



**Einsatz einer energieeffizienten
Pfannenaufheizstation bei der Herstellung
von Edelstahl**

**Application of an energy efficient casting
ladle heating system used in the
manufacture of stainless steel**

UMWELTINNOVATIONSPROGRAMM
DES BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Vorhabensnummer 20182
UBA-FB AP 20182

Einsatz einer energieeffizienten Pfannenaufheizstation bei der Herstellung von Edelstahl

Application of an energy efficient casting ladle heating system used in the manufacture of stainless steel

von / by

Markus Pöschl

Edelstahlwerke Schmees GmbH

Marcus Lodde

prisma consult GmbH, c/o Effizienz-Agentur NRW

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

UMWELTBUNDESAMT

Diese Publikation ist ausschließlich als Download unter
<http://www.uba.de/uba-info-medien/4135.html>
verfügbar. This publication is only available online. It can be downloaded from
<http://www.uba.de/uba-info-medien-e/4135.html>.

Durchführung des Vorhabens / project performed by:	Edelstahlwerke Schmees GmbH Rudolf-Diesel-Weg 6-8 40764 Langenfeld/Rhld. Germany	Die Effizienz-Agentur NRW Prisma consult GmbH Mülheimer Str. 100 47057 Duisburg, Germany
Abschlussdatum / Study completed in:	Januar 2011	
Herausgeber / Publisher:	Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Tel.: 0340/2103-0 Telefax: 0340/2103 2285 E-Mail: info@umweltbundesamt.de Internet: http://www.umweltbundesamt.de http://fuer-mensch-und-umwelt.de/	
Redaktion / Edited by:	Fachgebiet III 2.2, Ressourcenschonung, Stoffkreisläufe, Mineral- und Metallindustrie Fabian Jäger	
Dessau-Roßlau, Juni 2011		

Berichts-Kennblatt

Aktenzeichen UBA 70 441-5/28	Vorhaben-Nr. 20182
Titel des Vorhabens / Report Title Einsatz einer energieeffizienten Pfannenaufheizstation bei der Herstellung von Edelstahl Application of an energy efficient casting ladle heating system used in the manufacture of stainless steel.	
Autor(en), Name(n), Vorname(n) Markus Pöschl, Edelstahlwerke Schmees GmbH Marcus Lodde, prisma consult GmbH, c/o Effizienz-Agentur NRW	Vorhabensbeginn 17.02.2010 Vorhabenende (Abschlussdatum): 31.01.2011
Fördernehmer / -in (Name, Anschrift) Edelstahlwerke Schmees GmbH Rudolf-Diesel-Str. 6-8 40764 Langenfeld (Rheinland)	Veröffentlichungsdatum 08.04.2011 Seitenzahl 37 + Anhang
Gefördert (aus Klimaschutzinitiative) ¹ im Rahmen des Umweltinnovationsprogramms des Bundesumweltministeriums	
Kurzfassung / Summary Im Bereich des Schmelzbetriebes setzte der Betrieb bisher vier konventionelle Brenner zur Pfannenbeheizung ein. Die bestehenden Flammenbrenner feuern von unten in die kopfüberstehenden Pfannen und verbrauchen massiv Energie. Hitzestrahlung und das gesamte Abgas verteilen sich in der Halle. Das Material im Umfeld der Pfanne wird dadurch stark beansprucht. Das Unternehmen installierte eine energieeffiziente Pfannenaufheizstation mit einem neuartigen Porenbrenner zur Erwärmung der Transportpfannen, bei der die Verbrennung nicht mehr in der offenen Flamme stattfindet. Die Verbrennungswärme wird über Infrarotstrahlung und Konvektion auf an die Pfannen angepasste Strahlrohre übertragen, wodurch die Aufheizung der Pfannen direkt und gleichmäßig gesteuert werden kann. Das Unternehmen spart rund 61.400 m³/a Erdgas, ca. 60 Prozent der Energie für die Pfannenbeheizung, und damit 113,8 Tonnen CO₂-Äquivalente ein. Die Lebensdauer der Pfannen kann durch eine geringere Beanspruchung des Feuerfestmaterials voraussichtlich um den Faktor 2 erhöht werden. Die entstehenden Abgase werden erfasst und die Abwärme zukünftig für Sekundäranwendungen (Hallenbeheizung in 2011) genutzt. Aufgrund der reduzierten Reinigungs- und Zustellzeiten der Pfannen erwartet die Fa. Schmees eine Erhöhung der Produktivität des Prozesses. Die Hitzestrahlung der Pfannen konnte um 75 Prozent reduziert werden, was zu weniger Ausfall der Pfannengetriebe führt. Auch der Lärmpegel sank von 78,7 dB auf 67,4 db. In the melting area, the company has been using four conventional burners to heat the ladles. The existing flame burners heat the upside down ladles from below and consume massive amount of energy. Heat radiation and all of the waste gas are released into the facility. The material around the ladles is therefore heavily affected. The company has now installed a new energy efficient casting ladle heating system with a new kind of porous burner which heats the transport ladles without exposing them to an open flame. The combustion heat is channeled to specially adapted steel pipes via infrared radiation and convection flow. By doing this, the heat is directly transferred to the ladles and can be controlled in a more balanced manner. The company now saves around 61,400 m³/a of natural gas, approx. 60 % of the energy required for the ladle heating and, as a result, 113.8 tonnes of CO₂-equivalent. The life span of the ladles can be increased by a factor of 2 due to the reduced exposure of the fire resistant materials.	

The resulting waste gas is collected and the waste heat will be reused in the facility in the future (facility heating 2011). Due to reduction in cleaning and carrying time of the ladles, Fr. Schmees expects an increase in productivity of the complete process. The heat radiation from the ladles has been reduced by 75 % which has led to a reduction of breakdowns. In addition, the noise level has sunk from 78.7 dB to 67.4 db.

Schlagwörter / Keywords

Edelstahl, Gießerei, Pfannenheizung, Konvektion, Infrarotstrahlung, Porenbrenner

Stainless steel, casting house, casting ladle heating-station, convection, infraed radiation, porus burner

Anzahl der gelieferten Berichte

Papierform: 5

Elektronischer Datenträger: 1

Sonstige Medien

Veröffentlichung im Internet geplant auf der Homepage: www.schmees.com

Kurzfassung / Summary

• Beschreibung / Description

Ausgangssituation und Aufgabenstellung

Im Bereich des Schmelzbetriebes werden derzeit 4 konventionelle Brenner, welche 1999 angeschafft wurden, zur Pfannenbeheizung eingesetzt. Die bestehenden Flammenbrenner feuern von unten in die kopfüber stehenden Pfannen.). Diese Brenner sind sehr laut und wartungsintensiv. Die Temperaturführung ist unbefriedigend und wenig präzise. Die notwendige Einsatztemperatur von 650°C bis max. 850°C, kann nur erreicht werden, wenn die Pfannen mindestens 5 Stunden vorgeheizt werden. Hitzestrahlung und das gesamte Abgas verteilen sich in der Gießhalle.

Mit dem ersten großtechnischen Einsatz einer kompletten, energieeffizienten Pfannenaufheizstation mit 5 Pfannenparkplätzen und drei Beheizungssystemen („Pfannenstation 5/3“) für die drei Pfannengrößen (1t, 1,25t und 2t) soll der Energieverbrauch für die Pfannenbeheizung deutlich reduziert werden.

Initial Situation and Task Definition

For the melting process, currently four conventional burners, purchased in 1999, are being used to heat the casting ladles. The existing burners are positioned below the ladles and heat them accordingly. These burners are very loud and require a lot of maintenance. The temperature control is unsatisfactory and not particularly precise. The necessary application temperature of 650°C to max. 850°C can only be reached if the ladles are pre-heated for at least 5 hours. Heat radiation and all of the waste gas is emitted into the casting bay.

With the first, large-scale technical application of a complete, energy-efficient casting ladle heating-station with five available parking bays for the ladles and three heating systems (ladle station 5/3) for the three ladle sizes (1t, 1.25t and 2t), the energy consumption for the ladle heating process will be considerably reduced.

Voraussetzungen, unter denen das Vorhabendurchgeführt wurde

Die grundsätzlich neue Idee besteht also darin, Gießpfannen so vorzuheizen, dass nicht nur wesentlich energieeffizienter gefertigt werden kann, sondern darüber hinaus noch positive Effekte auf die Standzeit der eingesetzten Pfannen erwartet werden können.

