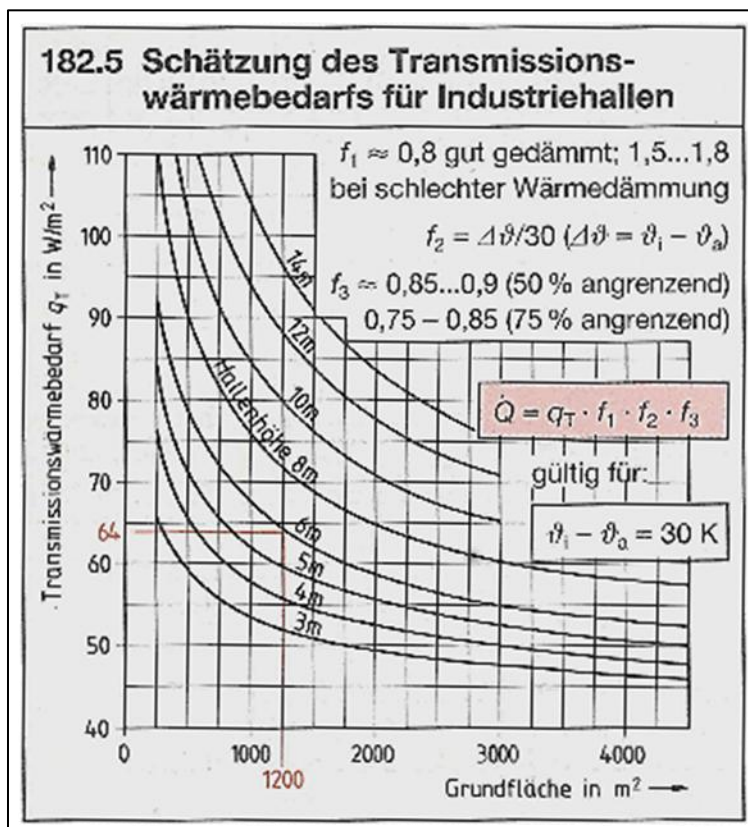


Abbildung 24 Schätzung Transmissionswärmebedarf⁴

Geht man von dem ungünstigen Fall aus, dass die Außentemperatur $\vartheta_a = -12^\circ\text{C}$ ⁵ beträgt, erhält man mit

$$q_T = 80 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \quad (\text{Schätzung gemäß Diagramm aus Abbildung 24})$$

⁴ C. Ihle, R. Bader, M. Golla: Tabellenbuch Sanitär, Heizung, Lüftung; Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover 1995, S. 182

⁵ tiefste anzunehmende Temperatur für Paderborn (Klimazone 8) gemäß DIN B 4108-6

$$f_1 = 1,8 \quad \text{für angenommene schlechte Dämmung (Abbildung 24)}$$

$$f_2 = \frac{\Delta\vartheta}{30} = 1,13 \text{ K} \quad \text{mit } \Delta\vartheta = \vartheta_i - \vartheta_a = 22^\circ\text{C} - (-12)^\circ\text{C} = 34\text{K},$$

$$f_3 = 0,9 \quad \text{(Schätzung gemäß Tabelle in Abbildung 24)}$$

einen Wärmeverlust von

$$\dot{Q} = 146,88 \text{ W/m}^2$$

bzw. für die Hallengesamtfläche von 1.260 m^2

$$\dot{Q}_{ges} = 146,88 \text{ W/m}^2 \cdot 1.260 \text{ m}^2 = 185,07 \text{ kW}.$$

Als potentiell für die Wärmerückgewinnung zur Verfügung stehende Leistung erhält man somit

$$\dot{Q}_{verf} = 592,48 \text{ kW} - 146,88 \text{ kW} = 445,6 \text{ kW}$$

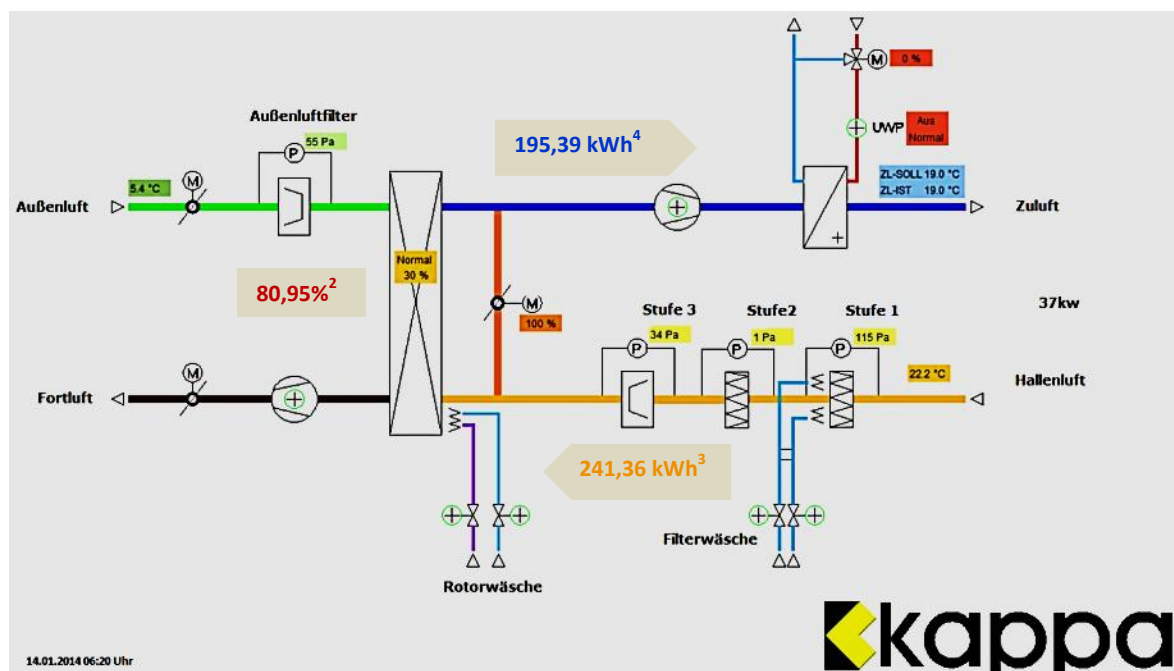


Abbildung 25 Anlagenschema, ergänzt um zu- und abgehende Energie und Rückwärmzahl (berechnet)

Der Wirkungsgrad eines Rotationswärmetauschers liegt bei 80%-90%⁶. Dass diese Angabe auch für die A.I.R-Anlage realistisch ist, zeigt eine Momentaufnahme der Anlagenkonfiguration vom 14.01.2014 (Abbildung 25).

6 <http://www.energie-lexikon.info/waermerueckgewinnung.html>

2 $= \frac{\dot{Q}_{Zuluft}^{tats.}}{\dot{Q}_{Zuluft}^{optimal}} = \frac{\rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\vartheta^{tats.}}{\rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\vartheta^{optimal}} = \frac{\Delta\vartheta^{tats.}}{\Delta\vartheta^{optimal}} = \frac{19^\circ\text{C} - 5,4^\circ\text{C}}{22,2^\circ\text{C} - 5,4^\circ\text{C}} = 80,95\%$, $\rho = 1,293 \text{ kg/m}^3$, $V = 40.000 \text{ m}^3$, $c = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ (vgl. (*), S.27)

3 $= \dot{Q}_{Zuluft}^{optimal}$

4 $= \dot{Q}_{Zuluft}^{tats.}$

Geht man von einem Wirkungsgrad von 80% aus, so ergibt sich im vorliegenden Fall eine Leistung von

$$0,8 \cdot 445,6 \text{ kW} = 356,48 \text{ kW},$$

die unter schlechten Umständen für die Wärmerückgewinnung zur Verfügung steht.

Aus der Formel für die erforderliche Energie $\dot{Q}_{\text{Zuluft}}$ zur Erwärmung der eingebrachten Außenluft,

$$\dot{Q}_{\text{Zuluft}} = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\vartheta \quad (*)$$

mit $\dot{Q}_{\text{Zuluft}} = \dot{Q}_{\text{verf}} \cdot 1 \text{ h} = 356,48 \text{ kWh}$

$$\rho = 1,293 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{Luftdichte})$$

$$V = 40.000 \text{ m}^3 \quad (\text{Volumen Zuluftstrom})$$

$$c = 1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \quad (\text{spezifische Wärmekapazität der Luft})$$

$$\vartheta_i = 19 \text{ }^\circ\text{C} \quad (\text{gewünschte Temperatur Zuluftstrom}),$$

erhält man durch Umstellen der Gleichung

$$\vartheta_a = -5,81 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Die in der Halle vorhandene Energie sollte also in jedem Fall bis zu einer Außentemperatur von -5°C ausreichen, um die Halle ohne Zuschaltung des Heizregisters zu beheizen. Die tatsächliche Untergrenze der Außentemperatur, bis zu welcher dieses möglich ist, sollte deutlich tiefer liegen, da in der obigen Berechnung stets von den schlechtesten annehmbaren Bedingungen ausgegangen wurde. Eine Temperaturgrenze von -6°C wie von der Firma Kappa (vgl. Anhang 1 Wärmeberechnung der Firma Kappa Filter Systems GmbH) beschrieben scheint daher durchaus realistisch, wenn nicht sogar noch etwas zu pessimistisch.

4.3.2 Messungen 2014

Aufgrund von Problemen mit einem fehlenden Adaptionsteil war im Winter 2012/ 2013 eine Aufschaltung auf die Anlage und somit Messungen/ Auswertungen des Verhaltens der Wärmerückgewinnung bei kalten Temperaturen leider noch nicht möglich. Die bisher milden Temperaturen im Winter 2013/14 haben bisher noch keine Messungen ermöglicht, die eine Beobachtung des Verhaltens der Anlage im Bereich der oben ermittelten Mindesttemperaturen oder noch tieferen Temperaturen zulassen. Die Messungen werden jedoch im Winter 2013/14 fortgesetzt, bis diese Aussagen zum Verhalten der Anlage bei entsprechenden Minusgraden zulassen.

Zeitpunkt		Temperaturen				Zulufttemperierung		
Datum	Uhrzeit	Aussen (ϑ_a)	Zuluft (ϑ_i)	Abluft	Raum	Auslastung Wärmerad	Auslastung Heizventil	Leistung (berechnet ⁷)
10.12.13	13:00	6,6°C	19,0°C	28,7°C	24,4°C	24%	0%	178,29 kWh
04.01.14	6:30	6,6°C	19,1°C	28,3°C	23,5°C	23%	0%	179,72 kWh
13.01.14	6:25	4,0°C	19,0°C	27,1°C	23,2°C	32%	0%	215,67 kWh
20.01.14	13:00	2,0°C	19,0°C	26,1°C	23,5°C	50%	0%	244,42 kWh
21.01.14	6:15	0,5°C	19,0°C	27,4°C	23,5°C	42%	0%	265,99 kWh

Tabelle 3 Messungen Normalbetrieb 2013/14

Die Messung vom 21.01.14 (Tabelle 3) bei der bisher kältesten erfassten Außentemperatur von 0,5°C ergab, dass das Wärmerad der Wärmerückgewinnung nicht einmal auf der Hälfte seiner Maximalumdrehungszahl lief, um die Zuluft auf 19,0°C zu erwärmen. Für die Erwärmung der Zuluft bei Temperaturen unter 0,5°C steht hier also eine erhebliche Reserve zur Verfügung. Diese Messung bestärkt damit die Erwartungshaltung, dass bei Temperaturen über -6°C keine Zuheizung notwendig ist.

4.3.3 Energieeinsparungen

Eine Abschätzung über die Energieeinsparungen wird folgend über die Berechnung des Energiebedarfs zum Temperieren des Zuluftstroms vorgenommen, welcher im oben angegebenen Volumen beim Aluminiumdruckguss als Frischluftversorgung unerlässlich ist. Dieses Vorgehen ermöglicht eine Aussage ohne den Energieverbrauch für die Luftbewegung zu berücksichtigen (siehe hierzu Kapitel 5), da dieser unabhängig von der Wahl der Anlage anfällt. Der Energieeinsatz, welcher für das Betreiben der Heizanlagen erforderlich ist, kann zudem vernachlässigt werden, denn bei 100%-iger Auslastung des Wärmerades, verbraucht dieses gerade einmal 0,17 kWh und somit deutlich weniger als Wand- und Deckenluftherhitzer verbraucht haben.

Der Jahresenergiebedarf zur Erwärmung der Zuluft ergibt sich aus dem Produkt der thermischen Energie, die zum Erwärmen des Zuluftstroms notwendig ist, und der Stundenanzahl des Heizzeitraumes

$$\dot{Q}_{Jahr} = \dot{Q}_{Zuluft} \cdot n \cdot 24/d \quad (**),$$

wobei n die Anzahl der Heiztage sei (in[d]). Mit der Formel (*) für $\dot{Q}_{Zuluft}$ kann der Jahresenergiebedarf in Abhängigkeit von der Gradtagzahl G für die Heizzeit angegeben werden:

$$\dot{Q}_{Jahr} = \rho \cdot V \cdot c \cdot 24/d \cdot G \quad (***)$$

⁷ Berechnung der Energie Q via $Q = \rho \cdot V \cdot c \cdot \Delta\vartheta$, $\rho = 1,293 \frac{kg}{m^3}$, $V = 40.000 m^3$, $c = 1 \frac{kJ}{kg \cdot K}$,
 $\Delta\vartheta = \vartheta_i - \vartheta_a$

Die Gradtagszahl G19/15 für eine Heizgrenztemperatur von 15°C und eine Innentemperatur von 19°C lag im vergangenen Winter 2012/2013 über dem langjährigen Mittel, die Anzahl der Heiztage entsprach etwa dem Mittel (Tabelle 4). Daher eignen sich diese Zahlen für die Berechnung eines Jahresenergiebedarfs, der leicht über dem Mittel liegen sollte. Mit den oben für die Aluminiumgießerei der HDO festgelegten Werte erhält man aus (***) sowie mit G19/15=3569 Kd (Tabelle 4)

$$\dot{Q}_{\text{Jahr}} = 1.231.567 \text{ kWh.}$$

An 31 Tagen der 263 Heiztage (Tabelle 4) im Jahr 2012/2013 wurde eine Tiefsttemperatur unter -5°C erreicht (Tabelle 5). Geht man davon aus, dass an diesen Tagen bei der Kappa A.I.R.-Anlage eine Zuheizung mittels des verbauten Heizregisters notwendig ist, so kann der Jahresenergiebedarf an 88,21% aller Tage allein durch Wärmerückgewinnung gedeckt werden. Geht man von einer Zuschaltung des Zuheizregisters ab einer



Klimadaten deutscher Stationen

Datenquelle: Klimadaten Deutscher Stationen, Deutscher Wetterdienst, Offenbach - www.dwd.de

Postleitzahl

Wetterstation

Jahr

Start

ausgewählte Station: Fritzlar Klimazone 8 nach DIN V 4108-6:2003

Innentemperatur

Ausgabegröße

Heizgrenztemperatur

zur Berechnung der Gradtagzahl nach VDI 3807

2012/2013				
Monat	Gradtagzahl		Außen-temperatur	Außentemp. an Heiztagen
	G19/15	Heiztage	[°C]	[°C]
Mai 2012	122	13	14,4	9,6
Juni 2012	95	15	15,0	12,7
Juli 2012	53	11	17,2	14,2
August 2012	9	2	18,3	14,4
September 2012	167	24	13,1	12,0
Oktober 2012	328	31	8,4	8,4
November 2012	414	30	5,2	5,2
Dezember 2012	443	25	1,3	1,3
Januar 2013	571	31	0,6	0,6
Februar 2013	543	28	-0,4	-0,4
März 2013	526	28	0,2	0,2
April 2013	298	25	8,5	7,1
Jahr	3569	263	8,5	5,4

langjähriges Mittel *			
Monat	Gradtagzahl		Außen-temperatur
	G19/15	Heiztage	[°C]
Mai	152	20	13,5
Juni	61	10	16,5
Juli	28	6	18,4
August	22	4	18,0
September	135	20	13,9
Oktober	292	29	9,4
November	400	30	5,7
Dezember	536	30	1,3
Januar	557	31	1,0
Februar	490	28	1,6
März	429	31	5,2
April	281	28	9,5
Jahr	3383	267	9,5

* 11 Jahre bis 2012 (evtl. mit Lücken)

Verhältnis der Gradtagzahl G19/15 2012 zu langjährigem Mittel

Verhältnis der Heiztage Ht15 2012 zu langjährigem Mittel

Klimafaktor für Energieverbrauchskennwerte nach EnEV ¹

¹ nach der "Bekanntmachung der Regeln für Energieverbrauchskennwerte im Wohngebäudebestand" vom 26. Juli 2007 des BMVBS

Achtung: Alle Werte sind gerundet angegeben!

Institut Wohnen und Umwelt, Mai 2013

Tabelle 4 Gradtagszahlen Winter 2012/13 und langjähriges Mittel¹

¹ www.iwu.de/fileadmin/user_upload/.../Gradtagszahlen_Deutschland.xls

Monat/ Jahr	Anzahl Tage mit Tiefsttemperatur		
	$\leq -6^{\circ}\text{C}$	$< -5^{\circ}\text{C}$	$< 15^{\circ}\text{C}$
Oktober 12	0	1	31
November 12	0	0	30
Dezember 12	2	3	31
Januar 13	8	12	31
Februar 13	3	6	28
März 13	6	9	31
Summe Heiztage A.I.R.-Anlage	19	31	
Summe Heiztage ohne Wärmerückgewinnung			182²

Tabelle 5 Anzahl Tage mit Tiefsttemperaturen unter -4°C bzw. -6°C in PB, Winter 2012/13 und Tage mit Temperaturen unter 15°C im selben Zeitraum

Temperatur von -6°C aus, so liegt dieser Wert sogar bei 92,78%. Diese Werte beziehen sich auf die Annahme, dass an den betrachteten Tagen komplett unter Zuschaltung der Zuheizung geheizt wird. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Temperaturen an vielen dieser Tage im Tagesverlauf über die -5°C bzw. die -6°C -Grenze kletterten und eine Zuheizung nicht über den kompletten Tag notwendig war.

Folgende Abschätzung gibt einen Eindruck der Größenordnung der eingesparten Energie:

Unter der Annahme, dass die Temperatur an den Tagen, an denen das Heizregister zugeschaltet werden muss, konstant -12°C betrage ($\Delta\vartheta = 31\text{ K}$), ergibt sich aus der Formel (**) für das Aufheizen der Zuluft ein Energiebedarf von

$$\dot{Q}_{\text{Zuluft}}^{-5} = 331.352,8 \text{ kWh}$$

für die 31 Heiztage (Tabelle 5) bzw.

$$\dot{Q}_{\text{Zuluft}}^{-6} = 203.087,2 \text{ kWh}$$

unter der Annahme, dass erst ab -6°C zugeheizt werden muss.

Durch Subtraktion dieser Werte vom Jahresenergiebedarf $\dot{Q}_{\text{Jahr}} = 1.231.567 \text{ kWh}$ erhält man eine absolute Untergrenze für die Energieersparnis, und zwar

$$\dot{Q}_{\text{Ersparnis}}^{-5} > 900.214,2 \text{ kWh}$$

(bzw. $\dot{Q}_{\text{Ersparnis}}^{-6} > 1.028.488,5 \text{ kWh}$ bei einer Zuheizung ab -6°C).

Das entspricht bei einer Ölheizung bei einem Jahreswirkungsgrad von 76% und einem Energiegehalt von 10,7 kWh pro Kilogramm Schweröl einer Schweröl-Einsparung von über 110 t,

² zusammengestellt aus Anhang 2 Temperaturen Winter 2012/ 2013

$$HFO_{\text{Ersparnis}} > 110,7 \text{ t}$$

(bzw. von über 126 t bei Zuheizung ab -6 °C).

Bei der Wärmeerzeugung mittels Schweröl werden 0,28 kg CO₂ pro kWh freigesetzt³. Umgerechnet ergibt sich also aus der Energieersparnis $\dot{Q}_{\text{Ersparnis}}^{-5}$ eine CO₂-Ersparnis von über 252 Tonnen:

$$CO_{2\text{Ersparnis}} > 252,05 \text{ t}$$

Bei den Beträgen für die Schweröl- beziehungsweise Kohlenstoffdioxid-Einsparungen handelt es sich tatsächlich um absolute Einsparungen. Das Wärmerad der A.I.R-Anlage wird mittels Strom betrieben, welcher bei der HDO seit Anfang 2013 zu 100% durch eine „Grünstromversorgung“ aus Erneuerbaren Energien wie Wind, Wasser und Biomasse abgedeckt wird (vgl. Anhang 5 Messbericht Emissionsmessungen im Roh- und Reingas

³ Schlussbericht der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages „Schutz der Erdatmosphäre“, 1994

(ANECO) - Berichtsnummer: 14 0054 E**(ANECO)**ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon (02161) 30169-0 Telefax (02161) 30169-24
Wehnerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de**Messbericht**

über

die Durchführung von

**Emissionsmessungen
im Roh- und Reingas
in der Abluft der
Druckgußanlagen**

am 11.04.2014

bei der Firma

**HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn**

Auftraggeber:	HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH Halberstädter Straße 7 - 13 33106 Paderborn
Bestellung vom:	28.02.2014 per Mail durch Herr Vinke
Bestellnummer:	-
ANECO - Auftragsnummer:	14 0054 E
Projektleiter:	Herr Weiß
Anschrift des Messinstituts:	Wehnerstraße 1 - 7 41068 Mönchengladbach
Berichtsumfang:	24 + 5 Seiten Anhang
Berichtsdatum:	04.06.2014
Befristung der Bekanntgabe nach § 26 BlmSchG:	05.08.2014

- Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Rev. 11 / 09.12.13

Seite 1 von 25

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltdiagnostik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Teldein (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

ZUSAMMENFASSUNG:

Die gemäß §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bekanntgegebene Messstelle ANECO wurde vom unter Ziffer 1.1 genannten Auftraggeber beauftragt, nach Neuerrichtung einer Filteranlage zur Reinigung der Abluft von fünf Aluminium-Druckguss-Maschinen eine messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades der Filteranlage durchzuführen.

Die Messungen wurden am 11.04.2014 vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Rohgas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (D-21 610) 3 01 69-0 Teldeke (041 61) 3 01 69-22
Wolkenstraße 17 D-41064 Mönchengladbach www.aneco.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Formulierung der Messaufgabe	4
2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe	6
3. Beschreibung der Probenahmestellen	12
4. Mess- und Analysenverfahren, Geräte	17
5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen	23
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	24
Anhang: Mess- und Rechenwerte	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)ANECO Institut für Umwelteinträge GmbH & Co.
Teldein (021 65) 3 01 69-0 Teldein (021 65) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-31068 Münden/Laßloch www.aneco.de**(ANECO)**

- Berichtsnummer: 14 0054 E

1. Formulierung der Messaufgabe**1.1 Auftraggeber:**HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn**1.2 Betreiber:**HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn

Ansprechpartner / Telefonnummer:

Herr Vinke (Fa. HDO), 05251 / 70433490
Herr Freudenberg (Fa. Kappa),
0211 / 5066978-0**1.3 Standort:**Werk: Paderborn
Gemarkung: Paderborn
Flur: 50
Flurstück: 695, 819**1.4 Anlage:**

Zuordnung zur 4. BImSchV:	entfällt
Nomenklatur nach 4. BImSchV:	entfällt
Hier:	entfällt

1.5 Datum der Messung:

Datum dieser Messung:	11.04.2014
Datum der letzten Messung:	entfällt
Datum der nächsten Messung:	entfällt

1.6 Anlass der Messung:

Messung zum Nachweis der Abscheideleistung einer neu errichteten Abgasreinigungsanlage. Emissionsverursachende Anlagen sind fünf Aluminium-Druckgussmaschinen.

1.7 Aufgabenstellung:

Die gemäß §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bekanntgegebene Messstelle ANECO wurde vom unter Ziffer 1.1 genannten Auftraggeber beauftragt, nach Neuerrichtung einer Filteranlage zur Reinigung der Abluft von fünf Aluminium-Druckguss-Maschinen eine messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades der Filteranlage durchzuführen.

Eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung liegt nicht vor.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E

ANECO Institut für Umweltanalyse GmbH & Co.
Telefon (021 61) 3 01 69-0 Telefax (021 61) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de**1.8 Messobjekte:**

<i>Komponenten</i>	<i>Anzahl der Messungen</i>
	<i>Beurteilungszeiträume</i>
➤ Emissionstechnische Daten	
Ablufttemperatur, Feuchte, dynam. Druck	1
➤ Diskontinuierlich erfasste gasförmige Komponenten	
Organische Stoffe angegeben als Gesamt-C (Silicagelverfahren)	6 à 30 Min.
➤ Diskontinuierlich erfasste aerosolförmige Komponenten	
Gesamt-C Aerosole	6 à 30 Min.

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:

➤ Ortsbesichtigung durchgeführt am 14.03.2014	
➤ Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259	
☒ nicht vorgefunden	☐ festgelegt und realisiert
	☒ nicht festgelegt und realisiert

1.10 Abstimmung der Messungen:

Die Messungen wurden mit Herrn Vinke, Firma HDO, Herrn Freudenberg (Fa. Kappa) und Herrn Dr. Jäger vom Umweltbundesamt abgestimmt.

1.11 Namensangabe aller an der Probenahme vor Ort beteiligten Personen und Anzahl der Hilfskräfte:

- Herr Weiß
- Herr Metten
- Hilfskräfte: keine

1.12 Beteiligung weiterer Institute:

Es waren keine weiteren Institute beteiligt.