Prerequisites for the Project

The essentially new idea was to pre-heat the casting ladles so that the production process could become much more efficient but also to create positive effects on the life-span of the ladles being used.

Ergebnisse aus dem Vorhaben allg. und hinsichtlich Umweltentlastung

Nach Inbetriebnahme der Anlage am 14. Oktober 2010 wurde über einen Zeitraum von einem Monat die Energieverbrauchsdaten erfasst und auf das Jahr hochgerechnet. Es wurden Schallpegelmessungen der konventionellen und der neuen Pfannenbeheizung durchgeführt und Expositionsmessungen gemäß TRGS 402 in Verbindung mit DIN EN 689 in dem Arbeitsbereich der alten und neuen Pfannenbeheizung veranlasst. Nachfolgende Ergebnisse konnten nachgewiesen werden:

- Einsparung von 61.440 m³/a Erdgas (mind. 60 %), bei 900t bis 1000t Rohguß p.a,
- Einsparung von 113,8 t/a CO₂ (Erdgas hat ein CO₂-Äquivalent von 202 g/kWh),
- Reduzierung des Lärmpegels um ca. 11 dB von 78,7 dB auf 67,4 dB, dies entspricht ca. einer Halbierung des Lärmpegels
- Die Verbrennung in promeos-Brennern findet vollständig und damit wesentlich schadstoffärmer als in Flammenbrennern statt. Sowohl der CO als auch der NOx-Ausstoß von Porenbrennern liegen im Bereich von ca. 20 ppm, was letztlich dazu führt, dass die Reduktion von CO₂-Äquivalent deutlich über 60 % liegen wird. Nachfolgende Tabelle 1 stellt die Ergebnisse der Expositionsmessung dar:

Schadstoffe	Vorher konventionell	Nachher Innovativ (Plan)	Nachher Innovativ (Ist)	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell
NOx	79,6 mg/m ³		33,4 mg/m ³	46,20 mg/m ³
CO	24,1 mg/m ³		11,0 mg/m ³	13,1 mg/m ³
CO ₂	6,7 Vol. %		2,4 Vol. %	4,3 Vol. %

Tabelle 1: Reduzierung der Belastung an der Auslassöffnung NOX, CO und CO₂

Results and Environmental Impact

After the initial operation of the system on 14 October 2010, a one month period was set aside to record the energy consumption. This data was then used for a projection of the whole year. Noise level measurements were carried out for the conventional and the new ladle heating systems and exposition measurements were performed according to TRGS 402 in association with DIN EN 689 in the working areas of the old and new ladle heating systems.

The significant environmental effects or process improvements have resulted:

- Reduction of the primary energy savings of 61,440 m³/p.a. natural gas (at least 60 %), for 900t to 1000t unfinished casting p.a.,
- Reduction of 113.89 t/p.a. CO₂ (natural gas has a CO₂-equivalent of 202 g/kWh),
- Reduction of the noise level by ca. 11 dB from 78.7 dB to 67.4 dB, this amounts to about half of the previous level
- The combustion in the porous burner is complete and therefore considerably more environmentally compatible than the flame burners. Both the CO and the NOx emissions from porous burners are in the approx. 20ppm range. This ultimately leads to a reduction of the CO₂-equivalent of more than 60%. The following table (Table 1) illustrates the results of the exposition measurements:

Harmful Substance	Previous Conventional	Subsequently Innovative (Planned)	Subsequently Innovative (Actual)	Δ Actual Innovative versus Previously Conventional
NOx	79.6 mg/m ³		33.4 mg/m ³	46.20 mg/m ³
CO	24.1 mg/m ³		11.0 mg/m ³	13.1 mg/m ³
CO ₂	6.7 Vol. %		2.4 Vol. %	4.3 Vol. %

Table 1: Reduction of the contamination levels of the exhaust gases NOX, CO und CO₂

- **Anwendbarkeit der Technik / Applicability**

Stand der Technik

In der Branche üblich ist die Aufheizung der Pfannen mit gasbefeuerter Flammenbrennern.

State of the Technology

In this industry, the casting ladles are commonly heated using gas-powered burners.

Konstruktionen, Verfahren, Stoffe, Umweltrelevanz, Rahmenbedingungen wie Schutzrechte etc

Die nachfolgende Abbildung 1 beschreibt das Anlagenkonzept zur Beheizung aller vorhandenen Transportpfannen (Größen 1t, 1,25 t, 2t) an einer Stelle.

Construction, procedures, materials, environmental relevance, basic conditions such as industrial property rights etc.

The following diagram (Diagram 1) illustrates the system's concept for the heating of all the available transport ladles (sizes-1t, 1.25 t, 2t) at one location.



Abbildung 1: Halbautomatische Gesamtanlage zur kontrollierten Pfannenbeheizung bzw. -trocknung mit 5 Parkplätzen und drei Beheizungssysteme

Diagram 1: semi-automated complete system for controlled ladle heating or drying with five parking bays and three heating systems



Abbildung 2: Neue Pfannenheizung mit Pfanne
Diagram 2: New ladle heating with ladle

Übertragbarkeit auf verwandte Bereiche

Das hier angebotene Anlagenkonzept ist auf die Mehrzahl aller Gießereibetriebe weltweit übertragbar. Alleine in Deutschland nimmt die Gießereiindustrie mit rund 600 Gießereien (Mitgliedsunternehmen beim Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie) eine Schlüsselstellung ein.

Grundsätzlich ist der Einsatz in jeder Gießerei möglich, die Transportpfannen beheizen muss. Jedoch muss, je nach geschmolzenem Medium, auf die Werkstoffwahl des Strahlrohres geachtet werden. In Stahlgießereien wird z.B. ein Strahlrohr in 1.4840.00 eingesetzt, welches sich jedoch in Aluminiumgießereien auflösen würde, hier müssten andere Werkstoffe genutzt werden (z.B. Cobaltbasis oder Inconell 625).

Transferability to Related Areas

The system concept illustrated here can be transferred to the majority of foundries worldwide. The casting industry in Germany, with around 600 foundries [Members of the "BDG-Bundesverband der deutschen Gießerei-Industrie" (Eng-Association of the German Casting Industry)] play a key role.

In general, the application is possible in all types of foundries where transport ladles have to be heated. However, depending on the type of the melted medium, attention must be paid to the material selected for the steel pipes. In steel foundries, for example, a steel pipe in 1.4840.00 is used which would disintegrate in an aluminium foundry. For this type, different materials would have to be used (e.g. cobalt based or Inconell 625).

• Medienübergreifende Aspekte / Cross-media aspects

Die Lebensdauer der Pfannen kann durch eine geringere Beanspruchung des Feuerfestmaterials voraussichtlich um den Faktor 2 erhöht werden. Aufgrund der reduzierten Reinigungs- und Zustellzeiten der Pfannen wird sich die Produktivität des Prozesses maßgeblich erhöhen. Die Hitzestrahlung der Pfannen konnte um 75 Prozent reduziert werden, was zu weniger Ausfall der Pfannengetriebe führt, da das Getriebeöl nicht mehr verbrennen kann.

• Cross-media aspects

The life span of the ladles can be increased by a factor of 2 due to the reduced exposure of the fire resistant materials. Due to reduction in cleaning and carrying time of the ladles, productivity of the complete process is considerably increased. The heat radiation from the ladles has been reduced by 75 % which has led to a reduction of breakdowns as the gear oil can no longer burn.

• Kostendaten / Economics

Daten zu Investitions- und Betriebskosten

Die **tatsächlichen Kosten** für das Vorhaben betrugen **202.597,02 €**.

Teilevorhaben	€
Fremdlieferungen (Anlage)	181.749,10
Fremdleistungen	10.396,60
Personalkosten	10.451,32
Summe	202.597,02

Tabelle 2: Investitionskosten

Die Wartungs- und Betriebskosten können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zuverlässig angegeben werden.

Data regarding investment and operating costs

The actual costs of the project amounted to **202,597.02 €**.

Teilevorhaben	€
Installation costs	181,749,10
External services	10,396,60
Personal expenditure	10,451,32
Total	202,597,02

Chart 2: Capital Cost

The operating costs can not certain denoted at that time.

Kosten-Nutzen-Vergleich (Eckwerte)

Bei einer Erdgaseinsparung von **23.286 €/a**, einem minimierten Pfannenfuttermverschleiß in Höhe von **7.000 €** und einem Produktivitätsgewinn von ca. **10.000 €** ergibt bei statischer Berechnung ein Kapitalrückfluss nach **5,8** Jahren.

Cost-Benefit Equation (Reference Values)

With a saving of natural gas amounting to **€ 23,286 /p.a.**, a minimized ladle-lining abrasion of **€ 7,000** and an increase in productivity of approx. **€ 10,000**, a static calculation states that a reflux of capital results after **5.8** years.

Inhalt

1.	Einleitung	11
1.1	Kurzbeschreibung des Unternehmens	11
1.2	Ausgangssituation.....	12
2.	Vorhabensumsetzung	14
2.1	Ziel des Vorhabens	14
2.2	Darstellung der technischen Lösung	15
2.3	Darstellung der Umsetzung des Vorhabens	16
2.3.1	Projektierungsphase	16
2.3.2	Ausführende Phase des Projektes	19
2.4	Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)	27
2.5	Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten.....	27
3.	Ergebnisse.....	27
3.1	Bewertung der Vorhabensdurchführung.....	27
3.2	Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms	28
3.3	Wirtschaftlichkeitsanalyse	32
3.4	Technischer Vergleich zu konventionellem Verfahren	33
4.	Empfehlungen.....	34
4.1	Erfahrungen aus der Praxiseinführung.....	34
4.2	Modellcharakter	35
4.3	Zusammenfassung	36
5.	Veröffentlichungen der Fa. Schmees im Zusammenhang mit diesem Projekt	37
6.	Anhang	37

1. Einleitung

1.1 Kurzbeschreibung des Unternehmens

Die Edelstahlwerke Schmees GmbH gehört international zu den bedeutenden Anbietern von gegossenen Edelstahlprodukten in den Bereichen Pumpen- und Turbinenbau sowie für die Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie. Unseren Kunden stehen rund 300 verschiedene Werkstoffe zur Verfügung. Viele dieser Stahlqualitäten sind Eigenentwicklungen der Edelstahlwerke Schmees GmbH. Die Leistungen umfassen nicht nur den reinen Gießprozess. Planung, Formherstellung, Guss und mechanische Nachbearbeitung bieten wir auf Wunsch aus einer Hand.

Ob Säure- oder hitzebeständig, antimagnetisch, unlegiert oder hochlegiert – so verschieden die Anforderung, so zahlreich sind die Werkstoffe aus den die Edelstahlprodukte in unserem Hause gegossen werden. Rund 300 verschiedene Stahlqualitäten stehen zur Auswahl, darunter viele Sonderwerkstoffe und eigene Entwicklungen. Gußteile von 0,5 kg bis zu 1.500 kg können am Standort in Langenfeld realisiert werden. Die Größe Höhe/Breite/Tiefe spielt eine untergeordnete Rolle. Maximales Flüssiggewicht ist hier in Langenfeld 2.600 kg Stahl.

Vom Einzelstück bis zur Großserie sind wir in der Lage einbaufertige Werkstücke in höchster Qualität zu fertigen. Das Unternehmen fertigt an den Standorten in Pirna und Langenfeld (Rheinland)

Am Standort Langenfeld werden Produkte auf einem 22.500 m² großen Areal gefertigt, wobei rostfreie, extrem korrosionsbeständige und verschleißarme Stähle zum Einsatz kommen.

Die Produktionskapazität am Standort beträgt derzeit ca. 1.000 t/a.



Abbildung 3: Firmenzentrale in Langenfeld

Die Gesellschafteranteile befinden sich im Besitz der Familie Schmees. Die Firma beschäftigt insgesamt 380 Mitarbeiter, davon 140 (inklusive sieben Azubis) am Standort Langenfeld. Der Jahresumsatz des Unternehmens betrug im Jahre 2009 47 Mio. Euro, die Bilanzsumme betrug 24,7 Mio. Euro.

1.2 Ausgangssituation

Der branchenübliche Energieaufwand in der Gießerei macht bis zu 10 % aller Kosten aus und stellt mit konventioneller Technologie einen Nachteil am Standort Deutschland dar. Der Anteil der Pfannenfeuer an den gesamten Energiekosten (ohne Aufwendungen) macht bei der Fa. Schmees ca. 8,4 % aus. Mit modernen energieeffizienten Technologien können wir jedoch diesen Nachteil zu unserem „Vorteil“ nutzen. Denn wo Bedarf ist, ist auch die passende Entwicklung zu finden.

Der Handlingsprozess der Metalltransportpfannen an unserem Standort stellt sich grob wie folgt dar: Die an der in nachfolgender Abbildung 3 gezeigten Aufheizstation vorgewärmten (bzw. getrockneten) Pfannen werden mittels Kran dem Schmelzofen zugeführt, wo sie mit dem flüssigen Stahl gefüllt werden.

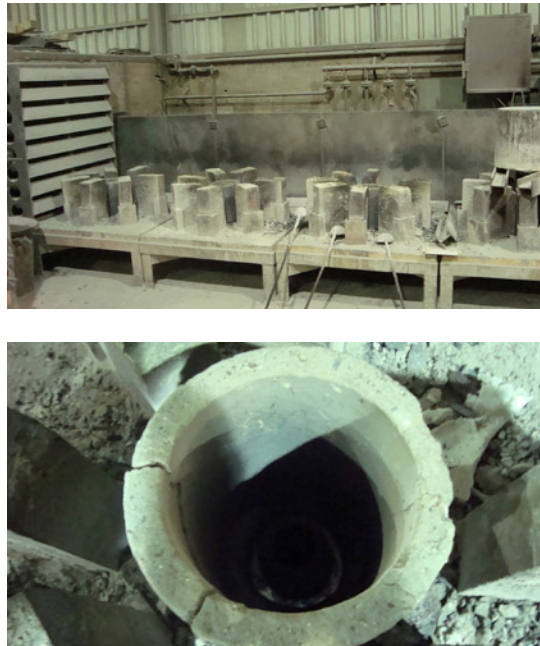


Abbildung 4: Bestehende Pfannenbeheizungsstation (oben)
Bestehende Flammbrenner (unten)

Im Bereich des Schmelzbetriebes werden derzeit 4 konventionelle Brenner, welche 1999 angeschafft wurden, zur Pfannenbeheizung eingesetzt.

Die bestehenden Flammbrenner feuern von unten in die kopfüber stehenden Pfannen (Abbildung 4). Diese Brenner sind sehr laut und wartungsintensiv. Die Temperaturführung ist unbefriedigend und wenig präzise. Die notwendige Einsatztemperatur von 850°C kann nur erreicht werden, wenn die Pfannen 5 Stunden vorgeheizt werden. Hitzeabstrahlung und das gesamte Abgas verteilen sich in der Gießhalle. In Langenfeld fertigen wir ca. 400 verschiedene Legierungen, z.B. niedrig legierten Stahlguss, säure- und hitzebeständigen Stahlguss, Kobalt- und Nickelbasiswerkstoffe, auch Sphäroguss und Verschleißguss gehören dazu. Die Temperaturfenster im Bereich des Abstichs sind zwischen 1.500°C und 1.730°C. Die Gießtemperaturen liegen zwischen 1.380°C und 1.650°C.



Abbildung 5: Pfannenbeheizungsstation mit Flammenwerfer

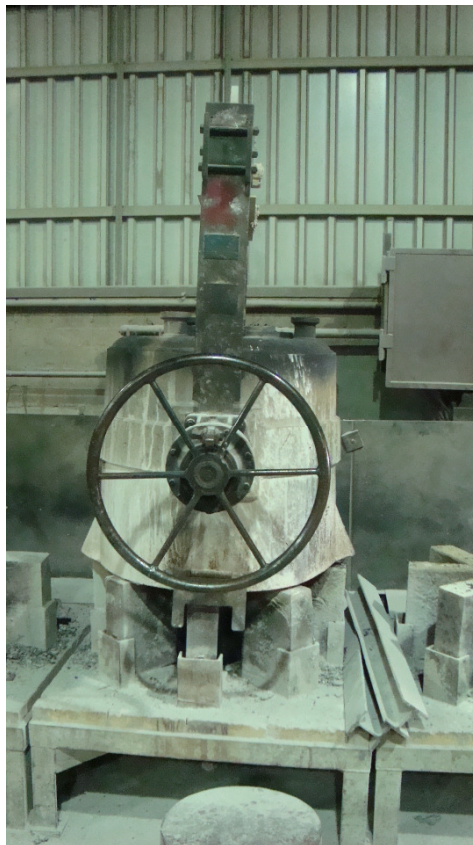


Abbildung 6: Pfannenbeheizungsstation mit Pfanne

2. Vorhabensumsetzung

2.1 Ziel des Vorhabens

Ziel des Vorhaben war es, Gießpfannen künftig so vorzuheizen, dass nicht nur wesentlich energieeffizienter gefertigt werden kann, sondern darüber hinaus noch positive Effekte auf die Standzeit der eingesetzten Pfannen erwartet werden können.