1.13 Fachlich Verantwortlicher:

Herr Dipl.-Chem. M. Robert

1.13.1 Telefon-Nr. des Messinstitutes:

+49 21 61 / 301 69-0

1.13.2 E-Mail:

robert@aneco.de

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)

- Berichtsnummer: 14 0054 E

(ANECO)

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 61) 3 01 89-0 Telefax (021 61) 3 01 69 22
Wöhlerstraße 17 D-31064 Münden/Laßloch www.aneco.de

2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

2.1 Art der Anlage:

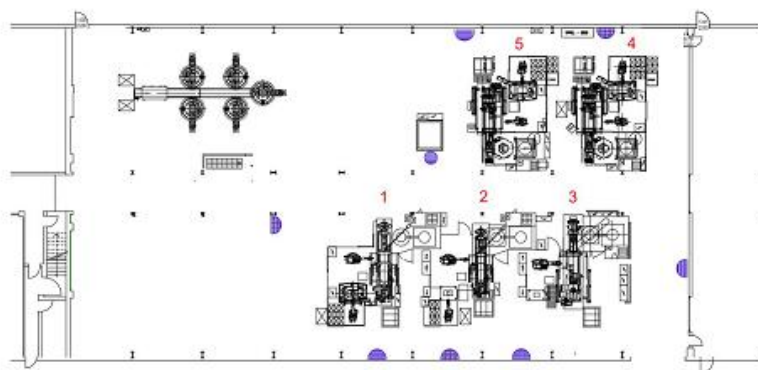
siehe Ziffer 1.4

2.2 Beschreibung der Anlage:

Die HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH betreibt am Standort Paderborn u.a. im Fertigungsgebäude 2 fünf Aluminium Druckgussmaschinen zur Fertigung von Rohteilen, die weiter veredelt werden. Die verschiedensten Teile finden Verwendung in der Automobil-Industrie sowie im Sanitär-, Hausgeräte- und Konsumgüterbereich. Beim Betrieb der Druckgußmaschinen wird ein Trennmittel verwandt, das als Emulsion aufgebracht wird.

Die Betreiberin hat zur Reinigung der beim Aluminium-Druckgussprozess entstehenden Abluft eine neue Abluftreinigungsanlage mit integrierter Wärmerückgewinnung der Fa. Kappa installiert. Hierdurch wird auch ein ausgewogenes Hallenklima erzeugt.

Der nachfolgende Maschinenaufstellungsplan zeigt die räumliche Verteilung und die Typen der fünf Druckgussmaschinen.



- 1 Italpress 260
- 2 Italpress 400
- 3 Frech DAW 450
- 4 Frech DAW 350 / 1
- 5 Frech DAW 350 / 2

Die Druckgussmaschinen sind wie folgt spezifiziert:

Maschine 1

Hersteller	Italpress
Typ	IP 400 SC
Größe	4000 kN
Anschaffung	2010
El. Anschlußleistung	265 kw
Betriebsmodus	17 – 21 Schichten pro Woche

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 61) 3 01 89-0 Telefax (021 61) 3 01 69 22
Weidenstraße 17 D-31064 Münden/Jalbach www.aneco.de

Maschine 2

Hersteller Italpress
Typ IP 206
Größe 2600 kN
Anschaffung 2009
El. Anschlußleistung 210 kw
Betriebsmodus 17 – 21 Schichten pro Woche

Maschine 3

Hersteller Frech
Typ DAW 450
Größe 4500 kN
Anschaffung 2011
El. Anschlußleistung 270 kw
Betriebsmodus 17 – 21 Schichten pro Woche

Maschine 4

Hersteller Frech
Typ DAW 350
Größe 3500 kN
Anschaffung 2012
EL. Anschlußleistung 230 kw
Betriebsmodus 21 Schichten pro Woche

Maschine 5

Hersteller Frech
Typ DAW 350
Größe 3500 kN
Anschaffung 2013
El. Anschlußleistung 230 kw
Betriebsmodus 21 Schichten pro Woche

Die elektrische Anschlußleistung bezieht sich auf die gesamte Fertigungseinheit inklusive Presse Roboter und Peripherie.

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle:

2.3.1 Standort (Ortslage):

siehe Ziffer 1.3

2.3.2 Emissionsquelle:

Höhe über Grund:	[m]	ca. 14
Austrittsfläche:	[m ²]	1,35
UTM:		32U 482134 / 5727184
Bauausführung:		Stahlblech

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Teldein (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-31068 Münden/Laßloch www.aneco.de

2.3.3 Landesspezifische Zuordnung:

Standort-Nr.:	keine Angaben
Betreiber-Nr.:	keine Angaben
Betriebsstätten-Nr.:	keine Angaben

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:

- Flüssig-Aluminium, Trennmittel

2.5 Betriebszeiten:**2.5.1 Gesamtbetriebszeit**

Die Anlage wird momentan im 21 Schichten Betrieb gefahren (Contischicht)

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben

Emissionszeit nach Betreiberangaben:	Emissionszeit $\approx$ Gesamtbetriebszeit
--------------------------------------	--

2.6 Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen:**2.6.1 Einrichtungen zur Erfassung der Emissionen:****2.6.1.1 Anlagen zur Emissionserfassung:**

Direkt unterhalb der Hallendecke wird je Hallenschiff über 2 Absaugstränge die wärme- und schadstoffbelasteten Luft erfasst und abgesaugt, indem ein Unterdruckfeld im Schadstoffanreicherungsgebiet der fünf Druckgussmaschinen erzeugt wird. Die regulierbaren Ansaugelemente des A.I.R.-Schadstoff-Erfassungssystems sind so konstruiert und strömungstechnisch ausgelegt, dass Ablagerungen größtmöglich vermieden werden und der Volumenstrom reguliert werden kann.

2.6.1.2 Erfassungselemente:

entfällt

2.6.1.3 Ventilatorckenndaten:**Abluftventilatoren (2 Stück):**

Hersteller:	Ziehl – Abegg
Baujahr:	2012
Typ:	ER71C-4DN.K7.1R
Fabrik-Nr.:	n.v.
Nennleistung:	[m³/h] 40.000
Druck:	[mmWS] 179
Betriebsdruck:	[mmWS] ca. 152
Drehzahl:	[min⁻¹] 1.470
Motorleistung:	[kW] 15

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Teldein (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

Zuluftventilatoren (2 Stück):

Hersteller:	Ziehl – Abegg
Baujahr:	2012
Typ:	R71C-4DN.I7.1R
Fabrik-Nr.:	n.v.
Nennleistung:	[m³/h] 40.000
Druck:	[mmWS] 134
Betriebsdruck:	[mmWS] 117
Drehzahl:	[min⁻¹] 1.470
Motorleistung:	[kW] 11

2.6.1.4 Ansaugfläche:

Die Ansaugflächen der Abluft direkt über dem Arbeitsbereich sind gleichmäßig über die Druckgussmaschinen in den Abluftsträngen in beiden Hallenbereichen verteilt. Die gesamte Ansaugfläche der Luftaufbereitungszentrale am Übergang der Abluftleitung beträgt ca. 2.745 * 1.800 mm.

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:

Die angesaugte emissionsbelastete Luft tritt in eine Vorkammer zur Gleichrichtung der Strömung und gleichmäßiger Verteilung der Emissionen auf die nachfolgenden Filterzellen ein. Danach trifft der Gasstrom auf die erste Filterstufe, bestehend aus Edelstahlfilterzellen, wo Tropfen und Aerosole auf Grund der kinematischen Kräfte, der Labyrinthwirkung und der Adhäsionskräfte abgeschieden werden bzw. zu größeren Tropfen koagulieren.

Die erste Edelstahlfilterstufe ist mit einer automatischen Wasch- und Bedüsungsanlage ausgerüstet. Diese Waschanlage dient zur Reinigung der Filterstufe, sofern klebrige oder anhaftende Emissionen (wie z.B. bei Trennmitteln, Härteölen, etc.) die Filterstufe verkleben. Ebenfalls können die Filterzellen bedüst werden, um einen entsprechenden Koagulierungsgrad zu erreichen. Die Waschanlage wird entweder mit einem automatischen Wochen-/Monatsprogramm betrieben oder manuell gesteuert. Die Reinigung erfolgt im Betriebsstillstand.

In der zweiten und feineren Filterstufe mit höherer Filterfläche werden Aerosole und koagulierte Tropfen endgültig aus dem Gasstrom abgeschieden. Die Edelstahlfilterzellen der zweiten Filterstufe unterscheiden sich wesentlich von denen der ersten Stufe. In der Packungsdichte, der Struktur und Materialqualität sind diese auf die abzuscheidenden Emissionen abgestimmt.

Die dritte Filterstufe besteht aus Gewebefilterzellen mit dreistufig, progressiv aufgebauten Faserschichten, zuletzt mit einer hochabscheidenden Mikrofaserschicht. Die dritte Filterstufe dient als Sicherheitsstufe der Garantie der Abscheideleistung und dem Schutz nachfolgender Baugruppen wie Ventilatoren, Wärmetauscher, etc.

Die abgeschiedenen Emissionen fließen über eine flüssigkeitsdichte Kondensatwanne und einen Kondensatrücklauf zu einem Auffangbehälter.

Im folgenden Fließbild ist der Aufbau der Filteranlage dargestellt:

Messbericht vom 04.06.2014

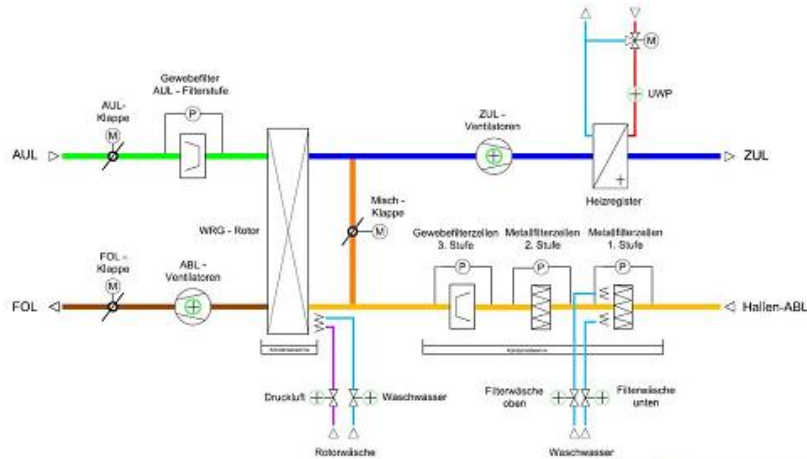
HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tiefen (B21 6D) 341 69-0 Tiefen (B21 6D) 341 69-22
Wohnstraße 17 D-31064 Moringen/Laßloch www.aneco.de

(ANECO)

- Berichtsnummer: 14 0054 E



kappa

2.6.2.1 Edelstahlfilterzellen 1:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Edelstahlfilterzelle
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Edelstahlgewebe
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Edelstahl
Filterfläche: [m ²]	202 m ²
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	3,3
Art der Abreinigung:	HD-Wasser und Druckluft
Abreinigungszyklus: [sec.]	Nach Zeitschaltuhr 2 mal in der Woche
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,6 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelteinträge GmbH & Co.
Tiefen (02161) 341 69-0 Tiefen (02161) 341 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

2.6.2.2 Edelstahlfilterzellen 2:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Edelstahlfilterzelle
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Edelstahlgewebe
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Edelstahl
Filterfläche: [m ²]	283,5 m ²
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	2,4
Art der Abreinigung:	Bei Bedarf per manuellem HD-Wasser
Abreinigungszyklus: [sec.]	Nicht automatisiert, nach Ermessen
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,3 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

2.6.2.3 Gewebefilterzellen 1:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Taschenfilter
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Glasfasergewebe, eigenstabil
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Glasfaser
Filterfläche: [m ²]	75,6
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	8,8
Art der Abreinigung:	n.v.
Abreinigungszyklus: [sec.]	n.v.
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,2 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

2.6.3 Einrichtungen zur Kühlung des Abgases:

Einrichtungen zur Kühlung des Abgases sind nicht vorhanden.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 61) 3 01 69-0 Telefax (021 61) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

3. Beschreibung der Probenahmestellen:

3.1 Lage der Messquerschnitte:

Reingas:

Höhe über Grund:	[m]	ca. 12
freie Einlauf- / Auslaufstrecke:	[m / m]	ca. 4 / ca. 2
Verlauf des Kamins:		vertikal
Lage in Bezug auf Ventilator:		hinter Ventilator

Rohgas:

Höhe über Grund:	[m]	ca. 6
freie Einlauf- / Auslaufstrecke:	[m / m]	0,25 / 0,2
Verlauf des Kamins:		vertikal
Lage in Bezug auf Ventilator:		vor Ventilator

3.1.1 Übereinstimmung der Probenahmestellen mit dem technischen Regelwerk:

Die Beurteilung der Messquerschnitte erfolgt gemäß den Vorgaben der DIN EN 15259, deren wesentliche Mindestanforderungen wie folgt zusammengefasst werden können:

- a) Lage des Messquerschnittes: $> 5 D_h$ Ein- und $> 2 D_h$ Auslauf;
- b) Lage des Messquerschnittes: $> 5 D_h$ Abstand bis zur Mündung
- c) lokale negative Strömungen: nicht feststellbar
- d) Geschwindigkeitsprofil: Verhältnis höchste/niedrigste lokale Geschwindigkeit $< 3 : 1$
- e) Strömungsrichtung: Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgaskanal $< 15^\circ$ (messtechnische Überprüfung gemäß DIN EN 13284-1 Anhang B).
- f) Mindestgeschwindigkeit: in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren zur Bestimmung des Volumenstroms muss eine Mindestgeschwindigkeit vorhanden sein (für Staudrucksonden ein Differenzdruck $> 5 \text{ Pa}$).

Anforderung		Emissionsquelle
		Reingas
freie Einlaufstrecke	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
freie Auslaufstrecke	$\geq 2 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
Abstand zur Mündung	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
lokale negative Strömungen		nicht vorhanden
Geschwindigkeitsprofil		$< 3 : 1$
Strömungsrichtung		$< 15^\circ$
Mindestgeschwindigkeit		$\Delta p > 5 \text{ Pa}$

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Teldein (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

Anforderung		Emissionsquelle
		Rohgas
freie Einlaufstrecke	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
freie Auslaufstrecke	$\geq 2 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
Abstand zur Mündung	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
lokale negative Strömungen		nicht vorhanden
Geschwindigkeitsprofil		$< 3 : 1$
Strömungsrichtung		$< 15^\circ$
Mindestgeschwindigkeit		$\Delta p > 5 \text{ Pa}$

3.2 Abmessungen der Messquerschnitte:

Reingas:

Abgasrohrgeometrie (B * T):	[m / m]	0,75 / 1,80
Hydraulischer Durchmesser:	[m]	1,06
Querschnitt der Messebene:	[m ²]	1,35

Rohgas:

Abgasrohrgeometrie (B * T):	[m / m]	0,80 / 1,0
Hydraulischer Durchmesser:	[m]	0,89
Querschnitt der Messebene:	[m ²]	0,80

3.3 Anzahl der Messachsen & Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:

3.3.1 Erläuterungen zur Probenahmestrategie:

3.3.1.1 Probenahme partikelförmiger Komponenten:

Bei der Probenahme partikelförmiger Komponenten ist die Durchführung von Netzmessungen erforderlich, sobald der Messquerschnitt die Fläche von 0,1 m² übersteigt. Gemäß DIN EN 15259, Ziffer 8.2, findet dabei - je nach vorgefundener Geometrie des Abgaskanals - folgende Probenahmestrategie Anwendung:

Rechteckige Abgaskanäle:

Fläche Messquerschnitt [m ²]	Mindestanzahl von	
	Seitenunterteilungen ^{a)}	Messpunkten je Ebene
< 0,1	--	1 ^{b)}
0,1 bis 1,0	2	4
1,1 bis 2,0	3	9
> 2,0	≥ 3	mind. 12 und 4 je m ² ^{c)}

^{a)} Andere Seiteneinteilungen können nötig sein, wenn beispielsweise die längste Seite mehr als doppelt so lang ist wie die kürzeste (siehe C.3 der DIN EN 15259).

^{b)} Bei nur einem Messpunkt sind Fehler möglich, die größer sind, als die in der DIN EN 15259 angegebenen Fehler.

^{c)} Bei großen Abgaskanälen sind in der Regel 20 Messpunkte ausreichend.

Seite 13 von 25

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

Am vorgefundenen Messquerschnitt erfolgte die Probenahme partikelförmiger Messkomponenten (aerosolförmiger gesamt Kohlenstoff Anteil) in Übereinstimmung mit den Anforderungen gemäß DIN EN 15259, Ziffer 8.2 als Netzmessung an den nachfolgend beschriebenen Messpunkten und -Achsen:

Reingas:

Anzahl Messachsen / Anzahl Messpunkte pro Achse:	
Art der Netzmessung:	2 Achsen / 5 Punkte pro Achse
Lage d. Messpunkte / Achse:	0,08 / 0,23 / 0,38 / 0,53 / 0,68 m

Rohgas:

Anzahl Messachsen / Anzahl Messpunkte pro Achse:	
Art der Netzmessung:	2 Achsen / 6 Punkte pro Achse
Lage d. Messpunkte / Achse:	0,07 / 0,20 / 0,33 / 0,47 / 0,60 / 0,73 m

3.3.1.2 Probenahme gasförmiger Komponenten

Bei der Probenahme gasförmiger Komponenten ist für die Probenahmestrategie zunächst die genaue Beurteilung der Homogenität der Messgröße im Messquerschnitt zu berücksichtigen:

- Bei **homogener** Verteilung der Messgröße im Messquerschnitt kann die Probenahme **punktförmig** an einem **beliebigen** Messpunkt erfolgen
- Bei **inhomogener** Verteilung der Messgröße im Messquerschnitt kann die Probenahme **punktförmig** an einem **repräsentativen** Messpunkt erfolgen, sofern bei der Berechnung der erweiterten Unsicherheit Upos nach 8.3. der DIN EN 15259 der räumliche Beitrag zur Unsicherheit die Unsicherheitsanforderung $U_{pos} \leq U_{perm}$ erfüllt.
- Übersteigt der räumliche Beitrag zur Unsicherheit diese Unsicherheitsanforderung, so ist auch die Erfassung gasförmiger Messkomponenten als **Netzmessung** durchzuführen.

Bei Messquerschnitten mit einer Fläche von kleiner als $0,1 \text{ m}^2$ (bei runden Abgaskanälen entsprechend eines Kanaldurchmessers von $\leq 0,35 \text{ m}$) kann in Übereinstimmung mit den Vorgaben der DIN EN 15259 auf die Durchführung einer Homogenitätsprüfung verzichtet werden (**punktförmige** Messung an einem **beliebigen** Messpunkt).

Gültige Homogenitätsprüfung:	☒ liegt nicht vor
------------------------------	---

Alle Messungen sind als Netzmessung durchgeführt worden.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)

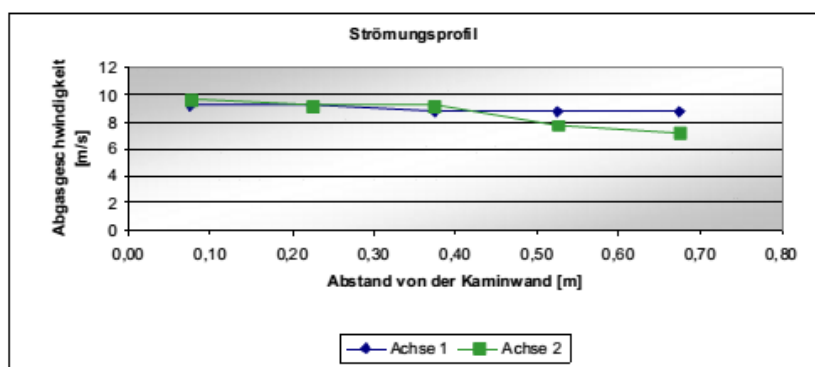
- Berichtsnummer: 14 0054 E

(ANECO)

ANECO Institut für Umweltechnik GmbH & Co.
Teldeke (D-21 60) 3 01 69-0 Teldeke (041 60) 3 01 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

Profil: Abgasgeschwindigkeit

Reingas:



Strömungsprofil			
Messpunkt	Abstand von der Kaminwand	Abgasgeschwindigkeit	
		Achse 1	Achse 2
	[m]	[m/s]	
1	0,08	9,3	9,7
2	0,23	9,3	9,3
3	0,38	8,8	9,3
4	0,53	8,8	7,8
5	0,68	8,8	7,2
Mittelwert		8,8m/s	
Standardabweichung +/-		0,7 m/s	
rel. Standardabweichung +/-		8,37%	
größte Abgasgeschw. [m/s]		9,7	
kleinste Abgasgeschw. [m/s]		7,2	
Abgasgeschwindigkeit Max/Min		1.35 / 1	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

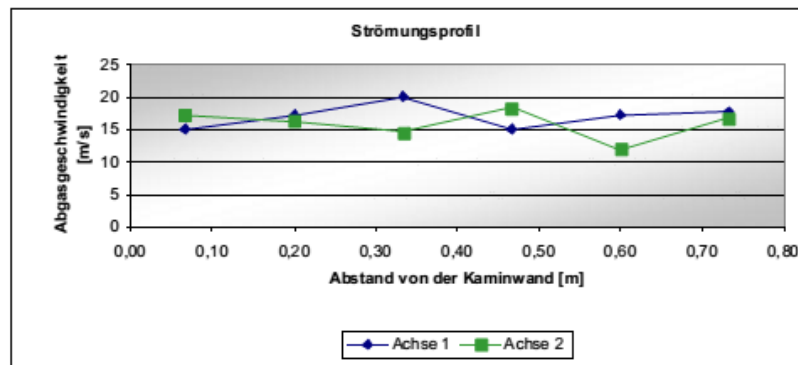
(ANECO)

- Berichtsnummer: 14 0054 E

(ANECO)

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

Rohgas:



Strömungsprofil			
Messpunkt	Abstand von der Kaminwand	Abgasgeschwindigkeit	
		Achse 1	Achse 2
	[m]	[m/s]	
1	0,07	15,1	17,3
2	0,20	17,3	16,2
3	0,33	20,1	14,5
4	0,47	15,1	18,2
5	0,60	17,3	11,8
6	0,73	17,8	16,7
Mittelwert		16,4m/s	
Standardabweichung +/-		2,0 m/s	
rel. Standardabweichung +/-		12,28%	
größte Abgasgeschw. [m/s]		20,1	
kleinste Abgasgeschw. [m/s]		11,8	
Abgasgeschwindigkeit Max/Min		1,70 / 1	

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):

Emissionsquelle	Anzahl	Größe	Anordnung
Reingas	2	3"	nebeneinander
Rohgas	2	3"	um 90° gegeneinander versetzt

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (B21 65) 341 69-0 Teldeke (041 61) 341 69-22
Waldenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4. Mess- und Analysenverfahren, Geräte**4.1 Ermittlung der Abgasrandbedingungen:****4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit:**

Diskontinuierliche Einzelmessung:

Prandtl-Staurohr mit elektronischem Mikromanometer

Hersteller:	Halstrup - Walcher GmbH, Kirchzarten
Typ:	EMA 200
Messbereiche:	Dynamischer & statischer Druck: 0 - 2.000 Pa
Bestimmungsgrenze:	1 Pa
Kalibrierung mittels:	Druckkalibrator der Fa. Airflow; Typ Kal 84 pressure calibrator
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin:

Siehe Ziffer 4.1.1 unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse.

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:

Dosenbarometer

Hersteller:	Greisinger Electronic, Regenstau
Typ:	GPB
Messbereich:	900 - 1.300 mbar
Bestimmungsgrenze:	900 mbar
Kalibrierung mittels:	Präzisionsbarometer, Firma Ströhlein
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.4 Abgastemperatur:

Diskontinuierliche Einzelmessung:

NiCr/Ni - Thermoelement mit elektronischer Nullpunktkompensation

Hersteller:	Testo GmbH, Lenzkirch
Typ:	Testo 922 / TC 305 P
Messbereich:	0 - 1.100 °C
Abmessungen Thermoelement:	Ø 1 mm x 500 mm
Ablesegenauigkeit:	0 - 200 °C: 0,1 °C > 200 °C: 1 °C
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):

Psychrometrische Bestimmung nach dem 2-Thermometer-Verfahren mittels NiCr/Ni -
Thermoelement (Bestimmungsgrenze 4 g/m³).

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tefelen (D-21 610) 3 01 69-0 Tefelen (D-21 610) 3 01 69-22
Wolfsenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

4.1.6 **Abgasdichte:**

Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasparameter:

- Luftsauerstoffgehalt (O₂)
- Kohlendioxid (CO₂)
- Luftstickstoff berechnet als Restgas (mit 0,933 % Ar)
- Abgasfeuchte
- Abgastemperatur
- Luftdruck und statischer Druck im Abgaskamin

4.2 **Kontinuierliche Messverfahren:**

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltanalyse GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Teldein (021 60) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren:

Vorbemerkungen zu den nachfolgenden Beschreibungen der Mess- und Analysenverfahren

Zu den verwendeten Teilstromentnahmesystemen:

Bei der Probenahme von diskontinuierlich erfassten Messkomponenten werden von ANECO - je nach zu erzielendem Teilgasvolumen – standardmäßig zwei unterschiedliche, modular aufgebaute Teilstromentnahmesysteme eingesetzt:

a) Teilstromentnahmesystem / Typ G 1.6:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Trockenturm mit Trockenperlen zur Restfeuchteabscheidung, Rotameter (0 - 500 l/h), Pumpe (Fa. Neuberger, Typ N86KNE), Thermoelement (0 - 60 °C) zur Bestimmung der Teilgastemperatur und Gasuhr (Fa. Schlumberger, Typ G 1,6); Ablesegenauigkeit 0,2 l).

b) Teilstromentnahmesystem / Typ G 2.5:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Kondensatabscheider aus Edelstahl, Trockenturm mit Silicageltrockenperlen, Rotameter (0-4 m³/h), Pumpe (Fa. Rietschle, Typ VTE 6), Thermoelement (0 - 60 °C) zur Bestimmung der Teilgastemperatur und Gasuhr (Fa. Pipersberg, Typ BK 6, Ablesegenauigkeit 0,2 l).

In den Beschreibungen der Messverfahren werden zur Vereinfachung der Verfahrensbeschreibungen nur noch die Typen - Kurzbezeichnung verwendet.