Mit dem ersten großtechnischen Einsatz einer kompletten, energieeffizienten Pfannenaufheizstation mit 5 Pfannenparkplätzen und drei Beheizungssystemen („Pfannenstation 5/3“) für die drei Pfannengrößen (1t, 1,25t und 2t) sollte dieses Ziel realisiert werden. Dies geschieht mit neuartigen Pfannenbeheizungssystemen von promeos GmbH.

Die mit Feuerfestmaterial ausgekleideten Transportpfannen für flüssigen Stahl sollen in leerem Zustand auf ca. 1 000 °C Oberflächentemperatur aufgeheizt werden. Hierzu wird auf die Pfanne ein geometrisch angepasster, isolierter Deckel gesetzt. Der im Deckel integrierte Brenner überträgt die Wärme zunächst auf einen an die Innenkontur des Behälters angepassten Strahlkörper aus hochtemperaturbeständigen Stahl, der seinerseits die Energie als Infrarotstrahlung an die Pfannenauskleidung überträgt. Die Wärme wird homogen und effektiv per Strahlung auf die gesamte Pfannenwandung übertragen. Die Heißgasströmung wird gezielt zum Pfannenboden und anschließend durch einen engen Spalt zwischen Strahlkörper und Pfannenauskleidung zum Heißgasauslass geleitet, wodurch sich der Wärmeübergang zusätzlich verbessert. Die in den einzelnen Beheizungssystemen entstehenden Abgase werden außerdem gezielt gesammelt und sollen zukünftig einer Sekundärnutzung (z.B. Hallenbeheizung, siehe Kapitel 2.2) zugeführt werden. Das gerade beschriebene Funktionsprinzip wird in Abbildung 7 grafisch dargestellt.

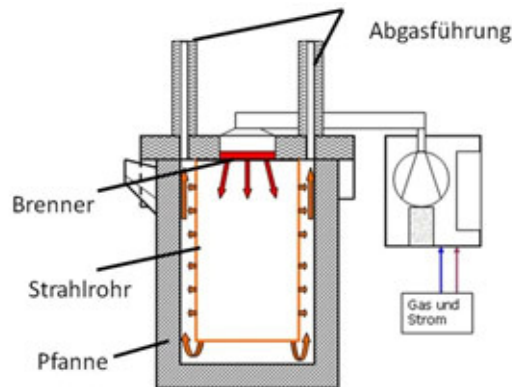


Abbildung 7: Prinzipskizze eines promeos-Pfannenbeheizungssystems mit Volumenbrenner und Strahlrohr

Die herkömmliche und in der Branche übliche Aufheizung mit gasbefeuelten Flammenbrennern dauert lange (5 Stunden), ist sehr inhomogen, beansprucht das Feuerfestmaterial extrem und führt zu einer reduzierten Lebensdauer des Feuerfestmaterials. Im Gegensatz dazu erlaubt die hier vorgestellte Technologie eine über die gesamte innere Pfannenoberfläche gleichmäßige und in der Zeit sehr genau zu regelnde Aufheizung des Materials. Bei gleicher Brennerleistung benötigt man 1h Stunde für 650 °C und 1,5 h für 1.000 °C. Die von den Feuerfestmaterial-Lieferanten üblicher Weise geforderten Aufheiz-Temperaturkurven können so fast auf 1K genau nachgefahren werden. Die individuell angepassten Systeme und deren stufenlose

Leistungsregelung erlaubt darüber hinaus die notwendige Energie zur Temperierung der sich im Stand-by befindenden Pfannen deutlich zu senken, also die Konservierung der Zieltemperatur mit minimalem Energieeinsatz zu realisieren.

2.2 Darstellung der technischen Lösung

Die nachfolgende Abbildung 8 beschreibt das Anlagenkonzept zur Beheizung aller vorhandenen Transportpfannen (Größen 1t, 1,25 t, 2t) an einer Stelle und ohne die in 2.1. beschriebenen Nachteile bestehender Flammenwerfer.

Die Volumenbrenner sind in ein „geschlossenes“ Beheizungssystem integriert, welches auf die nach oben offenen Transportpfannen aufgesetzt wird. Vorteil: ein Drehen / Kippen der Pfannen wird deshalb künftig nicht mehr notwendig sein.

Die über den vorhandenen Kran antransportierten Pfannen werden in exakt definierte Parkpositionen abgestellt. Danach wird die jeweils passende Pfannenheizung über ein wandmontiertes Transfersystem der Pfanne zugeführt. Nach Erreichen der optimalen Position wird über Endschalter die Brennersteuerung freigegeben. Unkontrollierter Brennerbetrieb wird deshalb grundsätzlich verhindert (Sicherheits- und Umwelteffekt).



Abbildung 8: Halbautomatische Gesamtanlage zur kontrollierten Pfannenbeheizung bzw. -trocknung mit 5 Parkplätzen und drei Beheizungssysteme

Die Zuordnung der Pfannengrößen zu den Stationsplätzen ist exakt definiert. Die Beheizung folgt exakt vorgegebener Temperaturkurven und wird über die Erfassung der Abgastemperatur (mit der Pfannentemperatur korreliert) via zentraler SPS Anlagensteuerung geregelt. Damit kann jedes gewünschte Temperaturprofil realisiert und damit eine optimale Konfektionierung der Pfannen (Trocknen – Sintern ...) realisiert werden.

An keiner Stelle gibt es einen unmittelbaren Zugang zur Verbrennungszone oder dem heißen Strahlrohr (Arbeitsschutz, Effizienz-Effekt!).

Neben dem bereits offenkundigen Effizienzgewinn durch die kontrollierte Verbrennung sowie die kontrollierte Wärmeübertragung mittels IR und geleiteter Konvektion, kommt

der angepassten Leistungssteuerung eine ebenso große Bedeutung zu, wie der Nutzung der heißen Abgase, die die Pfanne verlassen.

Während zu Beginn eines Aufheizprozesses Abgastemperaturen von 300 – 500 °C erreicht werden, liegen diese zum Ende der Aufheizphase sowie im Betriebszustand des Stand-by (Warmhalten von Pfannen für den vorgesehenen Einsatz) bei ca. 1.000°C. Die stufenlose Leistungsanpassung reduziert die Abgasmenge im Vergleich zu bestehenden Brennern, welche immer bei 100% der Leistung brennen („1-stufiger Betrieb“) enorm – es wird mit dem dargestellten System nur noch die „Verlustleistung“ kompensiert, was im Stand-by Zustand > 80% an Energieeinsparung bedeutet.

Die gezielte Nutzung der dennoch nach wie vor vorliegenden heißen Abgase setzt zukünftig eine ortsfest vorgegebene Abgasführung und -sammlung voraus. Abbildung 9 skizziert die dafür vorgesehene Grundkonzeption. Mit Hilfe der exakt vorgegebenen Logistik der Pfannen und der damit einhergehenden Option, ein ortsfestes, hochtemperaturgeeignetes Abgassystem zu installieren, werden die heute in die Halle und damit verlorenen Wärmeströme für Sekundäranwendungen wie z.B. die Formvorwärmung etc. nutzbar. Die Abwärmenutzung für die Hallenbeheizung in 2011 wird derzeit bei uns projektiert.