Zu den Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Beim Einsatz der o.g. Teilstromentnahmesysteme kommen standardmäßig Maßnahmen zur Qualitätssicherung zum Tragen, die hier - zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der nachfolgenden Beschreibungen der Messverfahren im Hinblick auf die Aspekte der Dichtigkeitsprüfung und der Überprüfung der Gasmengenzähler zusammenfassend dargestellt werden. Darüber hinausgehende Maßnahmen sind den jeweiligen Beschreibungen der Messverfahren in den Ziffern 4.2. bzw. 4.3. zu entnehmen.

a) Dichtigkeitsprüfung / Typ G 1.6:

Die Dichtigkeit des Messplatzaufbaus wird jeweils vor und nach der Probenahme durch Verschließen der Apparatur an der Sondenspitze bei normalem Durchfluss überprüft. Die Volumenflussrate darf dabei 0,002 m³/h nicht überschreiten.

b) Dichtigkeitsprüfung / Typ G 2.5:

Die Dichtigkeit des Messplatzaufbaus wird jeweils vor und nach der Probenahme durch Verschließen der Apparatur an der Sondenspitze bei normalem Durchfluss (berechnetes Absaugvolumen) überprüft. Die Volumenflussrate darf dabei 0,05 m³/h nicht überschreiten.

c) Gasmengenzähler / Typ G 1.6:

Regelmäßige Überprüfung der Gasuhren mittels rückgeführtem Balgengaszähler BK 2,5 (zulässige Abweichung: < 3%).

d) Gasmengenzähler / Typ G 2.5:

Regelmäßige Überprüfung der Gasuhren mittels rückgeführtem Balgengaszähler BK 2,5 (zulässige Abweichung: < 2%).

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltanalyse GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen: Gesamtkohlenstoff, differenziert nach Aerosol- und gasförmigem Anteil

4.3.1.1 Aerosol Anteil

4.3.1.1.1 Messverfahren / Normen:

Anreichernde isokinetische Probenahme gemäß VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1 mit Abscheidung der Aerosolanteile auf einem Planfilter.

4.3.1.1.2 Probenahmegeräte:

Düsen, Krümmer:	
Hersteller / Material:	Ströhlein / Titan
Filterkopf (innenliegend)	
Hersteller / Typ / Material:	Sonmet / Titan
Abscheidemedium:	
Hersteller / Ausführung / Typ:	Quarzplanfilter, Munktell, MK 360
Entnahmesonde:	
Ausführung / Länge:	½ " Edelstahlrohr / ca. 1,5 m

Teilstromentnahmesystem:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Kondensatabscheider aus Edelstahl, Trockenturm mit Silicageltrockenperlen, Rotameter (0-4 m³/h), Pumpe (Fa. Rietschle, Typ VTE 6) und Gasuhr (Fa. Pipersberg, Typ BK 6, Ablesegenauigkeit 0,2 l). Die Berechnung der Absaugraten für die einzelnen Entnahmepunkte im Messquerschnitt erfolgt mittels ANECO Programm „Volumenstrom.xls“

4.3.1.1.3 Analyse:

Die auf dem Quarz-Planfilter abgeschiedenen Aerosole werden im Coulomaten verbrannt. Das entstehende Kohlendioxid wird unter Ausbildung von schwerlöslichem Bariumcarbonat und Perchlorsäure in Bariumperchlorat-Lösung absorbiert. Hierdurch wird im Kathodenraum des Analysators eine pH-Wert-Verschiebung hervorgerufen. Bei angelegter Spannung zwischen Kathode und Anode (getrennt durch ein Diaphragma) werden die Protonen der freiwerdenden Perchlorsäure zu Wasserstoff reduziert und die Perchloratanionen migrieren in den Anodenraum. Hier erfolgt die Oxidation des Wassers unter Freisetzung von Sauerstoff und Protonen, die dabei gebildete Perchlorsäure reagiert mit überschüssigem Bariumcarbonat unter Freisetzung von Kohlendioxid zu Bariumperchlorat. Messgröße ist der zur Elektrolyse aufgewandte Strom.

Coulomat:	Fa. Ströhlein
Typ:	702
Verbrennungstemperatur:	950 °C
Temperaturprogramm:	2 min 250 °C, 4 min 950 °C
Verbrennungsdauer:	6 min

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltanalyse GmbH & Co.
Teldeke (B21 65) 341 69-0 Teldeke (041 61) 341 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen:

Querempfindlichkeiten:	Überbefunde werden bei nennenswerten Abgasfeuchten und hohem Kohlendioxidgehalt im Abgas erhalten. Dies ist bei der hier untersuchten Abluftmatrix nicht der Fall.
Bestimmungsgrenze:	0,05 mg/Probe = 0,05 mg/m ³ bei einem Teilgasvolumen von 1 m ³
Messunsicherheit / Fehlerbetrachtung:	Wird im Messbericht ergänzt

4.3.1.2 Messobjekt: Gesamtkohlenstoff, gasförmiger Anteil**4.3.1.2.1 Messverfahren / Normen:**

Silicagelverfahren; anreichernde Probenahme durch Adsorption an Silicagel sowie coulometrischer Bestimmung gemäß VDI-Richtlinie 3481, Blatt 2 im Bypass der Apparatur zur Bestimmung des Aerosolanteils.

4.3.1.2.2 Geräte für die Probenahme:

Entnahmesonde:	Entfällt, Entnahme über einen Bypass
Partikelfilter	entfällt
Absorptionseinrichtung / Teilstromentnahmesystem:	2 Silicagelröhrchen, vertikal in Reihe angeordnet / Typ G 1.6
Sorptionsmittel:	Silicagel
Sorptionsmittelmenge:	15 g / Rohr
Länge Sonde + Filter:	entfällt
Ablesegenauigkeit Volumenmessgerät:	2 x 10 ⁻⁴ m ³
Probentransfer:	Transport der mit Stickstoff gespülten Röhrchen in gepolsterten Transportkoffern.
Zeitraum zw. Probenahme & Analyse:	max. 2 d
Fremdlabor:	nein

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltanalyse GmbH & Co.
Teldein (021 61) 3 01 69-0 Teldein (021 61) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4.3.1.2.3 Analytische Bestimmung:

Die am Silicagel adsorbierten gasförmigen Kohlenstoffverbindungen werden im Sauerstoffstrom thermisch desorbiert und an einem Pt-Kontakt bei 800 °C katalytisch verbrannt. Das entstehende Kohlendioxid wird unter Ausbildung von schwerlöslichem Bariumcarbonat und Perchlorsäure in Bariumperchlorat-Lösung absorbiert. Hierdurch wird im Kathodenraum des Analysators eine pH-Wert-Verschiebung hervorgerufen. Bei angelegter Spannung zwischen Kathode und Anode (getrennt durch ein Diaphragma) werden die Protonen der freiwerdenden Perchlorsäure zu Wasserstoff reduziert und die Perchloratanionen migrieren in den Anodenraum. Hier erfolgt die Oxidation des Wassers unter Freisetzung von Sauerstoff und Protonen, die dabei gebildete Perchlorsäure reagiert mit überschüssigem Bariumcarbonat unter Freisetzung von Kohlendioxid zu Bariumperchlorat. Messgröße ist der zur Elektrolyse aufgewandte Strom.

Coulomat:	Fa. Ströhlein
Typ:	702
Verbrennungstemperatur:	950 °C
Temperaturprogramm:	2 min 250 °C, 4 min 950 °C
Verbrennungsdauer:	6 min
Verteilung der Beladung:	1/2; 90/10 (ungünstigster Fall)

4.3.1.2.4 Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung:

Querempfindlichkeiten:	Überbefunde werden bei nennenswerten Abgasfeuchten und hohem Kohlendioxidgehalt im Abgas erhalten. Dies ist bei der hier untersuchten Abluftmatrix nicht der Fall.
Bestimmungsgrenze:	0,05mg/Probe = 1,25 mg/m ³ bei einem Teilgasvolumen von 0,04 m ³
Messunsicherheit / Fehlerbetrachtung:	wird im Messbericht ergänzt

4.3.1.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:**Dichtigkeitsprüfung / Gasmengenzähler: siehe Vorbemerkung unter Ziffer 4.3**Analytischer Teilschritt

Regelmäßige Überprüfung des Analyseverfahrens mittels Kontrollkarten.

4.3.2 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe:

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

4.3.3 Geruchsemissionen:

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage:

Betriebsweise:	kontinuierlicher Normalbetrieb
Durchsatz / Leistung:	Aluminiummenge: Maschine 1: 60 kg/h Maschine 2: 270 kg/h Maschine 3: 70 kg/h Maschine 4: 90 kg/h Maschine 5: Wartung
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	flüssiges Aluminium
Produkte:	Maschine 1: Reflektoren Maschine 2: Kühlkörper Maschine 3: Kühlkörper Maschine 4: Halter Maschine 5: Wartung
charakteristische Betriebsgrößen:	keine Angaben
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	keine
besondere Vorkommnisse:	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen:

- Betriebsdaten: keine Angaben
- Betriebstemperaturen: ca. 30°C Abgastemperatur
- emissionsbeeinflussende Parameter: Auslastungsgrad der Anlage
- Besonderheiten der Abgasreinigung: Energierückgewinnung
- Abweichung von bestimmungsgemäßen Betrieb: keine

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

(ANECO)

- Berichtsnummer: 14 0054 E

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion**6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen:**

Die Konstellation der messtechnisch begleiteten Betriebsvorgänge stellte nach Aussagen des Betreibers eine betriebsübliche, repräsentative Anlagenauslastung dar.

Während der Messungen 1 – 4 liefen 4 Maschinen → 80 % Auslastung

Während der Messung 5 liefen 3 Maschinen → 60 % Auslastung

Während der Messung 6 liefen 4 Maschinen → 80 % Auslastung

6.2 Messergebnisse:

Bei den nachfolgend dargestellten Werten sind die

- Mittelwerte als Mittelwerte über die gesamte Messdauer der jeweiligen Messreihe und die
- Maximalwerte als höchste erfasste Mittelwerte über die jeweilige Probenahmezeit

zu verstehen.

Die Einzelergebnisse (Halbstundenmittelwerte) sind im Anhang aufgeführt.

Rohgas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:

Massenkonzentrationen:

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Teldeke (B21 65) 341 69-0 Teldeke (B21 65) 341 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

6.3 Messunsicherheiten:

Die in der Tabelle aufgeführte Messunsicherheit wurde nach VDI Richtlinie 4219 ermittelt.

Die angegebenen Unsicherheiten sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer statistischen Sicherheit von 95 %.

Rohgas:

erweiterte Messunsicherheit gem. VDI 4219 (statistische Sicherheit $p=0,95$)

Komponente	relative Messunsicherheit	Ermittlungsart	höchster Einzelmesswert Y_{max}	Messunsicherheit U_p	höchster Einzelmesswert a $Y_{max} \pm U_p$		Emissionsbegrenzung	
Summe Gesamtkohlenstoff	7 %	A	7,1	0,5	7,6	6,6	-	[mg/m ³] ^b

^abezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Bei Werten < Bestimmungsgrenze wurde mit diesen Werten gerechnet

^aErmittlung gem. VDI 4219 (indirekter Ansatz)

^bErmittlung gem. VDI 4219 (direkter Ansatz)

Reingas:

erweiterte Messunsicherheit gem. VDI 4219 (statistische Sicherheit $p=0,95$)

Komponente	relative Messunsicherheit	Ermittlungsart	höchster Einzelmesswert Y_{max}	Messunsicherheit U_p	höchster Einzelmesswert a $Y_{max} \pm U_p$		Emissionsbegrenzung	
Summe Gesamtkohlenstoff	7 %	A	7,2	0,5	7,7	6,7	-	[mg/m ³] ^b

^abezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Bei Werten < Bestimmungsgrenze wurde mit diesen Werten gerechnet

^aErmittlung gem. VDI 4219 (indirekter Ansatz)

^bErmittlung gem. VDI 4219 (direkter Ansatz)

6.4 Plausibilitätsprüfung:

Die vorgefundenen Betriebszustände (Anlagenleistung, -fahrweise und die Betriebsweise der Abgasreinigungsanlage) korrelieren mit den jeweiligen Messergebnissen und bestätigen in Ihrer Größenordnung die erhaltenen Ergebnisse.

ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.

Mönchengladbach, den 04.06.2014

We/AW

Der fachlich Verantwortliche:

Dipl.-Chem. Michael Robert

Der Sachbearbeiter:

Dipl. Ing. Guido Leßmann

Seite 25 von 25

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelteinträge GmbH & Co.
Teldeke (D-21 61) 3 01 69-0; Teldeke (01 61) 3 01 69-22
Wülkenstraße 17 D-41064 Mönchengladbach www.aneco.de

ANHANG

MESS- UND RECHENWERTE

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tiefdruck (021 60) 3 91 69-0 Tiefdruck (021 60) 3 91 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

Reingas:**Emissionstechnische Daten**

Firma	HDO
Anlage	Druckgußmaschinen
Emissionsquelle	Reingas
Auftragsnummer	14 0054 E

Querschnitt d. Messebene	1.350 m²					
Messung Nr.:	1	2	3	4	5	6
Datum der Messung	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Luftdruck	998	998	998	998	998	998
Abgastemperatur						
trockenes Thermometer	299	299	299	299	299	299
feuchtes Thermometer	290	290	290	290	290	290
Abgaszusammensetzung						
Sauerstoff	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Kohlendioxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Kohlenmonoxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Restgase	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0
Abgasfeuchte bezogen auf Normkubikmeter, trocken	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
Dichte im Normzustand	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293
Dichte im Betriebszustand	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162
mittlerer Wurzelwert des dynamischen Druckes	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Statischer Druck	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Abgasgeschwindigkeit	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Abgasvolumen						
im Betriebszustand	42900	42900	42900	42900	42900	42900
im Normzustand, feucht	38700	38700	38700	38700	38700	38700
im Normzustand, trocken	38200	38200	38200	38200	38200	38200

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen	Reingas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)				
Messung Nr.		1	2	3	4	5
Datum		11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start		11:15	11:48	12:21	12:54	13:27
Ende		11:45	12:18	12:51	13:24	13:57
Luftdruck [hPa]		998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]		1.350	1.350	1.350	1.350	1.350
Temperatur trockenes Therm. [K]		299	299	299	299	299
Temperatur feuchtes Therm. [K]		290	290	290	290	290
Sauerstoffgehalt [Vol. %]		21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im						
- Betriebszustand [m³/h]		42900	42900	42900	42900	42900
- Norm (feucht) [m³/h]		38700	38700	38700	38700	38700
- Normzustand (trocken) [m³/h]		38200	38200	38200	38200	38200
Abgaskomponente		Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)				
Teilgasvolumen [m³/Probe]		0,812	0,824	0,808	0,824	0,840
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]		27	29	30	31	32
Analysen						
- Bestimmungsgrenze [mg/Probe]		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis [mg/Probe]		0,48	0,41	0,46	0,47	0,42
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*		0,7	0,6	0,6	0,6	0,7
Massenstrom [kg/h]		0,025	0,021	0,025	0,025	0,022
Massenkonzentration [mg/m³]*		Mittelwert	Max.-Wert			
		0,6	0,7			
Massenstrom [kg/h]		0,024	0,025			

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Anhang Seite 2 von 5

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 61) 3 01 69-0 Telefax (021 61) 3 01 69-22
Wolkenstraße 12 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de**(ANECO)**

- Berichtsnummer: 14 0054 E

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen		Reingas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)					
Messung Nr.		1	2	3	4	5	6
Datum		11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit							
Start		11:15	11:48	12:21	12:54	13:27	14:00
Ende		11:45	12:18	12:51	13:24	13:57	14:30
Luftdruck [hPa]		998	998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]		1,350	1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
Temperatur trockenes Therm.	[K]	299	299	299	299	299	299
Temperatur feuchtes Therm.	[K]	290	290	290	290	290	290
Sauerstoffgehalt [Vol. %]		21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im							
- Betriebszustand	[m³/h]	42900	42900	42900	42900	42900	42900
- Norm (feucht)	[m³/h]	38700	38700	38700	38700	38700	38700
- Normzustand (trocken)	[m³/h]*	38200	38200	38200	38200	38200	38200
Abgaskomponente		Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)					
Teilgasvolumen	[m³/Probe]	0,020	0,021	0,020	0,021	0,022	0,020
Teilgasunterdruck	[hPa]						
Teilgastemperatur	[°C]	16	22	23	23	22	22
Analysen							
-Bestimmungsgrenze	[mg/Probe]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
-Ergebnis	[mg/Probe]	**	0,12	0,11	0,06	0,12	0,12
Messergebnis							
Massenkonzentration	[mg/m³]*	-	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6
Massenstrom	[kg/h]		0,239	0,231	0,120	0,229	0,251
Massenkonzentration	[mg/m³]*	Mittelwert		Max.-Wert			
		5,6		6,6			
Massenstrom	[kg/h]	0,214		0,251			

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen beschädigt

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)

- Berichtsnummer: 14 0054 E

(ANECO)

ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tel: 0521 60 301 69-0 Telefax: 0521 60 301 69-22
Web: www.aneco.de**Rohgas:****Emissionstechnische Daten**

Firma	HDO
Anlage	Druckgußmaschinen
Emissionsquelle	Rohgas
Auftragsnummer	14 0054 E

Querschnitt d. Messebene	0,800 m²						
Messung Nr.:	1	2	3	4	5	6	
Datum der Messung	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	
Luftdruck	998	998	998	998	998	998	hPa
Abgastemperatur							
trockenes Thermometer	302	302	302	302	302	302	K
feuchtes Thermometer	289	289	289	289	289	289	K
Abgaszusammensetzung							
Sauerstoff	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	Vol-%
Kohlendioxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Kohlenmonoxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Restgase	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	Vol-%
Abgasfeuchte bezogen auf Normkubikmeter, trocken	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	kg/m³
Dichte im Normzustand	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	kg/m³
Dichte im Betriebszustand	1,142	1,142	1,142	1,142	1,142	1,142	kg/m³
mittlerer Wurzelwert des dynamischen Druckes	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	hPa
Statischer Druck	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	hPa
Abgasgeschwindigkeit	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	m/s
Abgasvolumen							
im Betriebszustand	47400	47400	47400	47400	47400	47400	m³/h
im Normzustand, feucht	42000	42000	42000	42000	42000	42000	m³/h
im Normzustand, trocken	41600	41600	41600	41600	41600	41600	m³/h

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen	Rohgas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)				
Messung Nr.	1	2	3	4	5	6
Datum	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start	11:15	11:48	12:21	12:54	13:27	14:00
Ende	11:45	12:18	12:51	13:24	13:57	14:30
Luftdruck [hPa]	998	998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Temperatur trockenes Therm. [K]	302	302	302	302	302	302
Temperatur feuchtes Therm. [K]	289	289	289	289	289	289
Sauerstoffgehalt [Vol. %]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im						
- Betriebszustand [m³/h]	47400	47400	47400	47400	47400	47400
- Norm (feucht) [m³/h]	42000	42000	42000	42000	42000	42000
- Normzustand (trocken) [m³/h]	41600	41600	41600	41600	41600	41600
Abgaskomponente	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)					
Teilgasvolumen [m³/Probe]	0,832	0,843	0,849	0,854	0,847	0,841
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]	24	27	29	29	29	30
Analysen						
- Bestimmungsgrenze [mg/Probe]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis [mg/Probe]	0,84	0,76	0,67	0,74	0,57	0,71
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0
Massenstrom [kg/h]	0,046	0,042	0,037	0,040	0,031	0,040
Massenkonzentration [mg/m³]*		Mittelwert	Max.-Wert			
		0,9	1,1			
Massenstrom [kg/h]		0,039	0,046			

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Anhang Seite 4 von 5

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn

(ANECO)ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tel.: 0521 651 341 69-0 Telefax: 0521 651 341 69-22
Waldenstraße 17 D-41064 Mönchengladbach www.aneco.de**(ANECO)**

- Berichtsnummer: 14 0054 E

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen	Rohgas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Messung Nr.		1	2	3	4	5
Datum		11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start		11:15	11:48	12:21	12:54	13:27
Ende		11:45	12:18	12:51	13:24	14:30
Luftdruck	[hPa]	998	998	998	998	998
Querschnitt	[m²]	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Temperatur trockenes Therm.	[K]	302	302	302	302	302
Temperatur feuchtes Therm.	[K]	289	289	289	289	289
Sauerstoffgehalt	[Vol.%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im						
- Betriebszustand	[m³/h]	47400	47400	47400	47400	47400
- Norm (feucht)	[m³/h]	42000	42000	42000	42000	42000
- Normzustand (trocken)	[m³/h]*	41600	41600	41600	41600	41600
Abgaskomponente		Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Teilgasvolumen	[m³/Probe]	0,045	0,011	0,015	0,024	0,022
Teilgasunterdruck	[hPa]					
Teilgastemperatur	[°C]	23	26	29	30	31
Analysen						
- Bestimmungsgrenze	[mg/Probe]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis	[mg/Probe]	0,23	0,06	0,08	0,07	0,12
Messergebnis						
Massenkonzentration	[mg/m³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2
Massenstrom	[kg/h]	0,234	0,252	0,249	0,137	0,256
		Mittelwert	Max.-Wert			
Massenkonzentration	[mg/m³]*	5,6	6,2			
Massenstrom	[kg/h]	0,231	0,257			

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Anhang Seite 5 von 5

Anhang 6 Grünstrom Zertifikat)

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass über den kompletten Rechenweg hinweg stets mit unrealistisch ungünstigen Annahmen gerechnet wurde, ist das Erreichen des Umweltvorteils U4 „Einsparung von rund 860 MWh Heizenergie im Jahr“ als absolut realistisch einzustufen. Mehr noch ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Ersparnis in milden Wintern wie dem bisherigen Winter 2013/2014 im Vergleich der vorherigen Lösung mit Wand- und Deckenlufther Heizern gegen 100% geht, da eine Zuheizung nicht notwendig ist. Es fällt lediglich die Energie zur Betreibung des Wärmerades an (0,17 kWh bei 100% Auslastung). Aber auch in kälteren Wintern ist mit einer Überschreitung der errechneten Einspar-Untergrenze zu rechnen, da in Paderborn in der Regel – anders als in der Rechnung angenommen – Dauerfrost unter -5°C nur äußerst selten vorkommt.

Auch Messungen lassen eine Aussage in diese Richtung zu: Gegenüber einem Energiemonitoring im Jahr 2005 haben Messungen im Winter 2012 – 2013 eine Wärmebedarfsreduzierung des gesamten Gebäudes von ca. 1.500 MWh ergeben.

5 Betriebswirtschaftliche Betrachtungen

Wie oben beschrieben, hatte das Ziel der Schaffung eines gesunden und umweltschonenden sowie störungsfreien Arbeitsumfeldes in der Aluminiumgießerei für die HDO oberste Priorität. Heizkosten sollten eingespart und somit der Schwerölverbrauch gesenkt werden. Natürlich sollten die Kosten für die Anlage als solche sowie deren Betriebskosten nicht unverhältnismäßig hoch sein, dennoch war und ist die HDO bereit für eine Lösung im Sinne der oben genannten Ziele bereit, gewisse Mehrkosten für die Anschaffung, Wartung und Pflege für eine Anlage auf technisch höchstem Niveau zu tragen. Eine Amortisationsrechnung gegen die bei der HDO vor Installation der A.I.R.-Anlage vorhandene „Nicht“-Lösung wäre daher nicht aussagekräftig. Aus diesem Grund erfolgt ein Vergleich der Kosten der A.I.R.-Lösung mit den Kosten, die laut der Firma Kappa für die Installation und den Betrieb einer herkömmlichen Anlage bei der HDO anfallen würden.

5.1 Kostenvergleich und Amortisation

In der folgenden Tabelle werden die Investitions- sowie die Betriebskosten der Kappa A.I.R.-Anlage mit denen einer herkömmlichen Anlage verglichen. Die Angaben für die herkömmliche Anlage beruhen dabei auf Schätzungen der Firma Kappa. Nähere Ausführungen zu den Betriebsaufwänden folgen in Abschnitt 5.2.

Kosten für		Kappa A.I.R.	herkömmliche Anlage (Schätzung Fa. Kappa)
Anschaffung		352.190 €	215.981 €
davon	Engineering	35.000 €	20.000 €
	Abluft/ Zuluft	176.810 €	111.732 €
	MTA	126.987 €	—
	Abluft-/ Zuluftgerät	—	80.106 €
	Lufteinbringungselemente	15.773 €	4.576 €
	Verrohrungsmaterial (Abluft, Zuluft, Fortluft) inkl. Montagehilfsmaterial und Schalldämpfer	34.050 €	27.050 €
	Filtertechnik	28.230 €	6.133 €
	Filtertechnik inkl. Wascheinrichtung für Rotor und Filterstufen	28.230 €	—
	herkömmliche Speicherfilter	—	6.133 €
	Elektro-, Mess-, Steuer-, und Regelungstechnik inkl. Montage und Inbetriebnahme	32.988 €	24.073 €
	Feldverkabelung	13.399 €	9.778 €
	Montage	61.897 €	41.265 €
	Transporte	3.875 €	3.000 €
Fördergelder		105.600 €	—
Saldo		246.590 €	215.981 €
jährl. Betriebsaufwendungen			

	Energie für den Anlagenbetrieb	51.365 € ¹	51.365 € ¹
	Wartung und Pflege	6.000 € ¹	6.000 € ¹
	jährl. Heizkosten-Einsparungen		
	eigene Berechnungen ²	mind. 74.717 €	—
	Berechnungen der Fa. Kappa ³	104.000 €	

Tabelle 6: Kostengegenüberstellung Kappa A.I.R. und herkömmliche Anlage

1 – vgl 5.2;

2 – ergibt sich aus einem Erzeugungspreis von 0,083 €/ kWh und der unter 4.3 berechneten Mindestenergieeinsparung von **900.214,2 kWh**,

3 – vgl. Anhang 1 **Wärmeberechnung der Firma Kappa Filter Systems GmbH**

Aus Tabelle 6 geht hervor, dass sich die A.I.R. Anlage aufgrund der Heizkostenersparnis gegenüber einer herkömmlichen Lösung bereits ohne Berücksichtigung der Fördergelder nach unter zwei Jahren amortisiert - genauer nach mindestens 1,82 Jahre (eigene Berechnungen) bzw. nach 1,31 Jahren gemäß der von der Firma Kappa angegebenen Energieeinsparungen. Aufgrund der von der KfW bewilligten Fördergelder liegt der Unterschied der Investitionskosten der Kappa A.I.R Anlage gegenüber der hier angegebenen herkömmlichen Lösung lediglich bei 30.609 EUR. Hieraus ergibt sich bei entsprechender Rechnung eine tatsächliche Amortisationsdauer von lediglich 3,5 bis 5 Monaten. Das heißt, dass bereits in der ersten Heizperiode nach Installation der A.I.R. Anlage

5.2 Laufender Aufwand

5.2.1 Energieaufwand

Ausgehend von Messungen während des Normalbetriebs der A.I.R. Anlage wird der Jahresenergieverbrauch berechnet:

Folgende Werte wurden während des Normalbetriebs für die drei Strangströme gemessen:

$$L1: I_1 = 64,8 \text{ A}$$

$$L2: I_2 = 62,8 \text{ A}$$

$$L3: I_3 = 63,2 \text{ A}$$

$$\text{Summe: } 190,8 \text{ A}$$

Das entspricht einem gemittelten Wert von $I = 63,3 \text{ A}$. In der normalen Betriebszeit beträgt die Spannung $U = 397 \text{ Volt}$. Damit erhält man über die Formel $P = U \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot \cos(\varphi)$ die Wirkleistung $P = 42,42 \text{ kW}$.