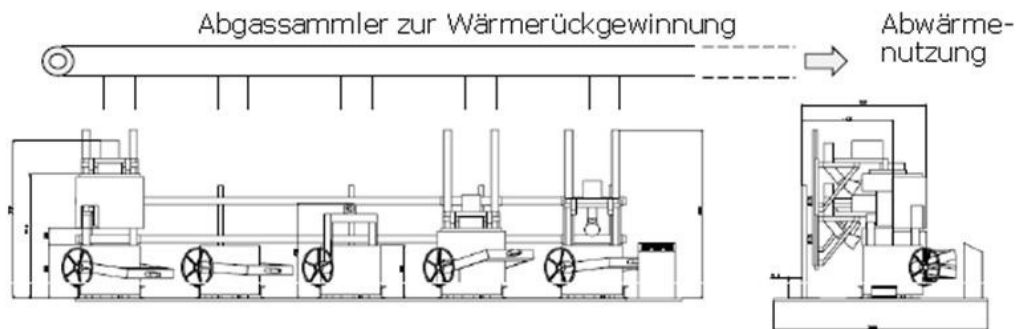


Abbildung 9: Prinzipskizze: Ortsfestes Abgassystem zur Abwärmenutzung in Sekundäranwendungen

2.3 Darstellung der Umsetzung des Vorhabens

Das Vorhaben teilt sich grundsätzlich in 2 Phasen:

1. „Projektierungsphase“
2. „Ausführende Phase“

2.3.1 Projektierungsphase

a.) Zuerst erfolgte die Aufnahme der Ist-Werte bei unserer Pfannenbeheizung. Nachfolgende Ist-Werte wurden erfasst:

- 4 Brenner á 100KW ohne weitgehendere Steuerung
- 2 Zustände (Aus/Ein)
- Verbrauch pro Stunde 39,2 m³
- 5 Stunden Vorheizzeit auf 650 °C (bei 2t Pfannen)
- „Ersatzpfanne“ muss ins „blaue“ hinein mit geheizt werden, da keine Möglichkeit besteht, eine Pfanne kurzfristig aufzuheizen

- b.) Daraus ergaben sich für uns mehrere Handlungsalternativen, um das Ziel der Energieeinsparung erreichen zu können. Über den Besuch von Fachmessen, den Besuch anderer Gießereien und den Gesprächen mit Pfannenherstellern haben wir uns schließlich für einen erfolgversprechenden Weg entschieden.
- c.) Von der Firma Promeos GmbH haben wir einen einzelnen Porenbrenner zur Validierung der firmeneigenen Angaben erworben. Gemeinsam haben wir ein Strahlrohr zum Einsatz mit Stopfenpfannen entwickelt und ein Konzept für die Zukunft formuliert. Dabei wurde dieses Konzept an die bauliche Lage und an die Bedürfnisse der Fertigung angepasst. Die Abbildung 10 beschreibt die frühe Konzeptskizze der Pfannenbeheizungsanlage, wie Sie mit dem Anlagenbauer diskutiert wurde.

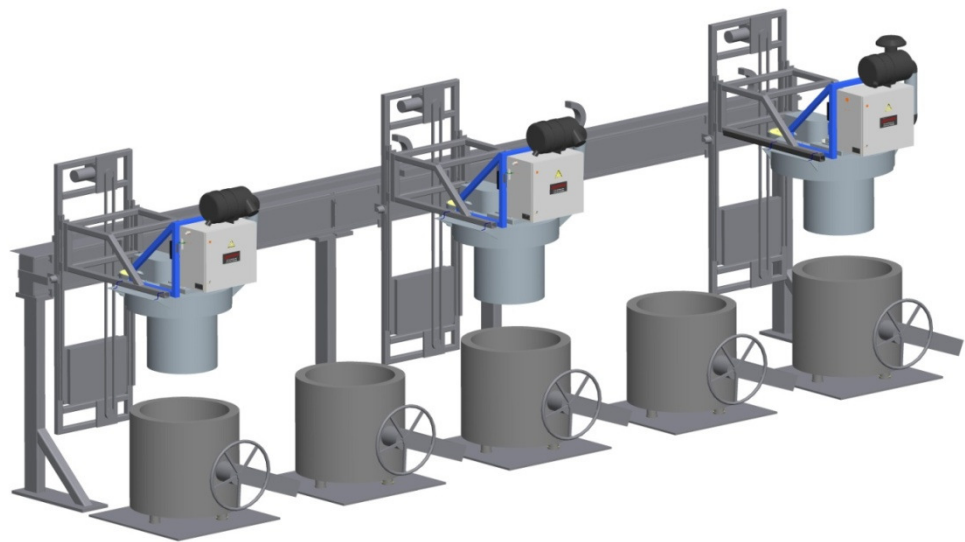


Abbildung 10: Frühe Konzeptskizze der Pfannenbeheizungsanlage

Die nachfolgende Abbildung 11 beschreibt die praktische Umsetzung des neuen Konzeptes in unserem Unternehmen.

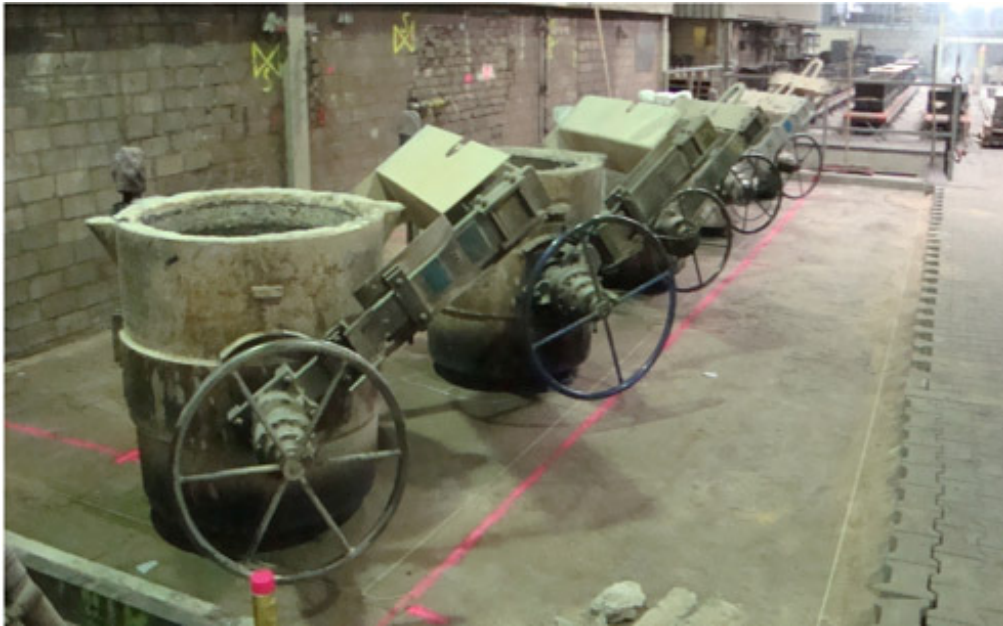


Abbildung 11: Validierung der Idee auf „Schnees“-Art

- d.) Für die Entscheidungsfindung in unserem Haus wurde eine vergleichende Gegenüberstellung (Pro/Contra) für das neue Konzept aufgestellt. Die nachfolgende Tabelle 3 stellt die wesentlichen Punkte im Überblick dar.

Pro	Contra
Einsparung Erdgas	Hoher finanzieller Aufwand
Geringe Belastung in der Halle (dB, NOX, CO)	„Lange“ Amortisationszeit
Handling	
Einsparung CO ₂	

Tabelle 3: Gegenüberstellung Pro und Contra

Das setzen eines konkreten Ziels für die Energieeinsparung war für uns von entscheidender Bedeutung. Nachfolgende Tabelle 4 beschreibt den Ist-Zustand und das Planziel.

Umweltmedien (Energie)	Vorher konventionell	Nachher Innovativ (Plan)	Nachher Innovativ (Ist)	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell
Erdgas in m ³ /a	94.640	47.000	?	?
CO ₂ in t/a	170,2	84,5	?	?

Tabelle 4: Zielfindung bezüglich Energieverbrauch

- e.) Nachdem die Ziele und die wesentlichen Eckdaten der neuen Technologie bekannt waren, wurde gemeinsam mit der Effizienz-Agentur NRW ein Förderantrag im BMU-Umweltinnovationsprogramm gestellt, der nach eingehender Prüfung auch bewilligt wurde.
- f.) Nach dem Zuwendungsbescheid gab es mehrere Termine mit Fa. Promeos und deren Subunternehmer (Stahlbau) um die Rahmenbedingungen und den Zeitplan zu klären. Schließlich erfolgte die Konstruktionsfreigabe von unserer Seite.

2.3.2 Ausführende Phase des Projektes

Die Abbildung 12 beschreibt den Projektfahrplan für die Umsetzung des Projektes.

2010												
Projektmonat	Feb	Mrz	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
Bezeichnung												
Detailplanung												
Bestellungen												
Lieferzeit												
Aufbau Anlage												
Inbetriebnahme Anlage												
Optimierungsphase Anlage												
Vorbereitung Messprogramm												
Messprogramm												

Abbildung 12: Projektplan

- a.) Der Stahlbau wurde bis zur 31. Kalenderwoche fertiggestellt. Die Abnahme erfolgte durch uns am 07.08.2010 bei der Firma Schwenk in Schwäbisch-Gmünd. Auf der nachfolgende Abbildung 13 ist der fertige Stahlbau bei der Fa. Schwenk zu sehen.



Abbildung 13: Anlage in der Halle von Fa. Schenk

- b.) Der Stahlaufbau erfolgte in der 33. Kalenderwoche an der dafür vorgesehenen und vorbereiteten Fläche (Abbildung 14). In den weiteren Abbildungen 13, 14 und 15 kann der Aufbau nachfolzogen werden.



Abbildung 14: *Leerer Bauplatz in der Halle von Fa. Schmees*



Abbildung 15: *1. Schritt aufstellen der Stützen*



Abbildung 16: 2. Montage des Hauptträgers



Abbildung 17: 3. Montage der Schlitten

c.) Der Anbau der Brenner und die Verkabelung der Anlage konnte dann in der 34./35. Kalenderwoche gestartet werden. Abbildung 16 und 17 verdeutlicht diesen Schritt.



Abbildung 18: Legen der Versorgung mit Medien (Gas, Strom)



Abbildung 19: Verdrahtung der Anlage

Beim Aufbau der Anlage mussten wir feststellen, dass es Probleme mit der Anlagen- und Steuerungstechnik gab. Seitens der Firma Promeos wurde ein falsches Konzept bezüglich der Steuerung der Anlage ausgearbeitet. Die Software musste schrittweise neu aufgebaut werden.

- d.) Beim Isolationskonzept der Anlage wurde von beiden Partnern notwendige Isolationen an der Anlage bei der Planung nicht bedacht. Abbildung 20 zeigt die provisorische Lösung zur Isolation der Kabelschleppe. Diese Lösung musste aufgrund der Hitzeentwicklung verworfen werden.



Abbildung 20: Provisorische Lösung (Reinfall)

Abbildung 21 verdeutlicht, dass aufgrund der Unebenheiten der Pfannen ein Anbau eines Kragen notwendig wurde.

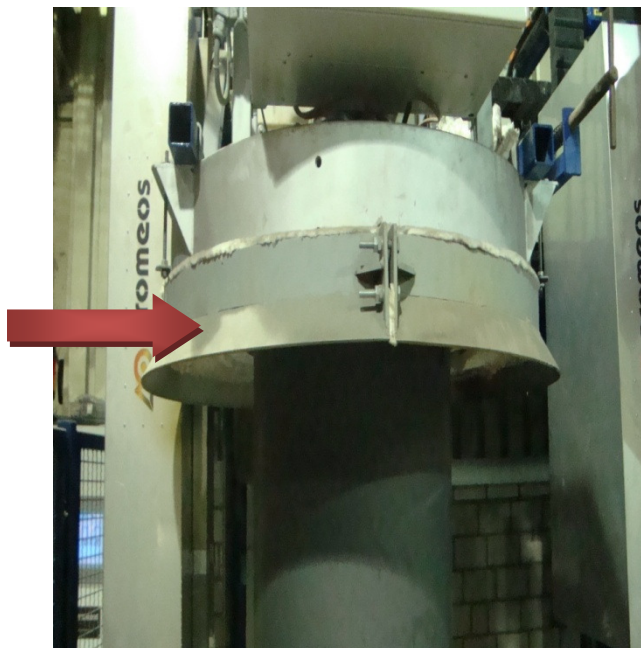


Abbildung 21: Anbau „Kragen“ zum Ausgleich von Unebenheiten der Pfanne

Nachträglich wurden Hitzeschutzbleche an den Kabelschleppen angebaut (Abbildung 22). Weitere Isolationsmaßnahmen können den Abbildungen 23 und 24 entnommen werden.



Abbildung 22: Anbau von „Kästen“ zum Hitzeschutz der Kabelschlepps

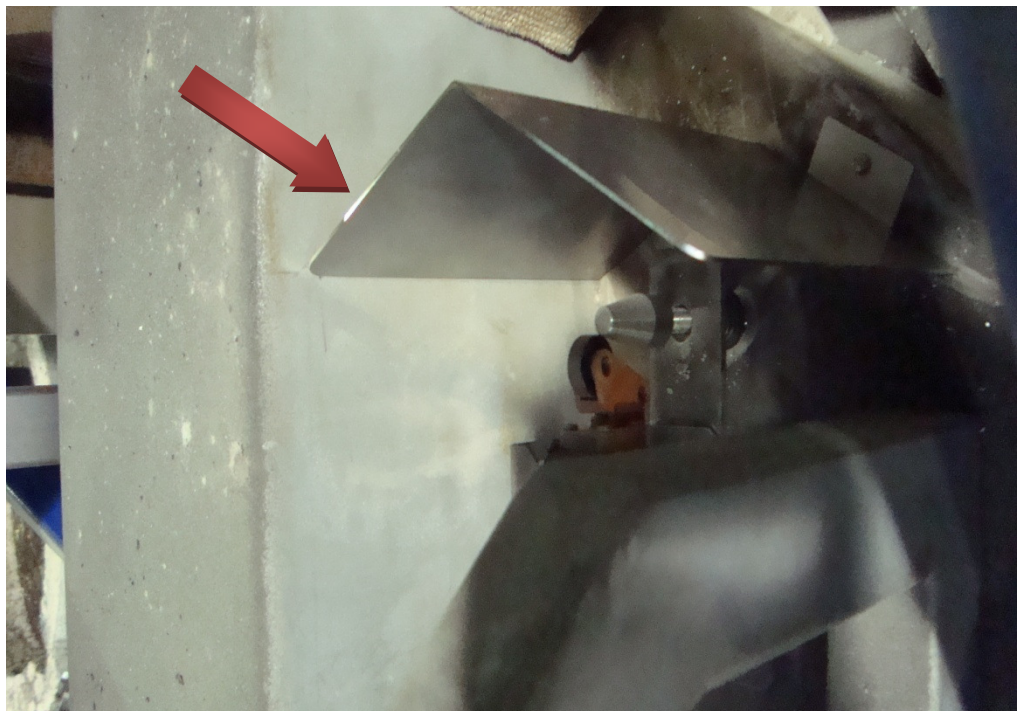


Abbildung 23: Anbau von Hitzeschutzblechen zum Schutz der Endschalter



Abbildung 24: Anbau von Hitzeschutzblechen zum Schutz der Kette und Führungen

- e.) Der Probetrieb startete am 23. September 2010. Am 23.09.2010 Morgens früh kam es zu Problemen, wie zuvor schon mit der Software der Anlage. Offizielle Inbetriebnahme der Anlage war am 14.10.2010. Am 21.10.2010 haben sich Fa. Schmees und Fa. Promeos darauf geeinigt, die Software binnen 3 Monaten komplett neu zu gestalten und vollständig neu zu programmieren. Seit dem 14.10.2010 ist eine Übergangsversion der Software in Betrieb und die Pfannenfeuer können eingesetzt werden.

- f.) Die Abbildung 25 beschreibt abschließend die angebauten Sicherheitsbarrieren an der Anlage



Abbildung 25: Sicherheitseinrichtungen der Pfannenaufheizstation

 **Gatter**

 **Lichtschranke**

 **Wand mit aufgesetzter Palisade**

2.4 Behördliche Anforderungen (Genehmigungen)

Es ist keine behördliche Genehmigung notwendig, da diese Anlage nicht ortsgebunden ist, dort reicht eine Konformitätserklärung des Anlagenbauers. Die Konformitätserklärung liegt vor, eine Kopie befindet sich im Anhang.

2.5 Erfassung und Aufbereitung der Betriebsdaten

Es wurde an die Pfannenaufheizstation ein zentraler Gaszähler angebracht, um den tatsächlichen Gasverbrauch der Pfannen messen zu können. Der Gaszähler wird täglich abgelesen. Zusätzlich wird, über die Thermoelemente, die Temperaturführung mitgeschrieben.