Die Anlage läuft an fünf der sieben Wochentage 24 Stunden, an zwei Tagen nur 23,5 Stunden, da hier jeweils halbstündlich die Selbstreinigungsfunktion in Betrieb ist.

Hieraus ergibt sich ein wöchentlicher Energiebedarf von 7.084,14 kWh (= $42,42 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h/d} \cdot 5 \text{ d} + 42,42 \text{ kW} \cdot 23,5 \text{ h/d} \cdot 2 \text{ d}$). Bei 48 Fertigungswochen im Jahr liegt der damit zu erwartende Jahresenergieverbrauch bei 340.038,72 kWh. Das Wärmerad hat einen Verbrauch von 170 W. Bei Zus-

haltung des Rades an 31 vollen Tagen pro Jahr ergibt sich ein Energiebedarf von 126,48 kWh , sodass der Gesamtenergieverbrauch etwa 340.165 kWh beträgt.

Bei einem Strompreis von ca. 15,1 Cent pro Kilowattstunde ergeben sich somit Aufwände in Höhe von ca. 51.365 EUR.

Angaben der Firma Kappa zufolge ist bei einer herkömmlichen Anlage insgesamt etwa mit demselben Energieaufwand zu rechnen.

5.2.2 Aufwand für Wartung und Pflege

Für die Reinigung der A.I.R.-Anlage ist jährlich mit den folgenden Kosten zu rechnen:

- 1) Für die Selbstreinigung der ersten Filterstufe werden pro Vorgang ca. 0,25 m³ Wasser benötigt. Jährlich ergibt das einen Verbrauch von 26 m³ bzw. Kosten von 89,70 EUR bei Preisen von 1,35 EUR/m³ Frischwasser und 2,10 EUR/m³ Abwasser. Zur Bestimmung des Energieverbrauchs während der Selbstreinigung wurde aufgrund der kurzen Betriebsdauer kein Messaufwand betrieben. Stattdessen wird die folgend ermittelte Summe der Aufwendungen für Wartung und Pflege aufgerundet.
- 2) Die halbjährliche Reinigung der Filtereinheiten durch HDO-Mitarbeiter nimmt jeweils etwa 14 Stunden in Anspruch. Geht man von einem Stundensatz von 36 EUR aus, entstehen Aufwände in Höhe von 504 EUR pro Reinigung. Die während der Reinigung anfallenden Kosten für Materialbedarf betragen ca. 500 EUR, sodass pro Reinigung mit Kosten in Höhe von etwa 1.004 EUR zu rechnen ist. Pro Jahr ergeben sich also Aufwände in Höhe von 2.008 EUR.
- 3) Die jährliche Reinigung der Abluftrohre durch eine Reinigungsfirma ist mit 850 EUR zu veranschlagen.
- 4) Gemäß eines vorliegenden Angebots der Firma Kappa betragen die Kosten für die jährliche Inspektion 2.792 EUR.

Für Wartung und Pflege fallen demnach insgesamt Kosten in Höhe von 5.739,70 EUR, aufgerundet 6.000 EUR, an.

Auch bezüglich der Wartung und gibt die Firma Kappa die Aufwendungen für eine herkömmliche Anlage und die Kappa A.I.R in gleicher Höhe an. Die Kappa A.I.R. Anlage besteht zwar aus mehr Komponenten, die gewartet werden müssen, ist aber dafür teilweise mit Selbstreinigungsfunktionen ausgestattet. Insbesondere die Selbstreinigung der Filtermedien ist laut der Firma Kappa günstiger als die manuelle Reinigung bzw. der Austausch von Filtermaterial. Insgesamt werden daher die gleichen Kosten angesetzt.

6 Diskussion

Unter Zuhilfenahme eines Fragenkatalogs (siehe Anhang 5) wurden verschiedene, in die Lösungsfindung und -implementierung des Abluftproblems involvierte Personen um ein Feedback zur A.I.R.-Anlage gebeten¹.

In den Antworten werden zunächst die Unterschiede zu den Verhältnissen in der HDO-Magnesium- beziehungsweise -Zinkgießerei herausgestellt:

„Ich denke es war eine richtige Entscheidung von der lokalen Absaugung zur dezentralen Erfassung zu wechseln. Wir erreichen ein akzeptables Ergebnis ohne uns räumlich einzuschränken und das mit einer energetisch sinnvollen Rückgewinnung der eingesetzten Energie.“

Martin Vinke, HDO-FM

„Im Gegensatz zu den Gießbedingungen in den Gießereien für Zink und Magnesium müssen in der Gießerei Aluminium größere Mengen an Trennmittel aufgebracht werden und es muss eine Schmierung des Gießkolbens erfolgen.“

Ferdinand Brakhane, HDO-ASI

„Der Einsatz von Trennmitteln zur Produktentnahme ist unabdinglich. Zusätzlich wird dadurch auch die Form nach jedem Zyklus von den sogenannten Flittergraden befreit. Durch die hohen Temperaturen und den hohen Druck beim Besprühen entstehen regelrecht Wolken aus Aerosolen und Dämpfen.“

Martin Vinke, HDO-FM

Für Herrn Ferdinand Brakhane, Leiter des Arbeits- und Umweltschutzmanagements bei der HDO, ergab sich hieraus ein dringender Handlungsbedarf:

„Trennmittelaerosole in der Luft und Rauche, die durch die teilweise Verbrennung des Schmiermittels entstehen, waren sichtbar und riechbar. Nach § 19 der Gefahrstoffverordnung sind Arbeitsverfahren so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.“

Ferdinand Brakhane, HDO-ASI

Nach Installation sieht dieser die Problematik deutlich verbessert und insbesondere die Anforderungen des Arbeits- und Umweltschutzes erfüllend:

„Durch die jetzt installierte Kappa- Druckguss-A.I.R. (Aktive Inluft-Reinigung) konnte die Raumluft an den –Arbeitsplätzen deutlich verbessert werden und Auswirkungen von Emissionen über Dach sind nicht erkennbar.[...] Die durchgeführten Messungen belegen, dass die Grenzwerte der uns bekannten Luftschadstoffe eingehalten

¹ Komplette Antworten siehe Anhang 6 Meinungen zur Kappa Inluft-Reinigungsanlage

werden. [...] Nach dem jetzigen Kenntnisstand erfüllt die Anlage alle gesetzlichen Anforderungen des Arbeits- und Umweltschutzes."

Ferdinand Brakhane, HDO-ASI

Die Zusammenarbeit mit der Firma Kappa Filter Systems GmbH verlief dabei äußerst positiv. Insbesondere die Montage der Anlage während des laufenden Betriebs wird lobend erwähnt:

„Die Montagearbeiten wurden während des Betriebs durchgeführt. Der Terminplan wurde ausnahmslos eingehalten, die Logistik und Materialversorgung funktionierte „Just in Time“ zur Baustelle. Die Montage wurde sehr professionell durchgeführt."

Martin Vinke, HDO-FM

Auch die Firma Kappa Filter Systems GmbH ist man mit der Zusammenarbeit sehr zufrieden:

„Das Projekt ist aus Auftragnehmer-Sicht sehr gut verlaufen. Alle Schnittstellen waren vor dem Projekt klar definiert und konnten effizient abgewickelt werden. Die Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber war tadellos und sehr verbindlich."

Christoph Freudenberg, Kappa Filter Systems GmbH

Laut Geschäftsführerin Martina Gundelach seien die Arbeiten seitens der Gießerei-Mitarbeiter sehr begrüßt und unterstützt worden, auch, wenn es möglicherweise zu kleineren Behinderungen in den Arbeitsabläufen gekommen sei. Dies zeige, dass die Mitarbeiter sehr froh über die Verbesserung der Luftbedingungen gewesen seien. Diese positive Erwartungshaltung konnte bereits während der Montagearbeiten gestützt werden:

„Schon während der ersten Probeläufe war das Potential der Anlage erkennbar."

Martin Vinke, HDO-FM

Ein weiterer Pluspunkt der Anlage ist, dass diese auf das HDO-interne Intranet aufschalten lässt, auch, wenn die Beschaffung des hierzu notwendigen Adaptionsteils mehr Zeit in Anspruch genommen hat als geplant.

„Seit April ist die Anlage auf unser Intranet aufgeschaltet. Wir können somit jederzeit online die Anlage überwachen. Zusätzlich ist die Anlage an unser Leitsystem angebunden was es uns ermöglicht Störungen in Echtzeit an die entsprechenden Abteilungen zu übermitteln."

Martin Vinke, HDO-FM

Nach etwa einem Jahr Betrieb funktioniert die Anlage laut Herrn Martin Vinke, dem Leiter des Facility Management, weiterhin sehr gut.

„Nach einem halben Jahr haben wir gemeinsam mit Kappa die Anlage inspiziert. Die Anlage befand sich in einem sehr guten Zustand. Innerhalb der Anlage hielten sich die Ablagerungen und Verunreinigungen in Grenzen."

Martin Vinke, HDO-FM

Der einzige Punkt, der zum heutigen Zeitpunkt etwas bedenklich erscheint, ist, dass sich Ablagerungen im Rohrsystem gebildet haben. Herr Ferdinand Brakhane sowie Herr Martin Vinke sind sich jedoch einig, dass dies den Wartungsaufwand zwar erhöhe, dies aber den täglichen Betrieb nicht beeinträchtige:

„Mit etwas Sorge betrachten wir die Menge der Ablagerungen in den Rohrsystemen der Anlage und die Anhaftungen an den Betriebsmitteln über den Druckgießmaschinen.

Hier wird der erforderliche Wartungsaufwand sicherlich etwas größer ausfallen als ursprünglich vermutet.“

Ferdinand Brakhane, HDO-ASI

„Innerhalb der Absaugrohre hat sich ein Ölfilm gebildet. Dieser muss dann im Rahmen einer Wartung entfernt werden. Die Wartungseinheiten können problemlos in der Zeit der Betriebsruhe erledigt werden.“

Martin Vinke, HDO-FM

Abschließend erwähnt Geschäftsführerin Martina Gundelach, dass mit der A.I.R.-Anlage ihrer Meinung nach eine sehr gute Kompromisslösung zwischen ökonomischen, ökologischen und Mitarbeiterinteressen gefunden worden sei.

7 Fazit

Abschließend lässt sich sagen, dass die Anschaffung der A.I.R.-Anlage für die HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH in allen Gesichtspunkten gelohnt hat. An erster Stelle steht hier insbesondere die deutliche Verbesserung der Arbeitsbedingungen für die Mitarbeiter. Die in Abschnitt 4.1 vorgestellten Messungen haben ergeben, dass die Konzentrationen der im Roh- bzw. Reingas sowie in der Hallenluft enthaltenen bedenklichen Stoffe größtenteils schon ohne beziehungsweise vor der Absaugung unterhalb der erlaubten Grenzwerte liegt (besonders Gesamtkohlenstoff). Im Vorfeld ist davon ausgegangen worden, dass die Hallenluft deutlich stärker als gemessen mit Schadstoffen, insbesondere Gesamtkohlenstoff, belastet sei, und somit durch die Ausfiltration absolut gesehen deutlich weniger Schadstoffe in die Umwelt gelangen würden. Dieses per se erfreuliche Ergebnis wurde von den Verantwortlichen bei der HDO nicht erwartet, macht die Anschaffung der A.I.R.-Anlage jedoch keinesfalls überflüssig: Zunächst wäre natürlich die deutliche Reduktion der als Dampf Aerosol vorhandenen Kühlschmierstoffe zu nennen (vgl. Abschnitt 4.1.1). Hier lagen die Messwerte ohne Absaugung im Grenzbereich bzw. hierüber und können mittels der A.I.R.-Anlage deutlich reduziert werden. Dazu kommen die positiven Auswirkungen auf das Hallenklima. Durch die Frischluftzufuhr und den dadurch entstehenden „Reinluftsee“ hat beispielsweise die Luftfeuchtigkeit im Arbeitsbereich merklich abgenommen. Natürlich ist ein hoher Wassergehalt in der Luft nicht giftig, belastet jedoch das Herz- Kreislaufsystem. Auch die durch die eingebrachte Luft im Sommer zu erreichende Temperierung ist bezüglich der klimatischen Verhältnisse in der Halle positiv zu nennen. So konnte das Arbeitsumfeld aufgrund der A.I.R.-Anlage für die Mitarbeiter deutlich angenehmer gestaltet werden, was sich mit dem von den Mitarbeitern einstimmig geäußertem Empfinden deckt. Der größte Umweltschutzeffekt liegt bei der Anlage liegt also vor allem in der Wärmerückgewinnung und der damit verbundenen Einsparung von fossilen Brennstoffen (vgl. Abschnitt 4.3). Zumindest für den vergangenen milden Winter 2013/ 2014 war bei der HDO während des Betriebs kein Zuheizen notwendig. Die funktionierende Wärmerückgewinnung ist auch Grundstein für die äußerst schnelle Armotisationszeit der Anlage gegenüber einer konventionellen Anlage (vgl. 5.1). Kostengünstiger wäre nach diesen Betrachtungen mittel-bis langfristig nur der Verzicht auf eine Absaugung – dies hätte jedoch zum einen das Überschreiten von Arbeitsplatzgrenzwerten zur Folge und wäre daher nicht zulässig, zum anderen würde dies nicht den von der HDO gelebten ethischen Grundsätzen bezüglich des Umgangs mit Mitarbeitern und Umwelt entsprechen.

8 Empfehlungen

8.1 Neuheitswert und Alleinstellungsmerkmal der neuen Anlage

Neuartig und innovativ ist die Kappa-Anlage, weil sie mit den HDO-Produktionsprozessen und den Produktionsanlagen der HDO direkt vernetzt ist und sie lastabhängig gesteuert wird. Sie passt sich jeweils den Produktionsbelastungen in der Hallenluft an. Die spezifische verfahrenstechnische und strömungstechnische Auslegung der Anlage führt zum signifikanten Unterscheidungsmerkmal im Vergleich zu anderen Anlagen. Die Verfahrenstechnologie dieser eigens für die HDO konfigurierten Anlage wurde so erstmalig umgesetzt. Insoweit besitzt die neue Aktive Inluft-Reinigungsanlage technischen Demonstrationscharakter.

8.2 Übertragbarkeit und Modellcharakter

Auch wenn die A.I.R.-Anlage individuell auf die Bedürfnisse der HDO angepasst ist, ist sie dennoch keine individualisierte HDO-Lösung. Das neuartige Abluft-Reinigungssystem lässt sich durch gleiche oder ähnliche Anlagenaufbauten auf andere Gießereien, aber auch auf Unternehmen anderer Branchen anwenden. Es können also künftig durch gleiche oder ähnliche Anlagenaufbauten des neuartigen Abluft-Reinigungsverfahrens vergleichbare Umwelt entlastende Auswirkungen auf andere Anwender und auch Branchen übertragen werden. Bei geeignetem Produktionsprozess bietet sich vielleicht sogar – anders als bei der HDO – eine Trennmittelrückgewinnung an. Als mögliche Ansprechpartner empfiehlt die HDO hier die Firmen MKR Metzger GmbH² sowie die Maschinenbau Böhmer GmbH³.

Zu erwähnen ist das bereits erfolgte allgemeine Interesse an der neuen HDO-Anlage: Aufgrund der bereits erschienenen Publikationen

- „Wie aus Druckguss eine gänzlich saubere Sache wird“⁴, (Email-Newsletter der Firma Kappa)
- „Hallenluft in der Aluminiumgießerei wird schadstofffrei“⁵, (Pressemitteilung des Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit),
- „Es liegt was in der Luft“⁶ (im Magazin UMWELT),
- „HDO installiert Inluftreinigungsanlage in der Aluminiumgießerei“⁷ (auf der HDO-Homepage)

² MKR Metzger GmbH, Recyclingsysteme, Rappenfeldstraße 4, D-86653 Monheim, <http://www.mkr-metzger.de>

³ Maschinenbau Böhmer GmbH, Industriestr. 15, D-57520 Steinebach, <http://www.boehmer-maschinenbau.com>

⁴ Kappa Filtersystems GmbH, „Wie aus Druckguss eine gänzlich saubere Sache wird“, Kappa-Zero-Mail: Newsletter der Kappa Filtersystems GmbH, <http://www.kappa-fs.at/news/wieausdruckgusseinesauberesachewird>, 17.06.2014

⁵ http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/49009.php, 23.01.2014

⁶ Cindy Bremer: „Es liegt was in der Luft“, *UMWELT*, 9|2012, S. 88

⁷ <http://hdo-gmbh.com/cms/content/hdo-installiert-inluftreinigungsanlage-der-aluminiumgie%C3%9Ferei>, 23.01.2014

- „HDO installiert neuartige Inluft-Reinigungsanlage in der Aluminiumgießerei“⁸ (in der Zeitschrift Aluminiumpraxis),

haben sich verschiedene Firmen aus unterschiedlichen Branchen bei der HDO mit Fragen zu der neuen Aktiven Inluft-Reinigungsanlage gemeldet. Die Chancen stehen also gut, dass die seitens des Umweltinnovationsprogramms angestrebte „Multiplikatorwirkung auf freiwilliger Basis“ eintritt.

⁸ Aluminiumpraxis, 12|13, S. 7

9 Literaturverzeichnis

Gedruckte Medien

- C. Ihle, R. Bader, M. Golla: „Tabellenbuch Sanitär, Heizung, Lüftung“, Schroedel Schulbuchverlag GmbH, Hannover, 1995
- „HDO installiert neuartige Inluft-Reinigungsanlage in der Aluminiumgießerei“, *Aluminium Praxis*, 12/2013, S. 7
- Cindy Bremer: „Es liegt was in der Luft“, *UMWELT*, 9|2012, S. 88

Internetquellen:

- DGUV, Fachbereich Rohstoffe und chemische Industrie, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, „Grenzwerte“, <http://www.dguv.de/staub-info/Rechtsgrundlagen/Grenzwerte/index.jsp>, 20.01.2014
- baua: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, „TRGS 900“, http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?__blob=publicationFile&v=15, 20.01.2014
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, „Erste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft“, <http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/taluft.pdf>, S. 60, 16.06.2014
-
- BG RCI, Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie, „Triethanolamin: Charakterisierung, Grenzwerte, Einstufungen“, http://www.gischem.de/e5_prod/dokart.htm?client_session_Objekt=306&client_session_DokumentArt=63&bx_ix_textblocksuche=2, 20.01.2014
- Wetter Online, „Wetter Paderborn“, <http://www.wetteronline.de/rueckblick?gid=10430>, 10.01.2014
- IWU, Institut für Wohnen und Umwelt, „Energiebilanzen für Gebäude: Gradtagszahlen in Deutschland“, www.iwu.de/fileadmin/user_upload/.../Gradtagszahlen_Deutschland.xls, 13.01.2014
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit „Hallenluft in der Aluminiumgießerei wird schadstofffrei“, http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/49009.php, 23.01.2014
- HDO GmbH, „HDO installiert Inluftreinigungsanlage in der Aluminiumgießerei“, <http://hdo-gmbh.com/cms/content/hdo-installiert-inluftreinigungsanlage-der-aluminiumgie%C3%9Ferei>, 23.01.2014
- Dr. Rüdiger Paschotta: Das RP-Energie-Lexikon, „Wärmerückgewinnung“, <http://www.energie-lexikon.info/waermerueckgewinnung.html>, 24.01.2014

Materialien/ Informationen der Firma Kappa Filter Systems GmbH

Kontakt:

Christoph Freudenberg
Business Unit Manager
Wiesenstraße 21,
40549 Düsseldorf
<http://www.kappa-fs.com/>

Anhang

Anhang 1 Wärmeberechnung der Firma Kappa Filter Systems GmbH



Zuheizung und Wärmerückgewinnung

Voraussetzung Zulufterwärmung seitens Kappa

- > Temperaturerhaltung in der Halle mittels Kappa Diffusoren mit mindestens 22 °C, zur arbeitsplatzgerechten Frischluftversorgung der Mitarbeiter und dem effizienten Aufbau einer stabilen Luftschichtung

Bauseitige Heizsituation auf den folgenden Folien

- > Abschätzung des Energiebedarfs für die Temperierung von 40.000 m³/h Zuluftvolumenstrom auf 22 °C in der Aluminium-Gießerei
- > Umlegung der Heizleistung in exemplarische Zulufterwärmung via Heizöl
- > Berechnung des Wärmerückgewinnungspotentials der Abluft aus der Alugießerei

© Kappa, Folie 2

Heizbedarf der Frischluftzufuhr – Alugießerei

Stunde-->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tag
Januar	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2	2.3	2.5	2.8	3.1	3.3	3.4	3.4	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.7	2.7	2.7
Februar	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	2.1	2.2	2.5	2.9	3.3	3.6	3.7	3.8	3.7	3.5	3.3	3.2	3.1	3.0	2.9	2.8	2.7	2.8
März	4.4	4.3	4.2	4.1	4.0	4.0	4.0	4.2	4.6	5.1	5.7	6.1	6.5	6.7	6.8	6.6	6.4	6.1	5.8	5.5	5.3	5.1	4.9	4.8	5.2
April	6.3	6.1	5.9	5.8	5.7	5.7	6.0	6.4	7.0	7.6	8.1	8.5	8.7	8.9	9.0	8.9	8.7	8.4	7.9	7.5	7.3	6.9	6.6	6.3	7.3
Mai	9.9	9.6	9.4	9.2	9.2	9.4	9.8	10.4	11.0	11.5	12.1	12.5	12.9	13.0	13.1	13.0	12.8	12.4	11.9	11.3	10.9	10.4	10.1	9.8	11.1
Juni	12.5	12.3	12.1	11.9	11.9	12.2	12.7	13.2	13.9	14.5	15.1	15.5	15.9	15.9	15.9	15.8	15.5	15.2	14.7	14.0	13.5	13.1	12.7	12.4	13.9
Juli	14.1	13.8	13.6	13.4	13.4	13.5	13.9	14.5	15.1	15.7	16.3	16.9	17.3	17.5	17.5	17.3	17.1	16.7	16.2	15.6	15.1	14.6	14.2	13.9	15.3
August	14.5	14.3	14.1	13.9	13.9	13.9	14.2	14.7	15.4	16.0	16.6	17.1	17.5	17.6	17.6	17.5	17.2	16.8	16.2	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	15.6
September	12.7	12.5	12.4	12.3	12.2	12.2	12.4	12.8	13.4	14.0	14.6	15.1	15.4	15.5	15.4	15.2	14.8	14.4	13.9	13.6	13.4	13.1	12.8	12.6	13.6
Oktober	9.8	9.7	9.6	9.5	9.5	9.4	9.5	9.7	10.1	10.6	11.1	11.5	11.8	12.0	11.9	11.6	11.3	11.0	10.7	10.5	10.4	10.2	10.1	10.0	10.5
November	5.3	5.2	5.2	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.4	5.7	6.1	6.4	6.6	6.7	6.7	6.6	6.4	6.3	6.1	6.0	6.0	5.9	5.8	5.7	5.8
Dezember	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.3	3.4	3.7	3.9	4.1	4.2	4.2	4.1	4.0	3.9	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.6	3.6
Jahr	7.3	7.1	7.0	6.9	6.9	6.9	7.1	7.3	7.7	8.2	8.6	9.0	9.3	9.4	9.4	9.3	9.1	8.8	8.5	8.3	8.0	7.8	7.6	7.5	8.1

Mittlere stündliche/tägliche Lufttemperatur Standort Essen, 2010

Stunde-->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tag
Programm A	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	A
Programm B	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	B
Programm C	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	C
Programm D	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	D
Programm E	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	22.0	22.0	22.0	E
Programm F	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	22.0	22.0	22.0	F
Programm G	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	22.0	15.0	15.0	15.0	G

Angenommene Einbringtemperatur der Zuluft in Abhängigkeit von Schichtbelegung (3-Schicht);
Halten der Absenkttemperatur von 15 °C bei 20.000 m³/h während Betriebsstillstand

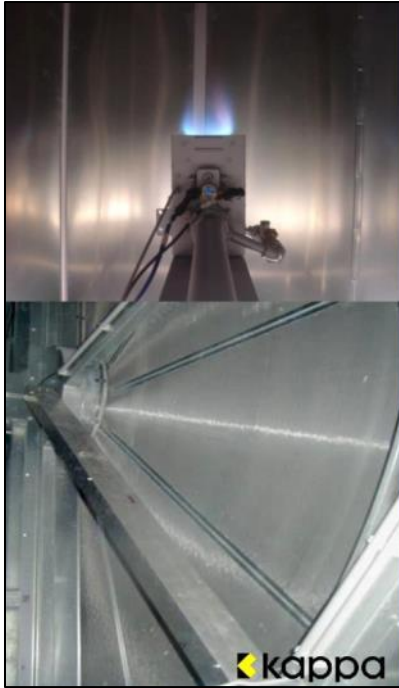
Stunde-->	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tag
Montag und Tag nach Feiertag	A																								A
Di-Do	B																								B
Freitag	C																								C
normaler Samstag	D																								D
normaler Sonntag oder Feiertag	E																								E
zusätzlicher Feiertag	F																								F
Tag vor zum Feiertag	G																								G

Heizbedarf der Frischluftzufuhr – Alugießerei

Stunde—	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tag
Januar	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	7.2	7.1	7.1	7.1	7.0	6.9	6.8	6.7	6.7	6.7	6.6	6.6	5.8	5.8	5.8	6.9	7.0	7.0	160	
Februar	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	7.2	7.2	7.1	7.1	7.0	6.9	6.7	6.6	6.6	6.5	6.6	6.5	6.6	5.7	5.8	5.8	6.9	6.9	7.0	159
März	5.7	5.8	5.8	5.8	5.9	6.5	6.5	6.4	6.2	6.1	5.8	5.7	5.5	5.5	5.4	5.5	5.4	5.5	4.9	5.0	5.0	6.1	6.1	6.2	138
April	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.8	5.7	5.6	5.3	5.1	4.9	4.8	4.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.7	4.2	4.3	4.4	5.4	5.5	5.6	120
Mai	3.9	4.0	4.0	4.1	4.1	4.4	4.3	4.1	3.8	3.7	3.4	3.3	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	2.8	3.0	3.2	4.1	4.2	4.3	87
Juni	3.0	3.0	3.1	3.2	3.2	3.4	3.2	3.0	2.8	2.5	2.3	2.2	2.0	2.0	2.0	2.1	2.1	2.2	1.9	2.1	2.3	3.1	3.2	3.3	63
Juli	2.4	2.5	2.6	2.7	2.7	2.9	2.8	2.5	2.3	2.1	1.9	1.7	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.5	1.6	1.8	2.5	2.6	2.8	51
August	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.8	2.6	2.5	2.2	2.0	1.8	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.6	1.7	2.3	2.5	2.6	49
September	2.9	3.0	3.0	3.0	3.1	3.4	3.3	3.2	2.9	2.7	2.5	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.5	2.2	2.3	2.3	3.1	3.2	3.2	65
Oktober	3.9	3.9	4.0	4.0	4.0	4.4	4.4	4.3	4.2	4.0	3.8	3.7	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.7	3.2	3.3	3.3	4.1	4.2	4.2	92
November	5.4	5.5	5.5	5.5	5.5	6.1	6.1	6.0	5.9	5.8	5.7	5.6	5.5	5.5	5.5	5.5	5.4	5.5	4.8	4.8	4.8	5.8	5.8	5.8	133
Dezember	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.4	6.4	6.4	6.4	6.3	6.3	5.5	5.5	5.5	6.6	6.6	6.6	152
Jahr	55	56	58	59	60	67	67	67	66	65	64	63	63	63	64	66	66	68	63	65	67	79	81	83	1.272

Monatliche Heizenergie für einzelne Prozessstunden

Errechnete Gesamt-Zuluftheizleistung für Gießerei im Jahr → ca. 1.272 MWh



Exemplarische Heizkostenberechnung

Annahmewerte: - Zulufterhitzung durch bspw. Gas-Flächenbrenner
- ca. 1.300 MWh Heizenergie pro Jahr (Siehe Folie 4)
- Preis für 1 kWh Schweröl ~0,083 €

Berechnung: $1.300.000 \text{ kWh} \cdot 0,08 \text{ €}$

→ 104.000 € Heizkosten p.a.