3. Ergebnisse

3.1 Bewertung der Vorhabensdurchführung

Die Entscheidung, diese Pfannenaufheizstation zu kaufen und das Projekt mit der Fa. Promeos umzusetzen, hat sich für die Fa. Schmees ausgezahlt. Da es sich hier um eine Pilotanlage handelt, war, auch wenn nicht gehofft, mit Schwierigkeiten zu rechnen. Am Standort in Pirna befindet sich eine weitere Anlage in der Konzeptionsphase.

Die Fa. Promeos hat alle Anstrengungen unternommen, damit die Anlage „perfekt“ wird.

Schwierigkeiten lagen jedoch in den Bereichen Isolation, Software und in der Risikoanalyse:

- Die Isolation, bzw. der Wärmestrahlungsschutz wurden von den Firmen Schmees und Promeos unterschätzt. Hier wurde nachgebessert, wie es die Abbildungen 19 – 22 verdeutlichen und es funktioniert jetzt ohne weitere Schwierigkeiten.
- Die Software wurde von der Fa. Promeos unterschätzt und hier wurden Fehler nicht vollständig behoben, was zu einer Neuankfertigung der Software führt.
- Die Risikoanalyse im frühen Projektverlauf führte zu einer Änderung der Konstruktion und somit verzögerte sich das Projekt im frühen Verlauf schon um 4 – 6 Wochen.

Wir gehen davon aus, dass diese Pfannenbeheizung ein Weg in die „richtige“ Richtung ist, hin zur umweltfreundlichen und energieeffizienten Gießerei.

3.2 Konzeption, Durchführung und Ergebnisse des Messprogramms

Das Messprogramm zum Nachweis der Umweltauswirkungen stellt sich wie folgt dar:

Im Zeitraum vom 04.08.2009 bis 04.09.2009 wurden die Verbräuche der alten Pfannenfeuer mitgeschrieben und ausgewertet, diese Auswertung bildete auch die Grundlage des Zuwendungsbescheides.

Effektiv kommen die konventionellen Brenner auf eine Leistung von 99 KW was einen Verbrauch von 9,9 m³ an Erdgas pro Stunde aus macht.

Die konventionellen Brenner brauchen 5 Stunden Vorheizzeit um auf 650°C bei 2t Pfannen und 850°C bei 1t und 1,25t Pfannen zu kommen, dies bedeutet das, das auf die Tagesarbeitszeit des Schmelzbetriebes, immer je Brenner 4 Stunden Laufzeit aufgeschlagen werden muss. Dies führt zu der Rechnung, die in Tabelle 5 dargestellt ist. Bei gleicher Brennerleistung benötigt man 1h Stunde für 650°C und 1,5 h für 1.000°C.

Erklärung	Verbrauch
ein Brenner je Stunde	9,9 m ³ /h
durchschnittlich 3,3 Brenner je Schicht	
3,3 Brenner je Stunde	32,7 m ³ /h
4 Stunden Vorlaufzeit	
+	
8 Stunden Arbeitszeit	
=	
12 Stunden x 30,4 m ³	392,4 m ³

Tabelle 5: Rechenbeispiel zum Vergleich

In der nachfolgenden Tabelle 6 sind die Zählerstände und die rechnerischen Vergleichswerte der täglichen Aufschreibung des Gasverbrauchs aufgeführt. Die Verbräuche des „alten“ Pfannenfeuers wurden im Vorfeld ermittelt und werden jetzt interpoliert. Ein direkter Vergleich 1:1 ist nicht möglich, da die alte Anlage stillgelegt wurde.

Zählerstand „neue Pfannenaufheizung“ m³	Datum	Vorher konventionell (rechnerisch) m³	Nachher Innovativ (Ist) m³	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell m³
597,50	18.10.2010	442,50	162,10	-280,40
759,60	19.10.2010	409,00	128,58	-208,42
888,18	20.10.2010	392,40	109,22	-283,18
997,40	21.10.2010	365,00	83,60	-281,40
1081,00	22.10.2010	510,00	193,22	-316,78
1274,22	25.10.2010	409,00	125,68	-283,32
1399,90	26.10.2010	392,40	98,85	-293,55
1498,75	27.10.2010	392,40	102,44	-289,96
1601,19	28.10.2010	392,40	98,11	-294,29
1699,30	29.10.2010	409,00	137,20	-271,80
1836,50	02.11.2010	392,40	100,00	-292,40
1936,50	03.11.2010	392,40	115,80	-276,60
2052,30	04.11.2010	392,40	93,27	-299,13
2145,57	05.11.2010	392,40	114,03	-278,37
2259,60	08.11.2010	438,70	158,60	-280,10
2418,20	09.11.2010	442,50	155,20	-287,30
2573,40	10.11.2010	392,40	119,40	-273,00
2692,80	11.11.2010	392,40	113,71	-278,69
2806,51	12.11.2010	409,00	136,99	-272,01
2943,50	15.11.2010	409,00	154,30	-254,70
3097,80	16.11.2010	510,00	191,00	-319,00
3288,80	17.11.2010	392,40	94,80	-297,60
3383,60	18.11.2010	409,00	133,26	-275,74
3516,86	19.11.2010	409,00	141,44	-267,56
3658,30	22.11.2010	442,50	162,20	-280,30
3820,50	23.11.2010	392,40	98,60	-293,80
3919,10	24.11.2010	392,40	93,80	-298,60
4012,90	25.11.2010			

Tabelle 5: Datenreihe aus Gasverbrauch während der Meßreihe

Aus den ermittelten Messdaten lässt sich eine tägliche Durchschnittseinsparung von 282,52 m³ Erdgas errechnen. Die ermittelte jährliche Erdgaseinsparung in Höhe von 61.440 m³ errechnet sich aus der jährlichen Durchsatzleistung.

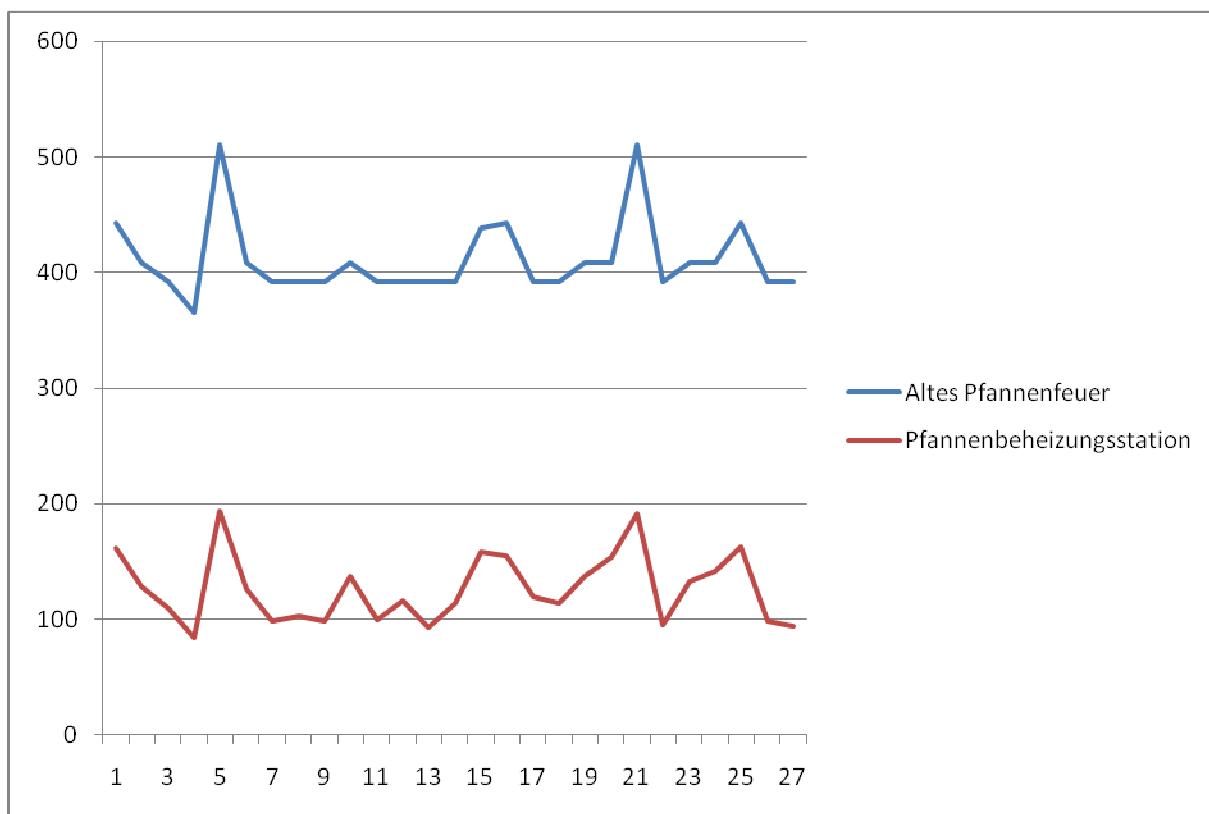


Diagramm 1: Grafische Darstellung der Meßwerte

Zum Stromverbrauch kann man nach einem so kurzem Zeitraum noch nichts sagen. Hier wird sich nach einem Zeitraum von ca. 6 Monaten ein Trend abzeichnen. Die Zählerstände werden seit 2009 täglich abgelesen, so dass wir 2011 eine konkrete Auswertung machen können.