THE
FUTURE
HAS ZERO
EMISSIONS

kappa

© Kappa, Folie 5

Wärmerückgewinnungspotential – Stranggießerei

Stunde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Programm A	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	A
Programm B	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	B
Programm C	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	C
Programm D	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	D
Programm E	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	E
Programm F	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	F
Programm G	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	G

Programm	
Montag und Tag nach Feiertag	A
Di-Do	B
Freitag	C
normaler Samstag	D
normaler Sonntag oder Feiertag	E
zusätzlicher Feiertag	F
Tag vor zus. Feiertag	G

während reduzierter Produktion Pr 50 kW
während Produktion P 212 kW

Angenommene nutzbare Abwärmeleistung in der Gießerei

Stunde--	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Tag
Januar	7,4	7,4	7,4	7,4	7,4	8,3	8,3	8,3	8,3	8,2	8,1	8,1	8,0	8,0	8,0	8,0	7,8	7,8	6,8	6,8	6,8	6,1	8,2	8,2	187
Februar	7,0	7,0	7,0	7,1	7,1	7,8	7,8	7,8	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,4	7,5	7,5	6,7	6,7	6,7	7,6	7,7	7,7	177	
März	7,4	7,5	7,5	7,5	7,5	8,3	8,3	8,2	8,1	8,0	7,8	7,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,7	7,7	7,0	7,1	8,0	8,0	8,1	185	
April	6,7	6,7	6,8	6,8	6,8	7,4	7,3	7,2	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,6	6,6	6,3	6,3	5,8	5,9	6,0	7,1	7,1	7,2	181	
Mai	5,6	5,6	5,7	5,7	5,7	6,1	6,1	5,9	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,3	5,3	5,0	5,1	4,7	4,8	4,9	6,5	6,5	6,6	134	
Juni	5,1	5,2	5,2	5,3	5,3	5,8	5,7	5,6	5,4	5,3	5,1	5,0	4,9	4,9	4,9	4,8	4,9	4,4	4,5	4,6	5,6	5,7	5,8	124	
Juli	5,0	5,1	5,1	5,2	5,2	5,8	5,8	5,6	5,5	5,3	5,2	5,0	4,9	4,8	4,8	4,9	5,0	5,1	4,4	4,5	4,6	5,4	5,5	5,6	123
August	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0	5,6	5,5	5,4	5,2	5,1	4,9	4,8	4,8	4,6	4,6	4,6	4,8	4,9	4,4	4,5	4,6	5,5	5,6	5,6	120
September	5,3	5,3	5,3	5,4	5,4	6,0	5,9	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	5,2	5,3	5,4	4,9	4,9	5,0	5,8	5,8	5,9	130	
Oktober	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	6,5	6,5	6,5	6,4	6,2	6,1	6,0	5,9	5,9	5,9	6,0	5,9	6,0	5,1	5,1	5,2	6,3	6,4	6,4	143
November	6,7	6,8	6,8	6,8	6,8	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,3	7,2	7,1	7,1	7,1	7,2	7,2	6,4	6,5	6,5	7,5	7,5	7,6	171	
Dezember	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,7	7,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,0	7,0	6,4	6,4	6,4	7,9	7,9	7,9	178
Jahr	75	76	78	79	80	89	89	90	89	89	88	88	89	90	91	91	93	86	88	89	103	105	107	1.833	MWh

Monatliches Wärmerückgewinnungspotential für einzelne Tagesstunden
bei 65% Rückgewinnungsgrad

THE
FUTURE
HAS ZERO
EMISSIONS

kappa

© Kappa, Folie 6

Sonderfall – Extremtemperaturen

Kalkulation Nachheizbedarf:

Luftdicke		1,2 kg/m³
cp/Luft		1,05 kJ/kgK
Maschinenabwärme		212,2 kW
Mindesteinblasetemperatur		22 °C
Luftmenge		40000 m³/h
Temperaturerhöhung in der Halle		15,2 °C
Ablufttemperatur		37,2 °C
Erzielbarer Wirkungsgrad:		65,00%
Zuluft	Ein	121
	Aus	122
		-6 °C
		22,1 °C
Nachheizbedarf:		-0,7 kW

→ 376 kW eingebrachte Energie reduziert um Transmissionswärmeverluste von 163,8 kW gleich 212,2 kW nutzbare Energie

→ Ab Außentemperaturen von -6 °C muss zusätzlich zur Wärmerückgewinnung Heizleistung zugeführt werden

→ Alle zusätzlich zugeführte Energie ist so mit Nachheizung bei Außentemperaturen unter -6 °C erklärbar

Monatliches Wärmerückgewinnungspotential für einzelne Tagesstunden bei 65% Rückgewinnungsgrad



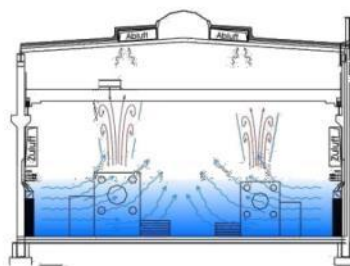
THE
FUTURE
HAS ZERO
EMISSIONS

© Kappa, Folie 7



Wärmerückgewinnungspotential – Druckgießerei

- > Einsparung nahezu aller im Jahr anfallenden Heizkosten für Zuluft einbringung (Annahme: 104.000 € p.a.)
- > Einzige Ausnahme sind Temperaturen unter -6 °C, bei denen die W
- > Einsparung aller bestehenden Heizstrahlern oder ähnlichen Zuheizern in der Gießerei und Ihren Betriebskosten
- > Schaffung eines Reinluftsees im Arbeitsbereich der Mitarbeiter, der die anfallenden Emissionen aktiv verdrängt und ein sauberes, produktives Arbeitsumfeld schafft



THE
FUTURE
HAS ZERO
EMISSIONS

© Kappa, Folie 8



Check In
ZERO EMISSIONS ...



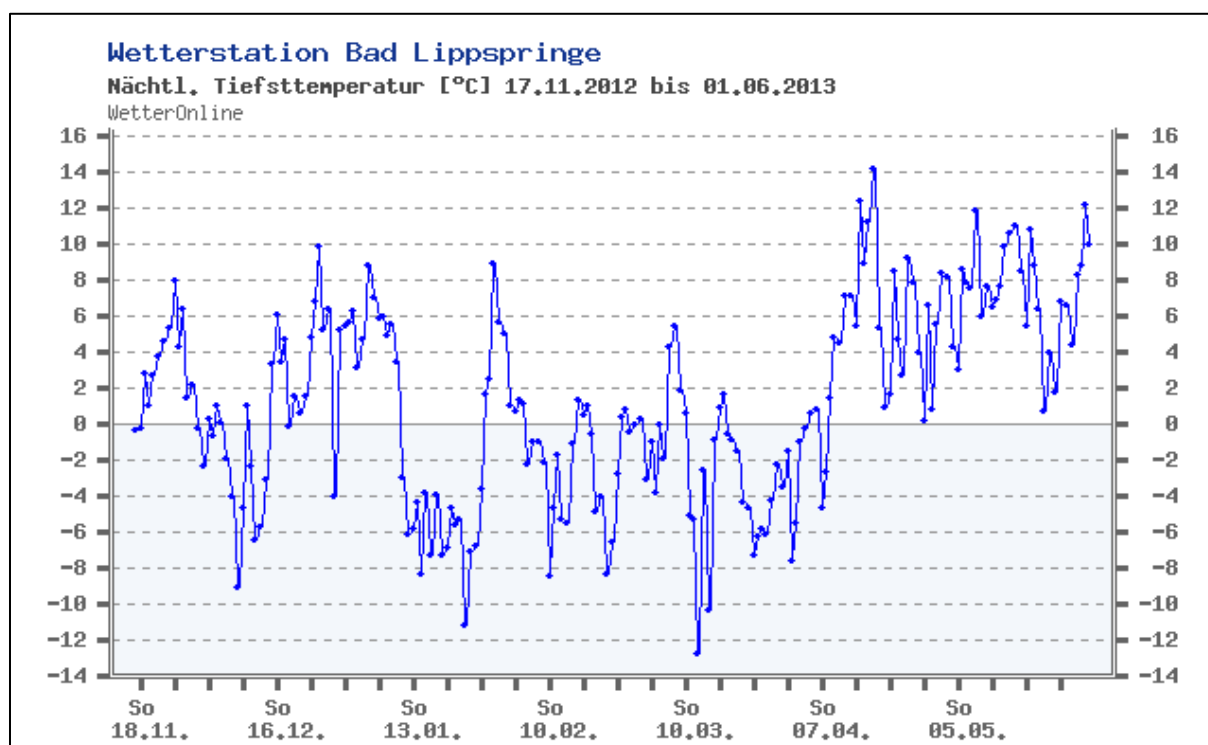
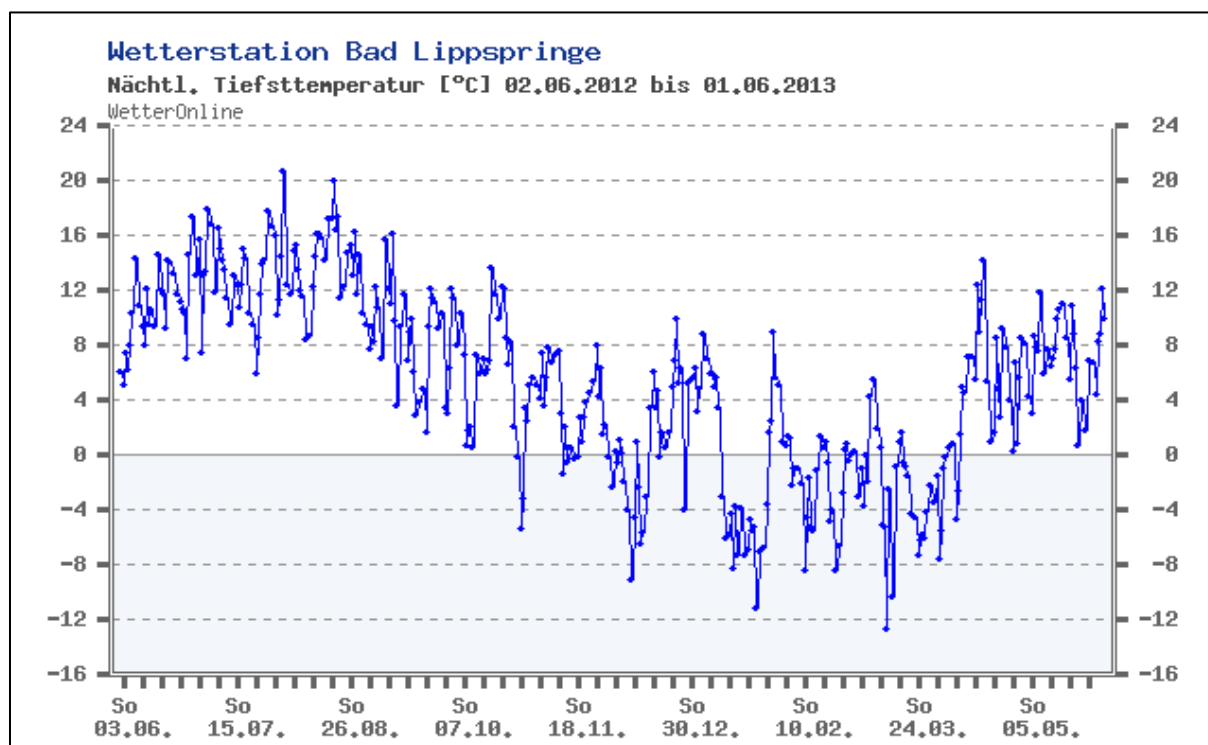
kappa

THE
FUTURE
HAS ZERO
EMISSIONS

© Kappa, Folie 9

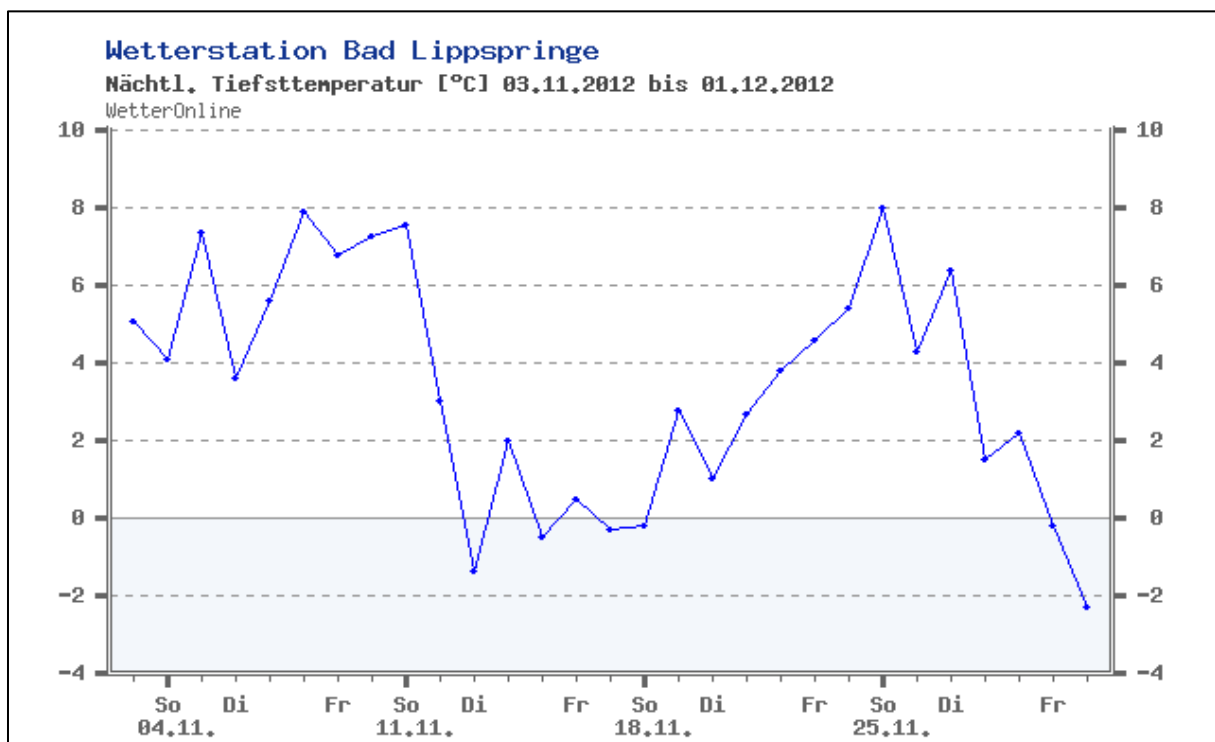
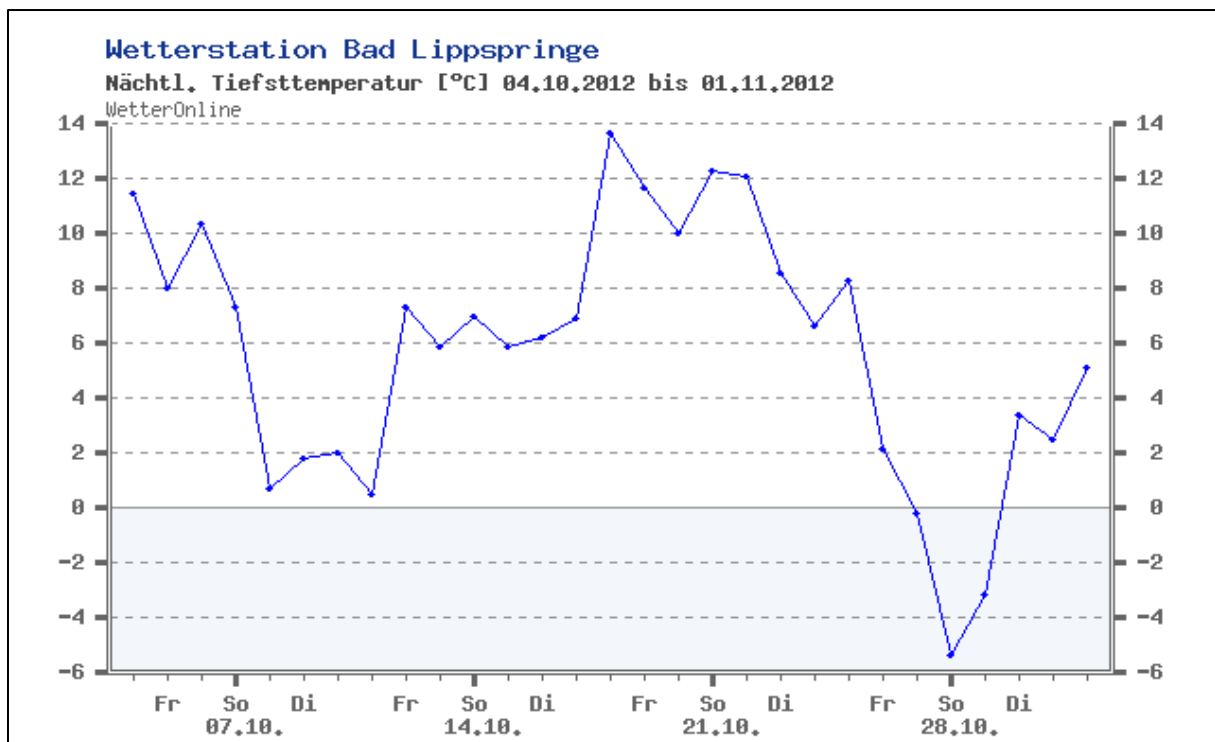
Anhang 2 Temperaturen Winter 2012/ 2013¹

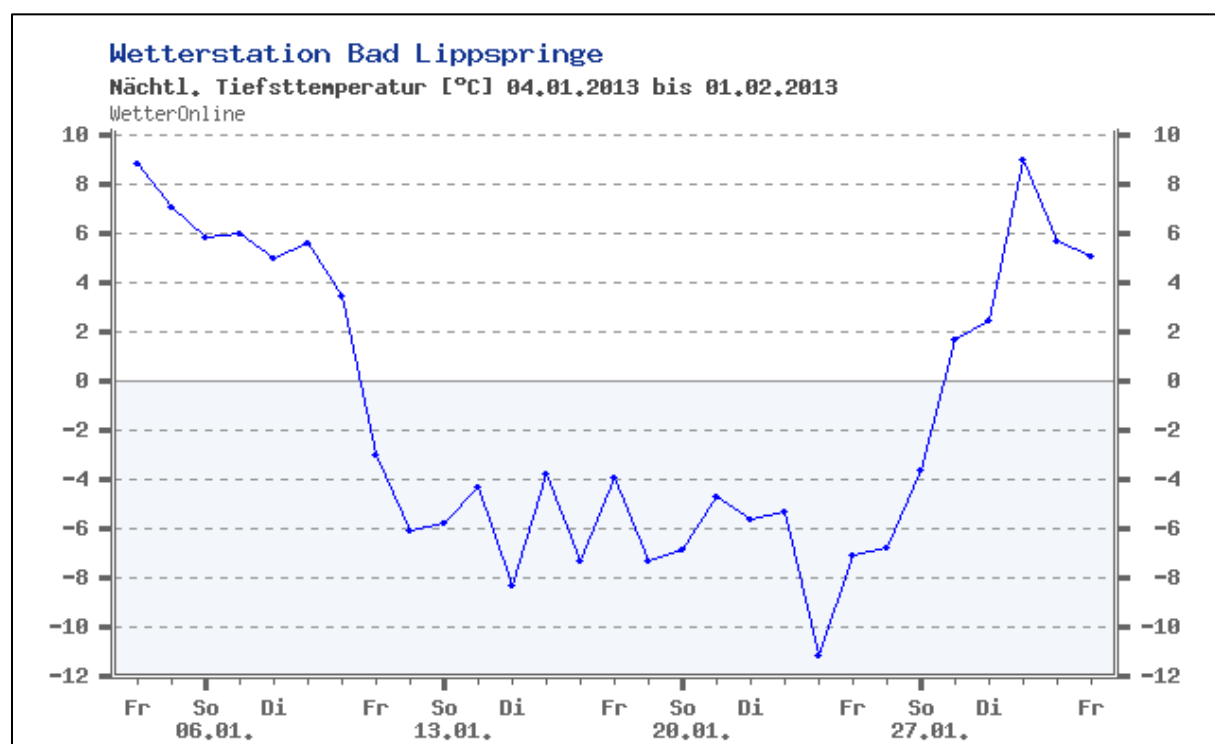
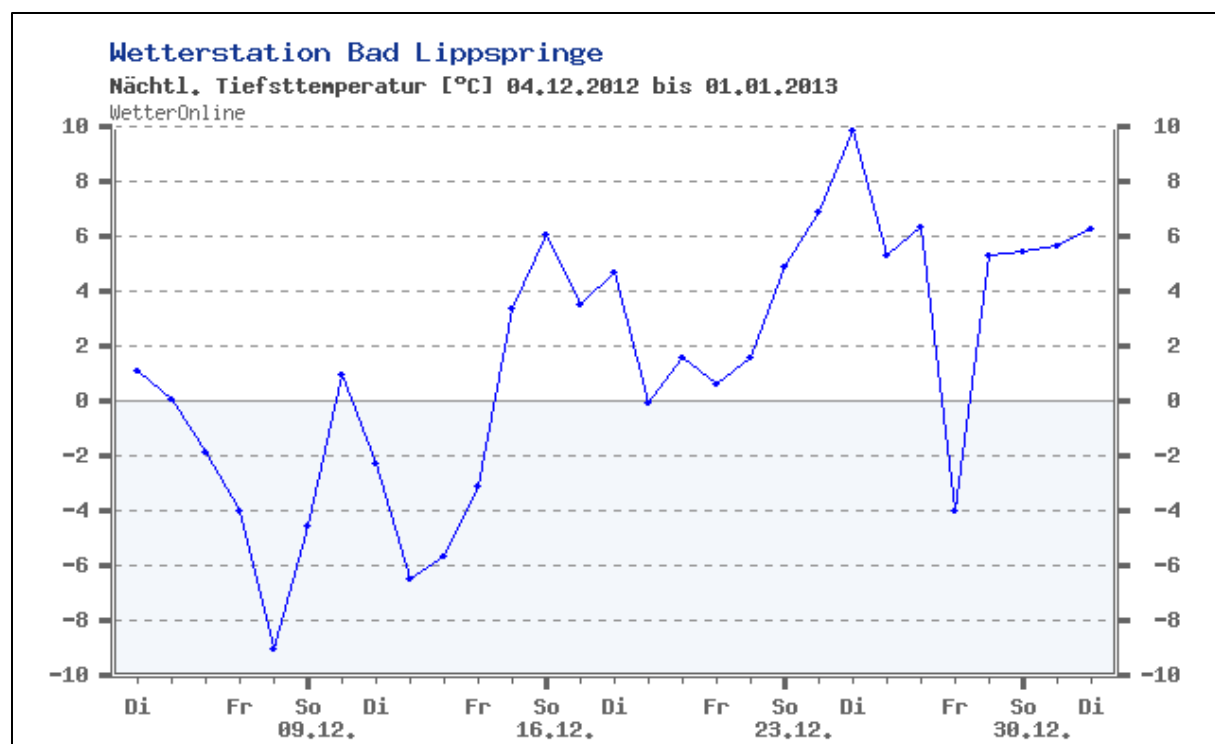
Temperaturen unter -5°C im Winter 2012/2013

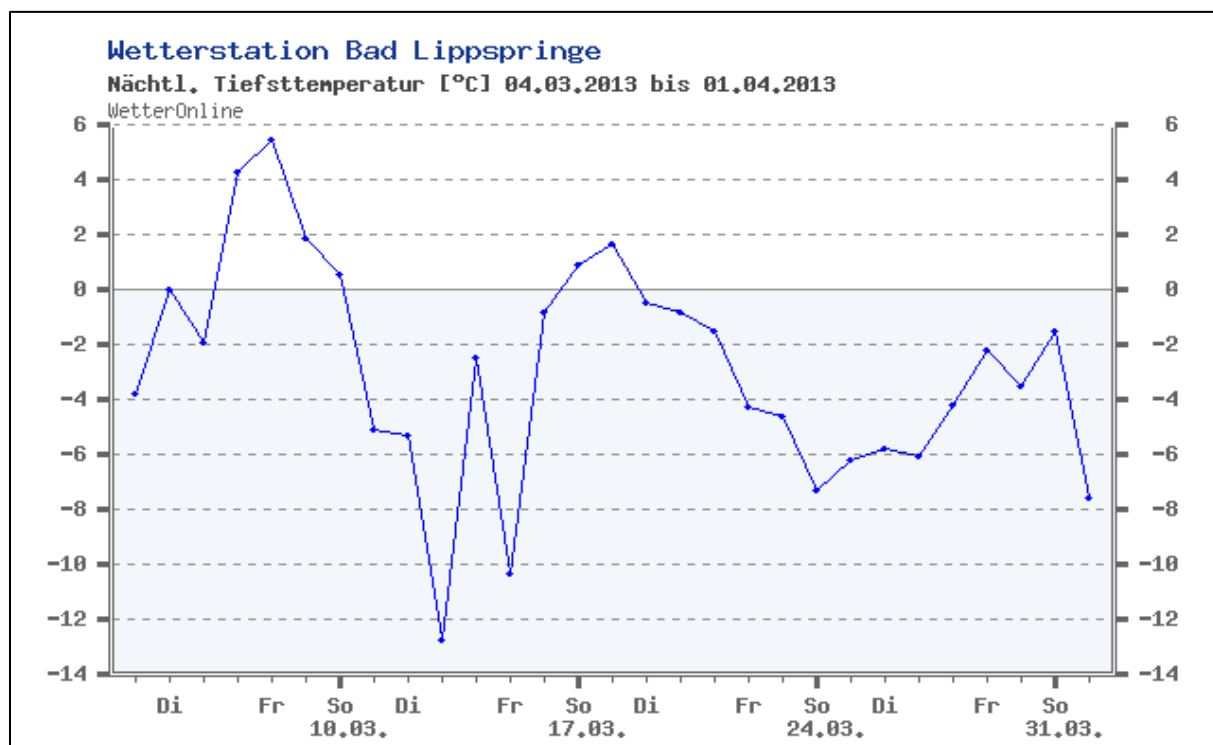
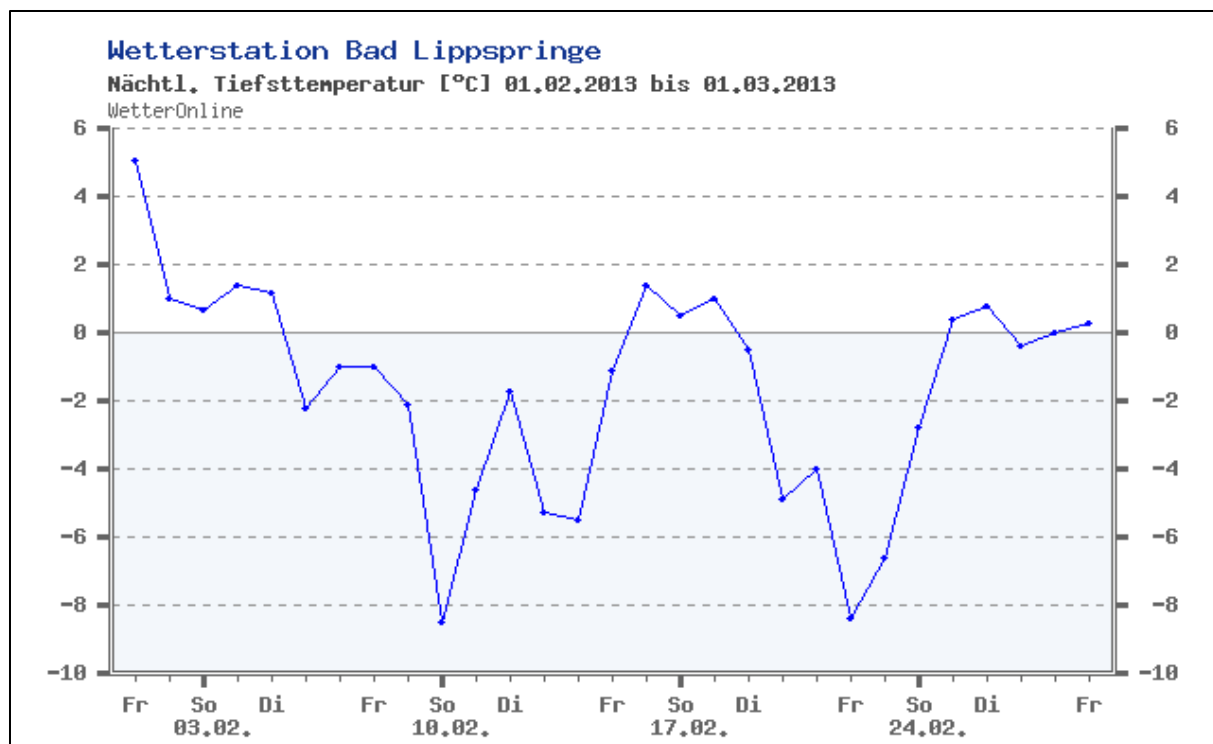


¹ <http://www.wetteronline.de/rueckblick?gid=10430>

Monate/ Tage im Winter 2012/2013 mit Temperaturen unter -5°C



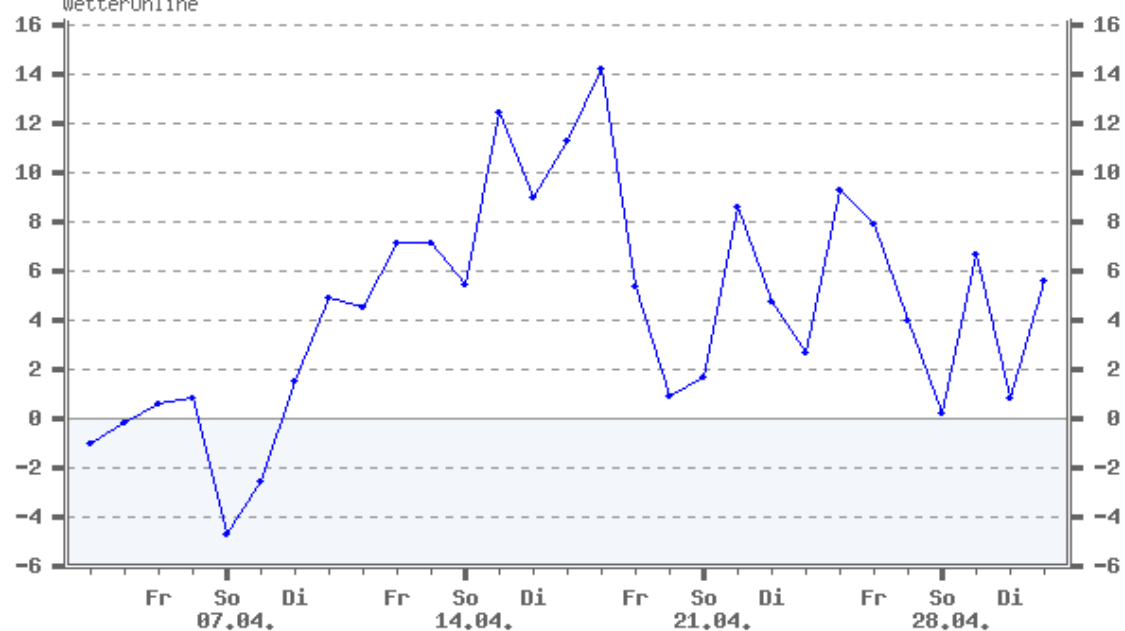




Wetterstation Bad Lippspringe

Nächtl. Tiefsttemperatur [°C] 03.04.2013 bis 01.05.2013

WetterOnline



Wetterstation Bad Lippspringe

Nächtl. Tiefsttemperatur [°C] 04.05.2013 bis 01.06.2013

WetterOnline



Anhang 3 Ergebnisübersicht Gefahrstoffmessungen Firma Wessling GmbH¹

Gefahrstoffmessungen HDO Paderborn vom 29.08.2013 – Projekt CBO-01802-13

Arbeitsbereich: DAK 350

Stoff	Einheit	Mit Absaugung	Ohne Absaugung
E-Staub	mg/m ³	< 0,6	< 0,6
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol)	mg/m ³	0,88	9,61
Triethanolamin	mg/m ³	0,05	0,44
Kohlenwasserstoffe	mg/m ³	< 0,15	8,1

Arbeitsbereich: DAK 450

Stoff	Einheit	Mit Absaugung	Ohne Absaugung
E-Staub	mg/m ³	< 0,6	< 0,6
Kühlschmierstoffe (Dampf und Aerosol)	mg/m ³	1,07	18,9
Triethanolamin	mg/m ³	0,24	0,62
Kohlenwasserstoffe	mg/m ³	< 0,15	61,7

¹ Ausführlicher Messbericht der Firma Wessling trotz Aufforderung nicht vorliegend

Anhang 4 Arbeitsplatzgrenzwerte Kohlenwasserstoff TRGS 900¹

Gruppe	Definition	Luftgrenzwert	
		mg/m ³	ppm
Gruppe 1	aromatenfreie oder entaromatisierte Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt an: Aromaten < 1 % n-Hexan < 5 % Cyclo-/Isohexane < 25 %	1000	200
Gruppe 2	aromatenhaltige Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt an: Aromaten 1 - 25 % Summe Hexane < 1 %	350	70
Gruppe 3	aromatenreiche Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt an: Aromaten > 25 %	100	20
Gruppe 4	Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt an: n-Hexan ≥ 5 %	200	50
Gruppe 5	iso-/cyclohexanreiche Kohlenwasserstoffgemische mit einem Gehalt an: Aromaten < 1 % n-Hexan < 5 % Cyclo-/Isohexane ≥ 25 %	600	170

¹ http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/pdf/TRGS-900.pdf?__blob=publicationFile&v=15

Anhang 5 Messbericht Emissionsmessungen im Roh- und Reingas

(ANECO) - Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.
Telefon (021 61) 3 01 69-0 Telefax (021 61) 3 01 69-24
Wehnerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

Messbericht

über

die Durchführung von

**Emissionsmessungen
im Roh- und Reingas
in der Abluft der
Druckgußanlagen**

am 11.04.2014

bei der Firma

**HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn**

Auftraggeber:	HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH Halberstädter Straße 7 - 13 33106 Paderborn
Bestellung vom:	28.02.2014 per Mail durch Herr Vinke
Bestellnummer:	-
ANECO - Auftragsnummer:	14 0054 E
Projektleiter:	Herr Weiß
Anschrift des Messinstituts:	Wehnerstraße 1 - 7 41068 Mönchengladbach
Berichtsumfang:	24 + 5 Seiten Anhang
Berichtsdatum:	04.06.2014
Befristung der Bekanntgabe nach § 26 BImSchG:	05.08.2014

- Ohne schriftliche Genehmigung darf der Bericht nicht auszugsweise vervielfältigt werden.

Rev. 11 / 09.12.13

Seite 1 von 25

ZUSAMMENFASSUNG:

Die gemäß §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bekanntgegebene Messstelle ANECO wurde vom unter Ziffer 1.1 genannten Auftraggeber beauftragt, nach Neuerrichtung einer Filteranlage zur Reinigung der Abluft von fünf Aluminium-Druckguss-Maschinen eine messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades der Filteranlage durchzuführen.

Die Messungen wurden am 11.04.2014 vorgenommen. Die Ergebnisse der Untersuchungen werden nachfolgend zusammenfassend dargestellt.

Rohgas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (D-21 65) 3 01 69-0 Telefax (0 41 65) 3 01 69-22
Wolkenstraße 17 D-41064 Mönchengladbach www.aneco.de

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. Formulierung der Messaufgabe	4
2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe	6
3. Beschreibung der Probenahmestellen	12
4. Mess- und Analysenverfahren, Geräte	17
5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen	23
6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion	24
Anhang: Mess- und Rechenwerte	

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-31068 Münden/Laßloch www.aneco.de

1. Formulierung der Messaufgabe

1.1 Auftraggeber:

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn

1.2 Betreiber:

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Straße 7 - 13
33106 Paderborn

Ansprechpartner / Telefonnummer: Herr Vinke (Fa. HDO), 05251 / 70433490
Herr Freudenberg (Fa. Kappa),
0211 / 5066978-0

1.3 Standort:

Werk: Paderborn
Gemarkung: Paderborn
Flur: 50
Flurstück: 695, 819

1.4 Anlage:

Zuordnung zur 4. BImSchV:	entfällt
Nomenklatur nach 4. BImSchV:	entfällt
Hier:	entfällt

1.5 Datum der Messung:

Datum dieser Messung:	11.04.2014
Datum der letzten Messung:	entfällt
Datum der nächsten Messung:	entfällt

1.6 Anlass der Messung:

Messung zum Nachweis der Abscheideleistung einer neu errichteten Abgasreinigungsanlage. Emissionsverursachende Anlagen sind fünf Aluminium-Druckgussmaschinen.

1.7 Aufgabenstellung:

Die gemäß §§ 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) bekanntgegebene Messstelle ANECO wurde vom unter Ziffer 1.1 genannten Auftraggeber beauftragt, nach Neuerrichtung einer Filteranlage zur Reinigung der Abluft von fünf Aluminium-Druckguss-Maschinen eine messtechnische Ermittlung des Wirkungsgrades der Filteranlage durchzuführen.

Eine immissionsschutzrechtliche Genehmigung liegt nicht vor.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltdiagnostik GmbH & Co.
Telefon (021 61) 3 01 69-0 Telefax (021 61) 3 01 69-22
Weidenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

1.8 Messobjekte:

<i>Komponenten</i>	<i>Anzahl der Messungen</i>
	<i>Beurteilungszeiträume</i>
➤ Emissionstechnische Daten	
Ablufttemperatur, Feuchte, dynam. Druck	1
➤ Diskontinuierlich erfasste gasförmige Komponenten	
Organische Stoffe angegeben als Gesamt-C (Silicagelverfahren)	6 à 30 Min.
➤ Diskontinuierlich erfasste aerosolförmige Komponenten	
Gesamt-C Aerosole	6 à 30 Min.

1.9 Durchgeführte Ortsbesichtigung vor Messdurchführung:

➤ Ortsbesichtigung durchgeführt am 14.03.2014	
➤ Messbedingungen entsprechend DIN EN 15259	
☒ nicht vorgefunden	☐ festgelegt und realisiert
	☒ nicht festgelegt und realisiert

1.10 Abstimmung der Messungen:

Die Messungen wurden mit Herrn Vinke, Firma HDO, Herrn Freudenberg (Fa. Kappa) und Herrn Dr. Jäger vom Umweltbundesamt abgestimmt.

1.11 Namensangabe aller an der Probenahme vor Ort beteiligten Personen und Anzahl der Hilfskräfte:

- Herr Weiß
- Herr Metten
- Hilfskräfte: keine

1.12 Beteiligung weiterer Institute:

Es waren keine weiteren Institute beteiligt.

1.13 Fachlich Verantwortlicher:

Herr Dipl.-Chem. M. Robert

1.13.1 Telefon-Nr. des Messinstitutes:

+49 21 61 / 301 69-0

1.13.2 E-Mail:

robert@aneco.de

2. Beschreibung der Anlage, gehandhabte Stoffe

2.1 Art der Anlage:

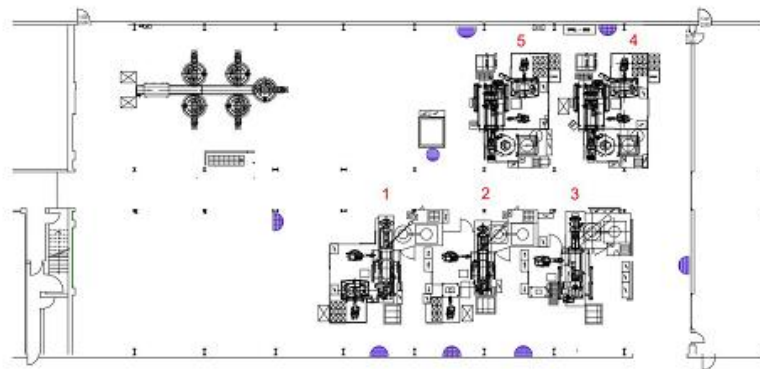
siehe Ziffer 1.4

2.2 Beschreibung der Anlage:

Die HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH betreibt am Standort Paderborn u.a. im Fertigungsgebäude 2 fünf Aluminium Druckgussmaschinen zur Fertigung von Rohteilen, die weiter veredelt werden. Die verschiedensten Teile finden Verwendung in der Automobil-Industrie sowie im Sanitär-, Hausgeräte- und Konsumgüterbereich. Beim Betrieb der Druckgußmaschinen wird ein Trennmittel verwandt, das als Emulsion aufgebracht wird.

Die Betreiberin hat zur Reinigung der beim Aluminium-Druckgussprozess entstehenden Abluft eine neue Abluftreinigungsanlage mit integrierter Wärmerückgewinnung der Fa. Kappa installiert. Hierdurch wird auch ein ausgewogenes Hallenklima erzeugt.

Der nachfolgende Maschinenaufstellungsplan zeigt die räumliche Verteilung und die Typen der fünf Druckgussmaschinen.



- 1 Italpress 260
- 2 Italpress 400
- 3 Frech DAW 450
- 4 Frech DAW 350 / 1
- 5 Frech DAW 350 / 2

Die Druckgussmaschinen sind wie folgt spezifiziert:

Maschine 1

Hersteller	Italpress
Typ	IP 400 SC
Größe	4000 kN
Anschaffung	2010
El. Anschlußleistung	265 kw
Betriebsmodus	17 – 21 Schichten pro Woche

Maschine 2

Hersteller Italpress
Typ IP 206
Größe 2600 kN
Anschaffung 2009
El. Anschlußleistung 210 kw
Betriebsmodus 17 – 21 Schichten pro Woche

Maschine 3

Hersteller Frech
Typ DAW 450
Größe 4500 kN
Anschaffung 2011
El. Anschlußleistung 270 kw
Betriebsmodus 17 – 21 Schichten pro Woche

Maschine 4

Hersteller Frech
Typ DAW 350
Größe 3500 kN
Anschaffung 2012
EL. Anschlußleistung 230 kw
Betriebsmodus 21 Schichten pro Woche

Maschine 5

Hersteller Frech
Typ DAW 350
Größe 3500 kN
Anschaffung 2013
El. Anschlußleistung 230 kw
Betriebsmodus 21 Schichten pro Woche

Die elektrische Anschlußleistung bezieht sich auf die gesamte Fertigungseinheit inklusive Presse Roboter und Peripherie.

2.3 Beschreibung der Emissionsquelle:

2.3.1 Standort (Ortslage):

siehe Ziffer 1.3

2.3.2 Emissionsquelle:

Höhe über Grund:	[m]	ca. 14
Austrittsfläche:	[m ²]	1,35
UTM:		32U 482134 / 5727184
Bauausführung:		Stahlblech

2.3.3 Landesspezifische Zuordnung:

Standort-Nr.:	keine Angaben
Betreiber-Nr.:	keine Angaben
Betriebsstätten-Nr.:	keine Angaben

2.4 Angabe der lt. Genehmigungsbescheid möglichen Einsatzstoffe:

- Flüssig-Aluminium, Trennmittel

2.5 Betriebszeiten:**2.5.1 Gesamtbetriebszeit**

Die Anlage wird momentan im 21 Schichten Betrieb gefahren (Contischicht)

2.5.2 Emissionszeit nach Betreiberangaben

Emissionszeit nach Betreiberangaben:	Emissionszeit $\approx$ Gesamtbetriebszeit
--------------------------------------	--

2.6 Einrichtungen zur Erfassung und Minderung der Emissionen:**2.6.1 Einrichtungen zur Erfassung der Emissionen:****2.6.1.1 Anlagen zur Emissionserfassung:**

Direkt unterhalb der Hallendecke wird je Hallenschiff über 2 Absaugstränge die wärme- und schadstoffbelasteten Luft erfasst und abgesaugt, indem ein Unterdruckfeld im Schadstoffanreicherungsgebiet der fünf Druckgussmaschinen erzeugt wird. Die regulierbaren Ansaugelemente des A.I.R.-Schadstoff-Erfassungssystems sind so konstruiert und strömungstechnisch ausgelegt, dass Ablagerungen größtmöglich vermieden werden und der Volumenstrom reguliert werden kann.

2.6.1.2 Erfassungselemente:

entfällt

2.6.1.3 Ventilatorckenndaten:**Abluftventilatoren (2 Stück):**

Hersteller:	Ziehl – Abegg
Baujahr:	2012
Typ:	ER71C-4DN.K7.1R
Fabrik-Nr.:	n.v.
Nennleistung:	[m³/h] 40.000
Druck:	[mmWS] 179
Betriebsdruck:	[mmWS] ca. 152
Drehzahl:	[min⁻¹] 1.470
Motorleistung:	[kW] 15

Zuluftventilatoren (2 Stück):

Hersteller:	Ziehl – Abegg
Baujahr:	2012
Typ:	R71C-4DN.I7.1R
Fabrik-Nr.:	n.v.
Nennleistung:	[m³/h] 40.000
Druck:	[mmWS] 134
Betriebsdruck:	[mmWS] 117
Drehzahl:	[min⁻¹] 1.470
Motorleistung:	[kW] 11

2.6.1.4 Ansaugfläche:

Die Ansaugflächen der Abluft direkt über dem Arbeitsbereich sind gleichmäßig über die Druckgussmaschinen in den Abluftsträngen in beiden Hallenbereichen verteilt. Die gesamte Ansaugfläche der Luftaufbereitungszentrale am Übergang der Abluftleitung beträgt ca. 2.745 * 1.800 mm.

2.6.2 Einrichtung zur Verminderung der Emissionen:

Die angesaugte emissionsbelastete Luft tritt in eine Vorkammer zur Gleichrichtung der Strömung und gleichmäßiger Verteilung der Emissionen auf die nachfolgenden Filterzellen ein. Danach trifft der Gasstrom auf die erste Filterstufe, bestehend aus Edelstahlfilterzellen, wo Tropfen und Aerosole auf Grund der kinematischen Kräfte, der Labyrinthwirkung und der Adhäsionskräfte abgeschieden werden bzw. zu größeren Tropfen koagulieren.

Die erste Edelstahlfilterstufe ist mit einer automatischen Wasch- und Bedüsungsanlage ausgerüstet. Diese Waschanlage dient zur Reinigung der Filterstufe, sofern klebrige oder anhaftende Emissionen (wie z.B. bei Trennmitteln, Härteölen, etc.) die Filterstufe verkleben. Ebenfalls können die Filterzellen bedüst werden, um einen entsprechenden Koagulationsgrad zu erreichen. Die Waschanlage wird entweder mit einem automatischen Wochen-/Monatsprogramm betrieben oder manuell gesteuert. Die Reinigung erfolgt im Betriebsstillstand.

In der zweiten und feineren Filterstufe mit höherer Filterfläche werden Aerosole und koagulierte Tropfen endgültig aus dem Gasstrom abgeschieden. Die Edelstahlfilterzellen der zweiten Filterstufe unterscheiden sich wesentlich von denen der ersten Stufe. In der Packungsdichte, der Struktur und Materialqualität sind diese auf die abzuscheidenden Emissionen abgestimmt.

Die dritte Filterstufe besteht aus Gewebefilterzellen mit dreistufig, progressiv aufgebauten Faserschichten, zuletzt mit einer hochabscheidenden Mikrofaserschicht. Die dritte Filterstufe dient als Sicherheitsstufe der Garantie der Abscheideleistung und dem Schutz nachfolgender Baugruppen wie Ventilatoren, Wärmetauscher, etc.

Die abgeschiedenen Emissionen fließen über eine flüssigkeitsdichte Kondensatwanne und einen Kondensatrücklauf zu einem Auffangbehälter.

Im folgenden Fließbild ist der Aufbau der Filteranlage dargestellt:

Messbericht vom 04.06.2014

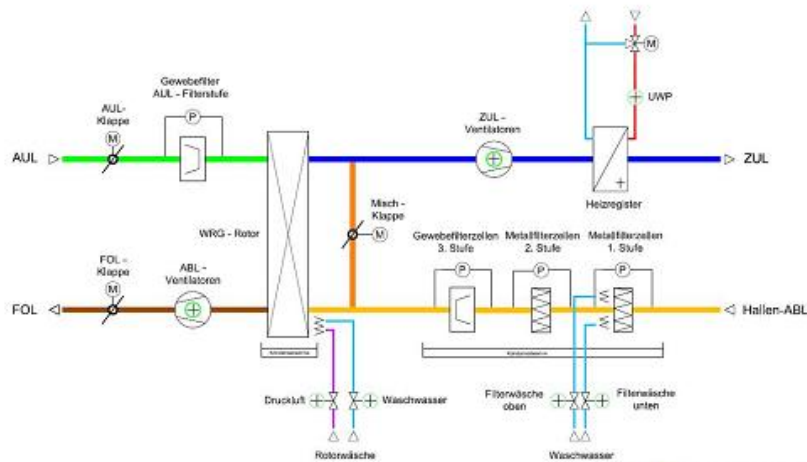
HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tiefen (B21 6D) 341 69-0 Tiefen (B21 6D) 341 69-22
Waldenstraße 17 D-31064 Moringen/Laßloch, www.aneco.de



2.6.2.1 Edelstahlfilterzellen 1:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Edelstahlfilterzelle
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Edelstahlgewebe
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Edelstahl
Filterfläche: [m ²]	202 m ²
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	3,3
Art der Abreinigung:	HD-Wasser und Druckluft
Abreinigungszyklus: [sec.]	Nach Zeitschaltuhr 2 mal in der Woche
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,6 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

2.6.2.2 Edelstahlfilterzellen 2:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Edelstahlfilterzelle
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Edelstahlgewebe
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Edelstahl
Filterfläche: [m ²]	283,5 m ²
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	2,4
Art der Abreinigung:	Bei Bedarf per manuellem HD-Wasser
Abreinigungszyklus: [sec.]	Nicht automatisiert, nach Ermessen
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,3 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

2.6.2.3 Gewebefilterzellen 1:

Hersteller:	Kappa Filter Systems GmbH
Baujahr:	2012
Typ:	Taschenfilter
Fabrik-Nr.:	n.v.
Bauart:	Glasfasergewebe, eigenstabil
Anzahl der Filterkammern:	1
Anzahl der Schläuche / Taschen pro Kammer:	12 ganze und 3 halbe Filterelemente
Filtermaterial:	Glasfaser
Filterfläche: [m ²]	75,6
Filterflächenbelastung: [m ³ /m ² · min.]	8,8
Art der Abreinigung:	n.v.
Abreinigungszyklus: [sec.]	n.v.
ΔP zw. Filterein- & Filterausgang: [mbar]	0,2 (Stand 09.08.2013)
Wartungsintervall:	Jährlich
Letzte Wartung:	09.08.2013

2.6.3 Einrichtungen zur Kühlung des Abgases:

Einrichtungen zur Kühlung des Abgases sind nicht vorhanden.

3. Beschreibung der Probenahmestellen:**3.1 Lage der Messquerschnitte:****Reingas:**

Höhe über Grund:	[m]	ca. 12
freie Einlauf- / Auslaufstrecke:	[m / m]	ca. 4 / ca. 2
Verlauf des Kamins:		vertikal
Lage in Bezug auf Ventilator:		hinter Ventilator

Rohgas:

Höhe über Grund:	[m]	ca. 6
freie Einlauf- / Auslaufstrecke:	[m / m]	0,25 / 0,2
Verlauf des Kamins:		vertikal
Lage in Bezug auf Ventilator:		vor Ventilator

3.1.1 Übereinstimmung der Probenahmestellen mit dem technischen Regelwerk:

Die Beurteilung der Messquerschnitte erfolgt gemäß den Vorgaben der DIN EN 15259, deren wesentliche Mindestanforderungen wie folgt zusammengefasst werden können:

- a) Lage des Messquerschnittes: $> 5 D_h$ Ein- und $> 2 D_h$ Auslauf;
- b) Lage des Messquerschnittes: $> 5 D_h$ Abstand bis zur Mündung
- c) lokale negative Strömungen: nicht feststellbar
- d) Geschwindigkeitsprofil: Verhältnis höchste/niedrigste lokale Geschwindigkeit $< 3 : 1$
- e) Strömungsrichtung: Winkel Gasstrom zu Mittelachse Abgaskanal $< 15^\circ$ (messtechnische Überprüfung gemäß DIN EN 13284-1 Anhang B).
- f) Mindestgeschwindigkeit: in Abhängigkeit vom verwendeten Messverfahren zur Bestimmung des Volumenstroms muss eine Mindestgeschwindigkeit vorhanden sein (für Staudrucksonden ein Differenzdruck $> 5 \text{ Pa}$).

Anforderung		Emissionsquelle
		Reingas
freie Einlaufstrecke	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
freie Auslaufstrecke	$\geq 2 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
Abstand zur Mündung	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
lokale negative Strömungen		nicht vorhanden
Geschwindigkeitsprofil		$< 3 : 1$
Strömungsrichtung		$< 15^\circ$
Mindestgeschwindigkeit		$\Delta p > 5 \text{ Pa}$

Anforderung		Emissionsquelle
		Rohgas
freie Einlaufstrecke	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
freie Auslaufstrecke	$\geq 2 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
Abstand zur Mündung	$\geq 5 \times d_{hydr.}$	nicht erfüllt
lokale negative Strömungen		nicht vorhanden
Geschwindigkeitsprofil		$< 3 : 1$
Strömungsrichtung		$< 15^\circ$
Mindestgeschwindigkeit		$\Delta p > 5 \text{ Pa}$

3.2 Abmessungen der Messquerschnitte:**Reingas:**

Abgasrohrgeometrie (B * T):	[m / m]	0,75 / 1,80
Hydraulischer Durchmesser:	[m]	1,06
Querschnitt der Messebene:	[m ²]	1,35

Rohgas:

Abgasrohrgeometrie (B * T):	[m / m]	0,80 / 1,0
Hydraulischer Durchmesser:	[m]	0,89
Querschnitt der Messebene:	[m ²]	0,80

3.3 Anzahl der Messachsen & Lage der Messpunkte im Messquerschnitt:**3.3.1 Erläuterungen zur Probenahmestrategie:****3.3.1.1 Probenahme partikelförmiger Komponenten:**

Bei der Probenahme partikelförmiger Komponenten ist die Durchführung von Netzmessungen erforderlich, sobald der Messquerschnitt die Fläche von 0,1 m² übersteigt. Gemäß DIN EN 15259, Ziffer 8.2, findet dabei - je nach vorgefundener Geometrie des Abgaskanals - folgende Probenahmestrategie Anwendung:

Rechteckige Abgaskanäle:

Fläche Messquerschnitt [m ²]	Mindestanzahl von	
	Seitenunterteilungen ^{a)}	Messpunkten je Ebene
< 0,1	--	1 ^{b)}
0,1 bis 1,0	2	4
1,1 bis 2,0	3	9
> 2,0	≥ 3	mind. 12 und 4 je m ² ^{c)}

^{a)} Andere Seiteneinteilungen können nötig sein, wenn beispielsweise die längste Seite mehr als doppelt so lang ist wie die kürzeste (siehe C.3 der DIN EN 15259).

^{b)} Bei nur einem Messpunkt sind Fehler möglich, die größer sind, als die in der DIN EN 15259 angegebenen Fehler.

^{c)} Bei großen Abgaskanälen sind in der Regel 20 Messpunkte ausreichend.

Am vorgefundenen Messquerschnitt erfolgte die Probenahme partikelförmiger Messkomponenten (aerosolförmiger gesamt Kohlenstoff Anteil) in Übereinstimmung mit den Anforderungen gemäß DIN EN 15259, Ziffer 8.2 als Netzmessung an den nachfolgend beschriebenen Messpunkten und -Achsen:

Reingas:

Anzahl Messachsen / Anzahl Messpunkte pro Achse:	
Art der Netzmessung:	2 Achsen / 5 Punkte pro Achse
Lage d. Messpunkte / Achse:	0,08 / 0,23 / 0,38 / 0,53 / 0,68 m

Rohgas:

Anzahl Messachsen / Anzahl Messpunkte pro Achse:	
Art der Netzmessung:	2 Achsen / 6 Punkte pro Achse
Lage d. Messpunkte / Achse:	0,07 / 0,20 / 0,33 / 0,47 / 0,60 / 0,73 m

3.3.1.2 Probenahme gasförmiger Komponenten

Bei der Probenahme gasförmiger Komponenten ist für die Probenahmestrategie zunächst die genaue Beurteilung der Homogenität der Messgröße im Messquerschnitt zu berücksichtigen:

- Bei **homogener** Verteilung der Messgröße im Messquerschnitt kann die Probenahme **punktförmig** an einem **beliebigen** Messpunkt erfolgen
- Bei **inhomogener** Verteilung der Messgröße im Messquerschnitt kann die Probenahme **punktförmig** an einem **repräsentativen** Messpunkt erfolgen, sofern bei der Berechnung der erweiterten Unsicherheit U_{pos} nach 8.3. der DIN EN 15259 der räumliche Beitrag zur Unsicherheit die Unsicherheitsanforderung $U_{pos} \leq U_{perm}$ erfüllt.
- Übersteigt der räumliche Beitrag zur Unsicherheit diese Unsicherheitsanforderung, so ist auch die Erfassung gasförmiger Messkomponenten als **Netzmessung** durchzuführen.

Bei Messquerschnitten mit einer Fläche von kleiner als 0,1 m² (bei runden Abgaskanälen entsprechend eines Kanaldurchmessers von $\leq 0,35$ m) kann in Übereinstimmung mit den Vorgaben der DIN EN 15259 auf die Durchführung einer Homogenitätsprüfung verzichtet werden (**punktförmige** Messung an einem **beliebigen** Messpunkt).

Gültige Homogenitätsprüfung:	☒ liegt nicht vor
------------------------------	---

Alle Messungen sind als Netzmessung durchgeführt worden.

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



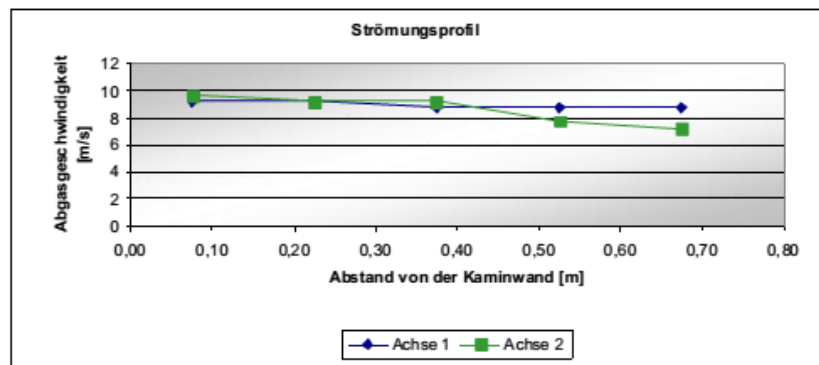
- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umweltdiagnostik GmbH & Co.
Teldeke (021 60) 3 01 69-0 Teldeke (021 60) 3 01 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

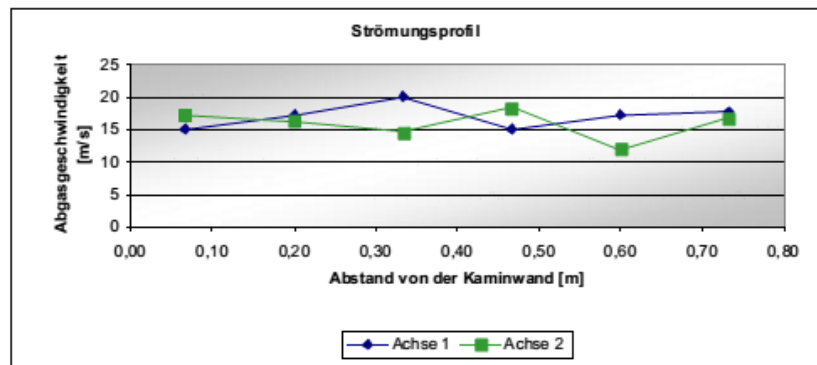
Profil: Abgasgeschwindigkeit

Reingas:



Strömungsprofil			
Messpunkt	Abstand von der Kaminwand	Abgasgeschwindigkeit	
		Achse 1	Achse 2
	[m]	[m/s]	
1	0,08	9,3	9,7
2	0,23	9,3	9,3
3	0,38	8,8	9,3
4	0,53	8,8	7,8
5	0,68	8,8	7,2
Mittelwert		8,8m/s	
Standardabweichung +/-		0,7 m/s	
rel. Standardabweichung +/-		8,37%	
größte Abgasgeschw. [m/s]		9,7	
kleinste Abgasgeschw. [m/s]		7,2	
Abgasgeschwindigkeit Max/Min		1,35 / 1	

Rohgas:



Strömungsprofil			
Messpunkt	Abstand von der Kaminwand	Abgasgeschwindigkeit	
		Achse 1	Achse 2
	[m]	[m/s]	
1	0,07	15,1	17,3
2	0,20	17,3	16,2
3	0,33	20,1	14,5
4	0,47	15,1	18,2
5	0,60	17,3	11,8
6	0,73	17,8	16,7
Mittelwert		16,4 m/s	
Standardabweichung +/-		2,0 m/s	
rel. Standardabweichung +/-		12,28%	
größte Abgasgeschw. [m/s]		20,1	
kleinste Abgasgeschw. [m/s]		11,8	
Abgasgeschwindigkeit Max/Min		1,70 / 1	

3.4 Anzahl und Größe der Messöffnungen (Messstutzen):

Emissionsquelle	Anzahl	Größe	Anordnung
Reingas	2	3"	nebeneinander
Rohgas	2	3"	um 90° gegeneinander versetzt

4. Mess- und Analysenverfahren, Geräte

4.1 Ermittlung der Abgasrandbedingungen:

4.1.1 Strömungsgeschwindigkeit:

Diskontinuierliche Einzelmessung:
Prandtl-Staurohr mit elektronischem Mikromanometer

Hersteller:	Halstrup - Walcher GmbH, Kirchzarten
Typ:	EMA 200
Messbereiche:	Dynamischer & statischer Druck: 0 - 2.000 Pa
Bestimmungsgrenze:	1 Pa
Kalibrierung mittels:	Druckkalibrator der Fa. Airflow; Typ Kal 84 pressure calibrator
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.2 Statischer Druck im Abgaskamin:

Siehe Ziffer 4.1.1 unter Berücksichtigung der entsprechenden Anschlüsse.

4.1.3 Luftdruck in Höhe der Probenahmestelle:

Dosenbarometer

Hersteller:	Greisinger Electronic, Regenstau
Typ:	GPB
Messbereich:	900 - 1.300 mbar
Bestimmungsgrenze:	900 mbar
Kalibrierung mittels:	Präzisionsbarometer, Firma Ströhlein
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.4 Abgastemperatur:

Diskontinuierliche Einzelmessung:
NiCr/Ni - Thermoelement mit elektronischer Nullpunktkompensation

Hersteller:	Testo GmbH, Lenzkirch
Typ:	Testo 922 / TC 305 P
Messbereich:	0 - 1.100 °C
Abmessungen Thermoelement:	Ø 1 mm x 500 mm
Ablesegenauigkeit:	0 - 200 °C: 0,1 °C > 200 °C: 1 °C
letzte Kalibrierung:	08/2013

4.1.5 Wasserdampfanteil im Abgas (Abgasfeuchte):

Psychrometrische Bestimmung nach dem 2-Thermometer-Verfahren mittels NiCr/Ni - Thermoelement (Bestimmungsgrenze 4 g/m³).

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (D-21 60) 3 01 69-0 Teldeke (D-21 60) 3 01 69-22
Wöhlerstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

4.1.6 Abgasdichte:

Berechnet unter Berücksichtigung der Abgasparameter:

- Luftsauerstoffgehalt (O_2)
- Kohlendioxid (CO_2)
- Luftstickstoff berechnet als Restgas (mit 0,933 % Ar)
- Abgasfeuchte
- Abgastemperatur
- Luftdruck und statischer Druck im Abgaskamin

4.2 Kontinuierliche Messverfahren:

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

4.3 Diskontinuierliche Messverfahren:

Vorbemerkungen zu den nachfolgenden Beschreibungen der Mess- und Analyseverfahren

Zu den verwendeten Teilstromentnahmesystemen:

Bei der Probenahme von diskontinuierlich erfassten Messkomponenten werden von ANECO - je nach zu erzielendem Teilgasvolumen – standardmäßig zwei unterschiedliche, modular aufgebaute Teilstromentnahmesysteme eingesetzt:

a) Teilstromentnahmesystem / Typ G 1.6:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Trockenturm mit Trockenperlen zur Restfeuchteabscheidung, Rotameter (0 - 500 l/h), Pumpe (Fa. Neuberger, Typ N86KNE), Thermoelement (0 - 60 °C) zur Bestimmung der Teilgastemperatur und Gasuhr (Fa. Schlumberger, Typ G 1,6); Ablesegenauigkeit 0,2 l).

b) Teilstromentnahmesystem / Typ G 2.5:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Kondensatabscheider aus Edelstahl, Trockenturm mit Silicageltrockenperlen, Rotameter (0-4 m³/h), Pumpe (Fa. Rietschle, Typ VTE 6), Thermoelement (0 - 60 °C) zur Bestimmung der Teilgastemperatur und Gasuhr (Fa. Pipersberg, Typ BK 6, Ablesegenauigkeit 0,2 l).

In den Beschreibungen der Messverfahren werden zur Vereinfachung der Verfahrensbeschreibungen nur noch die Typen - Kurzbezeichnung verwendet.

Zu den Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Beim Einsatz der o.g. Teilstromentnahmesysteme kommen standardmäßig Maßnahmen zur Qualitätssicherung zum Tragen, die hier - zur Verbesserung der Übersichtlichkeit der nachfolgenden Beschreibungen der Messverfahren im Hinblick auf die Aspekte der Dichtigkeitsprüfung und der Überprüfung der Gasmengenzähler zusammenfassend dargestellt werden. Darüber hinausgehende Maßnahmen sind den jeweiligen Beschreibungen der Messverfahren in den Ziffern 4.2. bzw. 4.3. zu entnehmen.

a) Dichtigkeitsprüfung / Typ G 1.6:

Die Dichtigkeit des Messplatzaufbaus wird jeweils vor und nach der Probenahme durch Verschließen der Apparatur an der Sondenspitze bei normalem Durchfluss überprüft. Die Volumenflussrate darf dabei 0,002 m³/h nicht überschreiten.

b) Dichtigkeitsprüfung / Typ G 2.5:

Die Dichtigkeit des Messplatzaufbaus wird jeweils vor und nach der Probenahme durch Verschließen der Apparatur an der Sondenspitze bei normalem Durchfluss (berechnetes Absaugvolumen) überprüft. Die Volumenflussrate darf dabei 0,05 m³/h nicht überschreiten.

c) Gasmengenzähler / Typ G 1.6:

Regelmäßige Überprüfung der Gasuhren mittels rückgeführtem Balgengaszähler BK 2,5 (zulässige Abweichung: < 3%).

d) Gasmengenzähler / Typ G 2.5:

Regelmäßige Überprüfung der Gasuhren mittels rückgeführtem Balgengaszähler BK 2,5 (zulässige Abweichung: < 2%).

4.3.1 Gas- und dampfförmige Emissionen: Gesamtkohlenstoff, differenziert nach Aerosol- und gasförmigem Anteil**4.3.1.1 Aerosol Anteil****4.3.1.1.1 Messverfahren / Normen:**

Anreichernde isokinetische Probenahme gemäß VDI-Richtlinie 2066, Blatt 1 mit Abscheidung der Aerosolanteile auf einem Planfilter.

4.3.1.1.2 Probenahmegeräte:

Düsen, Krümmer:	
Hersteller / Material:	Ströhlein / Titan
Filterkopf (innenliegend)	
Hersteller / Typ / Material:	Sonmet / Titan
Abscheidemedium:	
Hersteller / Ausführung / Typ:	Quarzplanfilter, Munktell, MK 360
Entnahmesonde:	
Ausführung / Länge:	1/2 " Edelstahlrohr / ca. 1,5 m

Teilstromentnahmesystem:

Modulares System bestehend aus Absaugschläuchen, Kondensatabscheider aus Edelstahl, Trockenturm mit Silicageltrockenperlen, Rotameter (0-4 m³/h), Pumpe (Fa. Rietschle, Typ VTE 6) und Gasuhr (Fa. Pipersberg, Typ BK 6, Ablesegenauigkeit 0,2 l). Die Berechnung der Absaugraten für die einzelnen Entnahmepunkte im Messquerschnitt erfolgt mittels ANECO Programm „Volumenstrom.xls“

4.3.1.1.3 Analyse:

Die auf dem Quarz-Planfilter abgeschiedenen Aerosole werden im Coulomaten verbrannt. Das entstehende Kohlendioxid wird unter Ausbildung von schwerlöslichem Bariumcarbonat und Perchlorsäure in Bariumperchlorat-Lösung absorbiert. Hierdurch wird im Kathodenraum des Analysators eine pH-Wert-Verschiebung hervorgerufen. Bei angelegter Spannung zwischen Kathode und Anode (getrennt durch ein Diaphragma) werden die Protonen der freiwerdenden Perchlorsäure zu Wasserstoff reduziert und die Perchloratanionen migrieren in den Anodenraum. Hier erfolgt die Oxidation des Wassers unter Freisetzung von Sauerstoff und Protonen, die dabei gebildete Perchlorsäure reagiert mit überschüssigem Bariumcarbonat unter Freisetzung von Kohlendioxid zu Bariumperchlorat. Messgröße ist der zur Elektrolyse aufgewandte Strom.

Coulomat:	Fa. Ströhlein
Typ:	702
Verbrennungstemperatur:	950 °C
Temperaturprogramm:	2 min 250 °C, 4 min 950 °C
Verbrennungsdauer:	6 min

4.3.1.1.4 Verfahrenskenngrößen:

Querempfindlichkeiten:	Überbefunde werden bei nennenswerten Abgasfeuchten und hohem Kohlendioxidgehalt im Abgas erhalten. Dies ist bei der hier untersuchten Abluftmatrix nicht der Fall.
Bestimmungsgrenze:	0,05 mg/Probe = 0,05 mg/m ³ bei einem Teilgasvolumen von 1 m ³
Messunsicherheit / Fehlerbetrachtung:	Wird im Messbericht ergänzt

4.3.1.2 Messobjekt: Gesamtkohlenstoff, gasförmiger Anteil

4.3.1.2.1 Messverfahren / Normen:

Silicagelverfahren; anreichernde Probenahme durch Adsorption an Silicagel sowie coulometrischer Bestimmung gemäß VDI-Richtlinie 3481, Blatt 2 im Bypass der Apparatur zur Bestimmung des Aerosolanteils.

4.3.1.2.2 Geräte für die Probenahme:

Entnahmesonde:	Entfällt, Entnahme über einen Bypass
Partikelfilter	entfällt
Absorptionseinrichtung / Teilstromentnahmesystem:	2 Silicagelröhrchen, vertikal in Reihe angeordnet / Typ G 1.6
Sorptionsmittel:	Silicagel
Sorptionsmittelmenge:	15 g / Rohr
Länge Sonde + Filter:	entfällt
Ablesegenauigkeit Volumenmessgerät:	2 x 10 ⁻⁴ m ³
Proben transfer:	Transport der mit Stickstoff gespülten Röhrchen in gepolsterten Transportkoffern.
Zeitraum zw. Probenahme & Analyse:	max. 2 d
Fremdlabor:	nein

4.3.1.2.3 Analytische Bestimmung:

Die am Silicagel adsorbierten gasförmigen Kohlenstoffverbindungen werden im Sauerstoffstrom thermisch desorbiert und an einem Pt-Kontakt bei 800 °C katalytisch verbrannt. Das entstehende Kohlendioxid wird unter Ausbildung von schwerlöslichem Bariumcarbonat und Perchlorsäure in Bariumperchlorat-Lösung absorbiert. Hierdurch wird im Kathodenraum des Analysators eine pH-Wert-Verschiebung hervorgerufen. Bei angelegter Spannung zwischen Kathode und Anode (getrennt durch ein Diaphragma) werden die Protonen der freiwerdenden Perchlorsäure zu Wasserstoff reduziert und die Perchloratanionen migrieren in den Anodenraum. Hier erfolgt die Oxidation des Wassers unter Freisetzung von Sauerstoff und Protonen, die dabei gebildete Perchlorsäure reagiert mit überschüssigem Bariumcarbonat unter Freisetzung von Kohlendioxid zu Bariumperchlorat. Messgröße ist der zur Elektrolyse aufgewandte Strom.

Coulomat:	Fa. Ströhlein
Typ:	702
Verbrennungstemperatur:	950 °C
Temperaturprogramm:	2 min 250 °C, 4 min 950 °C
Verbrennungsdauer:	6 min
Verteilung der Beladung:	1/2; 90/10 (ungünstigster Fall)

4.3.1.2.4 Verfahrenskenngrößen und Art der Ermittlung:

Querempfindlichkeiten:	Überbefunde werden bei nennenswerten Abgasfeuchten und hohem Kohlendioxidgehalt im Abgas erhalten. Dies ist bei der hier untersuchten Abluftmatrix nicht der Fall.
Bestimmungsgrenze:	0,05mg/Probe = 1,25 mg/m ³ bei einem Teilgasvolumen von 0,04 m ³
Messunsicherheit / Fehlerbetrachtung:	wird im Messbericht ergänzt

4.3.1.2.5 Maßnahmen zur Qualitätssicherung:

Dichtigkeitsprüfung / Gasmengenzähler: siehe Vorbemerkung unter Ziffer 4.3

Analytischer Teilschritt

Regelmäßige Überprüfung des Analyseverfahrens mittels Kontrollkarten.

4.3.2 Besondere hochtoxische Abgasinhaltsstoffe:

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

4.3.3 Geruchsemissionen:

Die Ziffer entfällt, da der Prüfungsgegenstand nicht Bestandteil der Untersuchungen ist.

5. Betriebszustand der Anlage während der Messungen

5.1 Produktionsanlage:

Betriebsweise:	kontinuierlicher Normalbetrieb
Durchsatz / Leistung:	Aluminiummenge: Maschine 1: 60 kg/h Maschine 2: 270 kg/h Maschine 3: 70 kg/h Maschine 4: 90 kg/h Maschine 5: Wartung
Einsatzstoffe / Brennstoffe:	flüssiges Aluminium
Produkte:	Maschine 1: Reflektoren Maschine 2: Kühlkörper Maschine 3: Kühlkörper Maschine 4: Halter Maschine 5: Wartung
charakteristische Betriebsgrößen:	keine Angaben
Abweichungen von genehmigter bzw. bestimmungsgemäßer Betriebsweise:	keine
besondere Vorkommnisse:	keine

5.2 Abgasreinigungsanlagen:

- Betriebsdaten: keine Angaben
- Betriebstemperaturen: ca. 30°C Abgastemperatur
- emissionsbeeinflussende Parameter: Auslastungsgrad der Anlage
- Besonderheiten der Abgasreinigung: Energierückgewinnung
- Abweichung von bestimmungsgemäßen Betrieb: keine

6. Zusammenstellung der Messergebnisse und Diskussion**6.1 Bewertung der Betriebsbedingungen während der Messungen:**

Die Konstellation der messtechnisch begleiteten Betriebsvorgänge stellte nach Aussagen des Betreibers eine betriebsübliche, repräsentative Anlagenauslastung dar.

Während der Messungen 1 – 4 liefen 4 Maschinen → 80 % Auslastung

Während der Messung 5 liefen 3 Maschinen → 60 % Auslastung

Während der Messung 6 liefen 4 Maschinen → 80 % Auslastung

6.2 Messergebnisse:

Bei den nachfolgend dargestellten Werten sind die

- Mittelwerte als Mittelwerte über die gesamte Messdauer der jeweiligen Messreihe und die
- Maximalwerte als höchste erfasste Mittelwerte über die jeweilige Probenahmezeit

zu verstehen.

Die Einzelergebnisse (Halbstundenmittelwerte) sind im Anhang aufgeführt.

Rohgas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	5,6	6,1	6,0	3,3	6,2	6,2	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	6,7	7,1	6,9	4,3	6,9	7,1	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Reingas:**Massenkonzentrationen:**

Komponente	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Messung 6	Grenzwert
Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil) [mg/m³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	-
Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil) [mg/m³]*	**	6,3	6,1	3,1	6,0	6,6	-
Summe Gesamtkohlenstoff [mg/m³]*	-	6,8	6,7	3,8	6,5	7,2	-

*Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen Beschädigt

Wirkungsgrad bezogen auf							
aerosolförmiger Anteil [%]	40	44	29	36	29	34	
gasförmiger Anteil [%]	-	-	-	5	4	-	
Summe Ges. C [%]	-	4	3	12	6	-	

6.3 Messunsicherheiten:

Die in der Tabelle aufgeführte Messunsicherheit wurde nach VDI Richtlinie 4219 ermittelt.

Die angegebenen Unsicherheiten sind erweiterte Messunsicherheiten mit einer statistischen Sicherheit von 95 %.

Rohgas:

erweiterte Messunsicherheit gem. VDI 4219 (statistische Sicherheit $p=0,95$)

Komponente	relative Messunsicherheit	Ermittlungsart	höchster Einzelmesswert Y_{max}	Messunsicherheit U_p	höchster Einzelmesswert a $Y_{max} \pm U_p$		Emissionsbegrenzung	
Summe Gesamtkohlenstoff	7 %	A	7,1	0,5	7,6	6,6	-	[mg/m ³] ^b

^abezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Bei Werten < Bestimmungsgrenze wurde mit diesen Werten gerechnet

^aErmittlung gem. VDI 4219 (indirekter Ansatz)

^bErmittlung gem. VDI 4219 (direkter Ansatz)

Reingas:

erweiterte Messunsicherheit gem. VDI 4219 (statistische Sicherheit $p=0,95$)

Komponente	relative Messunsicherheit	Ermittlungsart	höchster Einzelmesswert Y_{max}	Messunsicherheit U_p	höchster Einzelmesswert a $Y_{max} \pm U_p$		Emissionsbegrenzung	
Summe Gesamtkohlenstoff	7 %	A	7,2	0,5	7,7	6,7	-	[mg/m ³] ^b

^abezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Bei Werten < Bestimmungsgrenze wurde mit diesen Werten gerechnet

^aErmittlung gem. VDI 4219 (indirekter Ansatz)

^bErmittlung gem. VDI 4219 (direkter Ansatz)

6.4 Plausibilitätsprüfung:

Die vorgefundenen Betriebszustände (Anlagenleistung, -fahrweise und die Betriebsweise der Abgasreinigungsanlage) korrelieren mit den jeweiligen Messergebnissen und bestätigen in Ihrer Größenordnung die erhaltenen Ergebnisse.

ANECO Institut für Umweltschutz GmbH & Co.

Mönchengladbach, den 04.06.2014

We/AW

Der fachlich Verantwortliche:

Dipl.-Chem. Michael Robert

Der Sachbearbeiter:

Dipl. Ing. Guido Leßmann

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldeke (D-21 60) 3 01 69-0 Teldeke (041 60) 3 01 69-22
Wittenstraße 17 D-41064 Mönchengladbach www.aneco.de

ANHANG

MESS- UND RECHENWERTE

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tollstein 10/21 650 341 69-0 Tollstein (041 61) 301 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

Reingas:

Emissionstechnische Daten

Firma	HDO
Anlage	Druckgußmaschinen
Emissionsquelle	Reingas
Auftragsnummer	14 0054 E

Querschnitt d. Messebene	1.350 m²						
Messung Nr.:	1	2	3	4	5	6	
Datum der Messung	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	
Luftdruck	998	998	998	998	998	998	hPa
Abgastemperatur							
trockenes Thermometer	299	299	299	299	299	299	K
feuchtes Thermometer	290	290	290	290	290	290	K
Abgaszusammensetzung							
Sauerstoff	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	Vol-%
Kohlendioxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Kohlenmonoxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Restgase	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	Vol-%
Abgasfeuchte bezogen auf Normkubikmeter, trocken	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	kg/m³
	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	%
Dichte im Normzustand	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	kg/m³
Dichte im Betriebszustand	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162	1,162	kg/m³
mittlerer Wurzelwert des dynamischen Druckes	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	hPa
Statischer Druck	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	hPa
Abgasgeschwindigkeit	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	m/s
Abgasvolumen							
im Betriebszustand	42900	42900	42900	42900	42900	42900	m³/h
im Normzustand, feucht	38700	38700	38700	38700	38700	38700	m³/h
im Normzustand, trocken	38200	38200	38200	38200	38200	38200	m³/h

Anlage/Messstelle	Druckgußmaschinen Reingas					
Abgaskomponente	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)					
Messung Nr.	1	2	3	4	5	6
Datum	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start	11:15	11:48	12:21	12:54	13:27	14:00
Ende	11:45	12:18	12:51	13:24	13:57	14:30
Luftdruck [hPa]	998	998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350	1.350
Temperatur trockenes Therm. [K]	299	299	299	299	299	299
Temperatur feuchtes Therm. [K]	290	290	290	290	290	290
Sauerstoffgehalt [Vol. %]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im						
- Betriebszustand [m³/h]	42900	42900	42900	42900	42900	42900
- Norm (feucht) [m³/h]	38700	38700	38700	38700	38700	38700
- Normzustand (trocken) [m³/h]	38200	38200	38200	38200	38200	38200
Abgaskomponente	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)					
Teilgasvolumen [m³/Probe]	0,812	0,824	0,808	0,824	0,840	0,810
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]	27	29	30	31	32	33
Analysen						
- Bestimmungsgrenze [mg/Probe]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis [mg/Probe]	0,48	0,41	0,46	0,47	0,42	0,47
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
Massenstrom [kg/h]	0,025	0,021	0,025	0,025	0,022	0,025
	Mittelwert	Max.-Wert				
Massenkonzentration [mg/m³]*	0,6	0,7				
Massenstrom [kg/h]	0,024	0,025				

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tiefen (02161) 341 69-0 Tiefen (02161) 341 69-22
Wiesenstraße 17 D-41068 Mönchengladbach www.aneco.de

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen	Reingas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Messung Nr.		1	2	3	4	5
Datum		11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start		11:15	11:48	12:21	12:54	13:27
Ende		11:45	12:18	12:51	13:24	13:57
Luftdruck [hPa]		998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]		1,350	1,350	1,350	1,350	1,350
Temperatur trockenes Therm. [K]		299	299	299	299	299
Temperatur feuchtes Therm. [K]		290	290	290	290	290
Sauerstoffgehalt [Vol. %]		21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im Betriebszustand [m³/h]		42900	42900	42900	42900	42900
- Norm (feucht) [m³/h]		38700	38700	38700	38700	38700
- Normzustand (trocken) [m³/h]*		38200	38200	38200	38200	38200
Abgaskomponente		Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Teilgasvolumen [m³/Probe]		0,020	0,021	0,020	0,021	0,022
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]		16	22	23	23	22
Analysen						
-Bestimmungsgrenze [mg/Probe]		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
-Ergebnis [mg/Probe]		**	0,12	0,11	0,06	0,12
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*		-	6,3	6,1	3,1	6,0
Massenstrom [kg/h]			0,239	0,231	0,120	0,229
Massenkonzentration [mg/m³]*			Mittelwert	Max.-Wert		
			5,6	6,6		
Massenstrom [kg/h]			0,214	0,251		

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

** Sorptionsröhrchen beschädigt

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



- Berichtsnummer: 14 0054 E



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Tel: 0521 60 301 69-0 Telefax: 0521 60 301 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de

Rohgas:

Emissionstechnische Daten

Firma	HDO
Anlage	Druckgußmaschinen
Emissionsquelle	Rohgas
Auftragsnummer	14 0054 E

Querschnitt d. Messebene	0,800 m²						
Messung Nr.:	1	2	3	4	5	6	
Datum der Messung	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	
Luftdruck	998	998	998	998	998	998	hPa
Abgastemperatur							
trockenes Thermometer	302	302	302	302	302	302	K
feuchtes Thermometer	289	289	289	289	289	289	K
Abgaszusammensetzung							
Sauerstoff	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	Vol-%
Kohlendioxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Kohlenmonoxid	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	Vol-%
Restgase	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	79,0	Vol-%
Abgasfeuchte bezogen auf Normkubikmeter, trocken	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	kg/m³
	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	%
Dichte im Normzustand	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	1,293	kg/m³
Dichte im Betriebszustand	1,142	1,142	1,142	1,142	1,142	1,142	kg/m³
mittlerer Wurzelwert des dynamischen Druckes	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	hPa
Statischer Druck	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	-4,70	hPa
Abgasgeschwindigkeit	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	16,4	m/s
Abgasvolumen							
im Betriebszustand	47400	47400	47400	47400	47400	47400	m³/h
im Normzustand, feucht	42000	42000	42000	42000	42000	42000	m³/h
im Normzustand, trocken	41600	41600	41600	41600	41600	41600	m³/h

Anlage/Messstelle	Druckgußmaschinen Rohgas					
Abgaskomponente	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)					
Messung Nr.	1	2	3	4	5	6
Datum	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start	11:15	11:48	12:21	12:54	13:27	14:00
Ende	11:45	12:18	12:51	13:24	13:57	14:30
Luftdruck [hPa]	998	998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Temperatur trockenes Therm. [K]	302	302	302	302	302	302
Temperatur feuchtes Therm. [K]	289	289	289	289	289	289
Sauerstoffgehalt [Vol.%]	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im						
- Betriebszustand [m³/h]	47400	47400	47400	47400	47400	47400
- Norm (feucht) [m³/h]	42000	42000	42000	42000	42000	42000
- Normzustand (trocken) [m³/h]	41600	41600	41600	41600	41600	41600
Abgaskomponente	Gesamtkohlenstoff (aerosolförmiger Anteil)					
Teilgasvolumen [m³/Probe]	0,832	0,843	0,849	0,854	0,847	0,841
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]	24	27	29	29	29	30
Analysen						
- Bestimmungsgrenze [mg/Probe]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis [mg/Probe]	0,84	0,76	0,67	0,74	0,57	0,71
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*	1,1	1,0	0,9	1,0	0,8	1,0
Massenstrom [kg/h]	0,046	0,042	0,037	0,040	0,031	0,040
Massenkonzentration [mg/m³]*	Mittelwert	Max.-Wert				
	0,9	1,1				
Massenstrom [kg/h]	0,039	0,046				

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Messbericht vom 04.06.2014

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH; Paderborn



ANECO Institut für Umwelttechnik GmbH & Co.
Teldein (021 60) 3 01 69-0 Telefax (021 60) 3 01 69-22
Waldenstraße 17 D-41066 Mönchengladbach www.aneco.de



- Berichtsnummer: 14 0054 E

Anlage/Messstelle	:	Druckgußmaschinen	Rohgas			
Abgaskomponente	:	Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Messung Nr.		1	2	3	4	5
Datum		11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014	11.04.2014
Messzeit						
Start		11:15	11:48	12:21	12:54	13:27
Ende		11:45	12:18	12:51	13:24	13:57
Luftdruck [hPa]		998	998	998	998	998
Querschnitt [m²]		0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Temperatur trockenes Therm. [K]		302	302	302	302	302
Temperatur feuchtes Therm. [K]		289	289	289	289	289
Sauerstoffgehalt [Vol. %]		21,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Abgasvolumen im Betriebszustand [m³/h]		47400	47400	47400	47400	47400
- Norm (feucht) [m³/h]		42000	42000	42000	42000	42000
- Normzustand (trocken) [m³/h]*		41600	41600	41600	41600	41600
Abgaskomponente		Gesamtkohlenstoff (gasförmiger Anteil)				
Teilgasvolumen [m³/Probe]		0,045	0,011	0,015	0,024	0,022
Teilgasunterdruck [hPa]						
Teilgastemperatur [°C]		23	26	29	30	31
Analysen						
- Bestimmungsgrenze [mg/Probe]		0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
- Ergebnis [mg/Probe]		0,23	0,06	0,08	0,07	0,12
Messergebnis						
Massenkonzentration [mg/m³]*		5,6	6,1	6,0	3,3	6,2
Massenstrom [kg/h]		0,234	0,252	0,249	0,137	0,256
		Mittelwert	Max.-Wert			
Massenkonzentration [mg/m³]*		5,6	6,2			
Massenstrom [kg/h]		0,231	0,257			

* Volumenangaben bezogen auf 273 K, 1013 hPa, trockenes Abgas

Anhang Seite 5 von 5

Anhang 6 Grünstrom Zertifikat



CLEAN ENERGY
SOURCING

Grünstrom Zertifikat

Klimaschutzbilanz im Zeitraum von
01/2013 – 12/2013

HDO Druckguß- und Oberflächentechnik GmbH
Halberstädter Str. 7-13
33106 Paderborn

Das Unternehmen ist Stromkunde der **Clean Energy Sourcing GmbH**, die eine **100%ige Grünstromversorgung aus Erneuerbaren Energien** entsprechend dem Kundenverbrauch sicherstellt.

Der Kunde leistet damit einen wichtigen Beitrag zum **Klima- und Umweltschutz** und unterstützt insbesondere in Deutschland die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien wie **Wind, Wasser** und **Biomasse**.

Die Qualität des Stroms und seine geschlossene, transparente Lieferkette werden regelmäßig vom **TÜV Rheinland** geprüft und bescheinigt. Mehr Informationen unter **www.clens.eu**



Strombezug von ca.
entspricht CO₂-Ersparnis von ca.
vergleichbar mit der jährlichen
CO₂-Aufnahme von ca.

15.000 MWh
9.240 t

125.000 Bäumen

Dr. Thomas Pilgram
Geschäftsführer
Clean Energy Sourcing GmbH

Dr. Frank Baumgärtner
Geschäftsführer
Clean Energy Sourcing GmbH

Anhang 6 Meinungen zur Kappa Inluft-Reinigungsanlage

Die in die Lösung des Luftproblems der Aluminiumgießerei der HDO einbezogenen Personen wurden mit folgenden Fragen um eine persönliche Stellungnahme gebeten:

Fragenkatalog

Wie ist das Projekt gelaufen?

Stehen die Kosten im gesunden Verhältnis zu dem Nutzen?

War die Installation unumgänglich?

War die Anschaffung in diesem Rahmen sinnvoll?

War damit zu rechnen, dass die Aluminiumfertigung in diesem Rahmen expandiert?

Die Anlage ist mit den aktuell fünf Maschinen ausgelastet was passiert wenn das Volumen noch steigt, würde die Anlage dann erweitert?

Wie kommt das System bei den Mitarbeitern an?

Gibt es Reaktionen resultierend aus den Veröffentlichungen?

Antwort Ferdinand Brakhane, Leiter Arbeits- und Umweltschutzmanagement, HDO-ASI

„Im Gegensatz zu den Gießbedingungen in den Gießereien für Zink und Magnesium müssen in der Gießerei Aluminium größere Mengen an Trennmittel aufgebracht werden und es muss eine Schmierung des Gießkolbens erfolgen.

Trennmittelaerosole in der Luft und Rauche, die durch die teilweise Verbrennung des Schmiermittels entstehen, waren sichtbar und riechbar.

Nach § 19 der Gefahrstoffverordnung sind Arbeitsverfahren so zu gestalten, dass gefährliche Gase, Dämpfe oder Schwebstoffe nicht frei werden, soweit dies nach dem Stand der Technik möglich ist.

Die „freie“ Belüftung der Halle ausschließlich über Fenster und Dachreiter, wie in den beiden anderen Gießereien, war hier nicht ausreichend und führt gerade in der Winterzeit zu besonderen Problemen.

Die dann an den ersten beiden Aluminium Druckgießmaschinen installierten Absaugungen hatten nicht die erwartete Leistung und im

Zusammenhang mit der Beschaffung einer dritten Aluminium Druckgießmaschine kam es auch zum Start des Kappa- Projektes.

Durch die jetzt installierte Kappa- Druckguss-A.I.R. (Aktive Inluft-Reinigung) konnte die Raumluft an den –Arbeitsplätzen deutlich verbessert werden und Auswirkungen von Emissionen über Dach sind nicht erkennbar.

Da die Sicherheitsdatenblätter zu den eingesetzten Kohlenwasserstoffgemische (Trennmittel) leider keine Arbeitsplatzgrenzwerten benennen, sind für uns maßgeblich die Grenzwerte der TRGS 900 verbindlich und die Hinweise der BekGS 901, weil das Trennmittel bei der Aufbringung sowohl als Dampf als auch als Aerosol vorliegt.

Die durchgeführten Messungen belegen, dass die Grenzwerte der uns bekannten Luftschadstoffe eingehalten werden.

Mit etwas Sorge betrachten wir die Menge der Ablagerungen in den Rohrsystemen der Anlage und die Anhaftungen an den Betriebsmitteln über den Druckgießmaschinen.

Hier wird der erforderliche Wartungsaufwand sicherlich etwas größer ausfallen als ursprünglich vermutet.

Nach dem jetzigen Kenntnisstand erfüllt die Anlage alle gesetzlichen Anforderungen des Arbeits- und Umweltschutzes."

Antwort Martin Vinke, Leiter Facility Management, HDO-FM

„Im Jahr 2009 haben wir die erste Aluminiumdruckgießmaschine in Paderborn aufgebaut.

Mit der Aufnahme der Serienfertigung wurden die Unterschiede zum Zinkdruckguss ersichtlich.

Die Fertigung von Aluminiumdruckgussteilen unterscheidet sich von der Zinkdruckgussfertigung deutlich.

Es handelt sich hier um ein Kaltkammerverfahren. Die thermischen Belastungen für die Maschinen und Werkzeuge sind höher.

Aluminium wird mit 720 °C verarbeitet.

Der Einsatz von Trennmitteln zur Produktentnahme ist unabdinglich.

Zusätzlich wird dadurch auch die Form nach jedem Zyklus von den sogenannten Flittergraden befreit.

Durch die hohen Temperaturen und den hohen Druck beim Besprühen entstehen regelrecht Wolken aus Aerosolen und Dämpfen.

Wir haben uns dieser Umstände sofort angenommen.

Eine Firma aus Süddeutschland hat sich im Bereich der industriellen Absaugung durch die Spezialisierung auf zentrale Erfassung von Dämpfen und Stäuben empfohlen. Es wurde an den mittlerweile zwei Maschinen spezielle Absaughauben montiert.

Diese Hauben hatten durch einen separat montierten Ventilator einen recht hohen Erfassungsgrad an der Quelle. Das Problem dabei war der recht hohe Anteil an Aerosolen. Die Flüssigkeiten sammel-

ten sich im Rohrsystem und traten an deren Verbindungen und den Gehäusen der Ventilatoren aus. Es wurden auch keine Substanzen herausgefiltert oder separiert.

Das abgesaugte Volumen wurden frei über dachgeführt. Die Leistung der Systeme war nicht zufriedenstellend.

Auf der Suche nach Alternativen wurde die Fertigungsleitung Druckguß auf die Firma Kappa aufmerksam. Diese empfahl sich durch einige interessante Referenzanlagen im südlichen Raum Deutschlands. Kappa hatte schon in anderen Gießereien erfolgreich Anlagen installiert. Die Firma hat Ihren Sitz in Österreich und expandierte zu der Zeit in Richtung Mitteldeutschland.

Es wurde eine Niederlassung in Düsseldorf gegründet. Nach ersten Gesprächen und Termine vor Ort haben wir dann beschlossen mit Kappa gemeinsam eine Lösung zu entwickeln. Es wurden Daten gesammelt, ausgewertet und ein Konzept entwickelt. Es waren alle involvierten Abteilungen und Fachbereiche aktiv. Nach einem halben Jahr stand das Konzept und es wurden letzte kaufmännische Details geklärt.

Die letztendliche Freigabe durch die Geschäftsführung erfolgte nach dem die Möglichkeit der Förderung durch das UIP als wahrscheinlich galt.

Als uns der Zuwendungsbescheid des BMU erreichte haben wir dann die Bestellung ausgelöst und sind gestartet.

Während der Planungen ist dann die dritte Maschine aufgebaut worden.

Es wurden ein Terminplan erstellt und die Leistungen definiert. Die Montagearbeiten wurden während des Betriebs durchgeführt. Der Terminplan wurde ausnahmslos eingehalten, die Logistik und Materialversorgung funktionierte „Just in Time“ zur Baustelle. Die Montage wurde sehr professionell durchgeführt. Schon während der ersten Probelaufe war das Potential der Anlage erkennbar. Nach Inbetriebnahme wurden noch einige Steuerungsfunktion angepasst.

Seit April ist die Anlage auf unser Intranet aufgeschaltet. Wir können somit jederzeit online die Anlage überwachen. Zusätzlich ist die Anlage an unser Leitsystem angebunden was es uns ermöglicht Störungen in Echtzeit an die entsprechenden Abteilungen zu übermitteln.

Nach einem halben Jahr haben wir gemeinsam mit Kappa die Anlage inspiziert. Die Anlage befand sich in einem sehr guten Zustand. Innerhalb der Anlage hielten sich die Ablagerungen und Verunreinigungen in Grenzen.

Die Selbstreinigung der ersten Filterstufen funktioniert einwandfrei. Auch nach einem Jahr Betrieb funktioniert die Anlage sehr gut. Innerhalb der Absaugrohre hat sich ein Ölfilm gebildet. Dieser muss dann im Rahmen einer Wartung entfernt werden. Die Wartungsein-

heiten können problemlos in der Zeit der Betriebsruhe erledigt werden.

Nach der letzten Erweiterung muss das System noch ein wenig feinjustiert werden. Ich bin mir sicher dass auch das problemlos funktionieren wird.

Ohne die Anlage ist meines Erachtens eine Fertigung in diesem Umfang nicht möglich. Die Belastungen der Luft sind erheblich höher und nicht vergleichbar mit der Fertigung im „Druckgußbereich Zink“. Wird die Anlage abgeschaltet ist nach kurzer Zeit erkennbar was diese leistet.

Ich denke es war eine richtige Entscheidung von der lokalen Absaugung zur dezentralen Erfassung zu wechseln. Wir erreichen ein akzeptables Ergebnis ohne uns räumlich einzuschränken und das mit einer energetisch sinnvollen Rückgewinnung der eingesetzten Energie.“

Antwort Christoph Freudenberg, Business Unit Manager, Kappa Filter Systems GmbH

Wie ist das Projekt gelaufen?

„Das Projekt ist aus Auftragnehmer-Sicht sehr gut verlaufen. Alle Schnittstellen waren vor dem Projekt klar definiert und konnten effizient abgewickelt werden. Die Zusammenarbeit mit dem Auftraggeber war tadellos und sehr verbindlich.“

Stehen die Kosten im gesunden Verhältnis zu dem Nutzen?

„Die Bewertung dieser Frage steht natürlich dem Auftraggeber zu. Von unserer Seite kann ich aber sagen, dass sich die sicherlich höheren Kosten im Vergleich zu einer herkömmlichen Haubenlösung, hinsichtlich der Möglichkeit zur Energierückgewinnung und der einfachen Handhabbarkeit der Anlage, ohne oft an der DG-Anlage störende Absaughauben, relativieren.“

War die Installation unumgänglich?

„Die Installation war nach Auftraggeber-Information keine behördliche Auflage, sondern ein klar definierter Wunsch der Werksleitung und Mitarbeiter. Die Anlage sorgt für ein Dampf- und Aerosolfreies, temperiertes Arbeitsumfeld und dadurch für einen angenehmen Arbeitsplatz.“

War die Anschaffung in diesem Rahmen sinnvoll?

„Aus Auftragnehmer-Sicht in jedem Fall.“

Die Anlage ist mit den aktuell fünf Maschinen ausgelastet was passiert wenn das Volumen noch steigt, würde die Anlage dann erweitert?

„Aus Auftragnehmer-Sicht ist dann jedenfalls mit einer Anlagenerweiterung bzw. -Spiegelung zu kalkulieren. Die Ursprungsauslegung basierte zunächst auf 3, dann auf 4 Druckgussanlagen.“

Wie kommt das System bei den Mitarbeitern an?

„Aus Auftragnehmer-Sicht kommt es sehr gut an.“

Als uns der Zuwendungsbescheid des BMU erreichte haben wir dann die Bestellung ausgelöst und sind gestartet.

Während der Planungen ist dann die dritte Maschine aufgebaut worden.

Es wurden ein Terminplan erstellt und die Leistungen definiert.

Die Montagearbeiten wurden während des Betriebs durchgeführt.

Der Terminplan wurde ausnahmslos eingehalten, die Logistik und Materialversorgung funktionierte „Just in Time“ zur Baustelle.

Die Montage wurde sehr professionell durchgeführt.

Schon während der ersten Probeläufe war das Potential der Anlage erkennbar.

Nach Inbetriebnahme wurden noch einige Steuerungsfunktion angepasst.

Seit April ist die Anlage auf unser Intranet aufgeschaltet. Wir können somit jederzeit online die Anlage überwachen. Zusätzlich ist die Anlage an unser Leitsystem angebunden was es uns ermöglicht Störungen in Echtzeit an die entsprechenden Abteilungen zu übermitteln.

Nach einem halben Jahr haben wir gemeinsam mit Kappa die Anlage inspiziert. Die Anlage befand sich in einem sehr guten Zustand.

Innerhalb der Anlage hielten sich die Ablagerungen und Verunreinigungen in Grenzen.

Die Selbstreinigung der ersten Filterstufen funktioniert einwandfrei.

Auch nach einem Jahr Betrieb funktioniert die Anlage sehr gut.

Innerhalb der Absaugrohre hat sich ein Ölfilm gebildet. Dieser muss dann im Rahmen einer Wartung entfernt werden. Die Wartungseinheiten können problemlos in der Zeit der Betriebsruhe erledigt werden.

Nach der letzten Erweiterung muss das System noch ein wenig feinjustiert werden. Ich bin mir sicher dass auch das problemlos funktionieren wird.

Ohne die Anlage ist meines Erachtens eine Fertigung in diesem Umfang nicht möglich. Die Belastungen der Luft sind erheblich höher und nicht vergleichbar mit der Fertigung im „Druckgußbereich Zink“. Wird die Anlage abgeschaltet ist nach kurzer Zeit erkennbar was diese leistet.

Ich denke es war eine richtige Entscheidung von der lokalen Absaugung zur dezentralen Erfassung zu wechseln. Wir erreichen ein akzeptables Ergebnis ohne uns räumlich einzuschränken und das mit einer energetisch sinnvollen Rückgewinnung der eingesetzten Energie.