Die Tabelle 7.0 stellt den Energieverbrauch des alten und neuen Pfannenaufheizung sowie die Energieeinsparung dar.

Umweltmedien (Energie)	Energie- verbrauch Vorher konventionell	Energie- verbrauch Nachher Innovativ (Plan)	Energie- verbrauch Nachher Innovativ (Ist)	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell
Erdgas in m ³ /a	94.640	47.000	33.200	61.440
CO ₂ in t/a	170,2	84,5	56,44	113,8

Tabelle 7.0: Jährliche(r) Energieverbrauch und Einsparung

Vom Institut für Umweltschutz und Agrikulturchemie Feldbaum GmbH & Co. KG wurden zwei ortsbezogene Arbeitsplatzmessungen gemäß TRGS 402 in Verbindung mit der DIN EN 689 an der alten und neuen Pfannenaufheizung durchgeführt.

Sie erfolgten unter sogenannten worst-case-Bedingungen, indem die Probenahmegeräte direkt neben einer beheizten Pfanne aufgestellt wurden. Während der Messungen waren keine Störungen festzustellen. Die ermittelten Werte beziehen sich auf die Normbedingungen von 20°C und 1013,15 hPa. Ein Bezug zum Sauerstoffgehalt wird bei dieser Art von Messungen nicht hergestellt.

Die folgenden Betriebsbedingungen konnten festgehalten werden:

Nr.	Arbeitsbereich	Temperatur in °C	Relative Feuchte in %
1	Neue Pfannenheizung	22	53
2	Alte Pfannenheizung	26	51

Pro Stunde wurde jeweils ein Ofen mit einer Tonnage von 1.350 kg bei einer Temperatur von ca. 1.650 °C abgestochen. Angaben zu den Messbedingungen bzw. Probenahme- und Analysemethoden können dem in Anhang beigefügten Messbericht des Instituts für Umweltschutz und Agrikulturchemie entnommen werden.

Die Ergebnisse der ortsbezogenen Arbeitsplatzmessungen sind im Anhang zu diesem Bericht zu finden. Eine direkte Vergleichbarkeit der Werte kann nicht bzw. nur sehr eingeschränkt vorgenommen werden, da beide Standorte sich wesentlich unterscheiden:

- Der Standort der alten Pfannenfeuer ist ca. 7 m vor der Ofenbühne (3 Schmelzöfen) aufgestellt. Die zu heizenden Transportpfannen werden um 180° gedreht auf ein Gestell abgelegt und konventionell mittels Gasbrenner befeuert. Die Halle ist im Vergleich zum Standort der neuen Pfannenaufheizstation höher.
- Die neue Pfannenaufheizstation ist 5 m neben der Ofenbühne aufgestellt. Die Brennerabgase verlassen die Pfanne durch eine Öffnung um den Pfannstopfen herum und durch zwei zusätzliche innen isolierte Abgasrohre. Die Frischluftzufuhr erfolgt über Dachfenster, eine Entstaubung ist nicht vorhanden

Anschließend wurden die Proben auf die alveolengängige Staubfraktion (Feinstaub), Quarz, Kohlenmonoxid und –dioxid sowie auf Stickstoffmonoxid und –dioxid untersucht. Die Ergebnisse der ortsbezogenen Arbeitsplatzmessungen zeigen, dass die Grenzwerte der untersuchten Gefahrstoffe bzw. die nur als Empfehlung anzusehenden Grenzwerte für Quarz und Stickoxide auch für die neue Pfannenaufheizstation eingehalten werden. Dabei deuten die Ergebnisse, trotz der oben genannten Unterschiede der beiden Standorte, auf eine etwa halbierte Feinstaub- und Quarzbelastung an der neuen Pfannenaufheizstation im Vergleich zum alten Standort.

Zudem wurde eine online-Messung bzw. Emissionsmessung in einer Auslassöffnung der neuen Pfannenbeheizung mit Ermittlung der Massenkonzentration an Kohlenmonoxid und –dioxid sowie auf Stickstoffmonoxid und –dioxid angegeben als Stickstoffdioxid durchgeführt. Diese Messungen wurden mit einem direktanzeigenden, tragbaren Gas-Analysator des Typs HORIBA PG-250 mit physikalischen Sensoren (Nicht-dispersive Infrarotabsorption (NDIR) für die Komponenten CO und CO₂ sowie der Chemielumineszenz (CLD) für die Komponente NO_x) durchgeführt.

Die Ergebnisse der online-Messung können der nachfolgenden Tabelle 7.1 entnommen werden. In der Tabelle 7.1 kann man erkennen, dass die Stickoxide um 57%, die Kohlenmonoxide um 54% und Kohlendioxid um 64% gesenkt werden konnte.

Schadstoffe	Vorher konventionell	Nachher Innovativ (Plan)	Nachher Innovativ (Ist)	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell
NO _x	79,6 mg/m ³		33,4 mg/m ³	46,20 mg/m ³
CO	24,1 mg/m ³		11,0 mg/m ³	13,1 mg/m ³
CO ₂	6,7 Vol. %		2,4 Vol. %	4,3 Vol. %

Tabelle 7.1: Reduzierung der Belastung an der Auslassöffnung NO_x, CO und CO₂

Wir werden auch nach 6 Monaten weitere Messungen zu den Abgasen durchführen, um die ermittelten Werte auch auf Dauer zu validieren.

Mit der Firma deBAKOM Gesellschaft für sensorische Messtechnik GmbH wurden Schallmessungen an den Pfannenaufheizungen durchgeführt, um die Reduzierung der Schallemissionen durch den Einsatz der neuen Brenntechnologie zu dokumentieren.

Die Stände mit konventioneller wie auch neuer Pfannenbeheizung befinden sich in unmittelbarer räumlicher Nähe zu einander in der gleichen Produktionshalle. Zunächst wurden Schallpegelmessungen zur Bestimmung der Grundgeräuschsituation im Umfeld der konventionellen wie auch der neuen Pfannenbeheizung vorgenommen. Es war hilfreich, den Grundgeräuschpegel in der Halle für die hier vorzunehmende schalltechnische Untersuchung möglichst niedrig zu halten. Anschließend wurden die 3 vorhandenen konventionellen und 3 neue Pfannenaufheizungen getrennt voneinander in Betrieb genommen und ebenso getrennt voneinander vermessen. Die Messungen erfolgten sobald der bestimmungsgemäße Betriebszustand erreicht war. Anhand der Ergebnisse wurden die abgestrahlten Schallleistungspegel der konventionellen und der neuen Pfannenaufheizung berechnet und die erzielte Reduzierung der Schallemissionen als Pegeldifferenz dargestellt. Aufgrund der Hallenabmessungen und der Positionen der Schallquellen konnte auf eine Erfassung der raumakustischen Situation an den Messorten verzichtet werden.

Bei der Schallmessung (Tabelle 7.2) kam heraus, dass die „neuen“ Pfannenfeuer genauso „laut“ sind wie das Grundgeräusch in der Gießerei und daher nicht wahrnehmbar sind. Was das Arbeiten einiges angenehmer gestaltet und wir auch keine Gehörschutzpflicht mehr haben, da wir den Grenzwert unterschreiten.

Geräusche/ Wärmestrahlung	Vorher konventionell	Nachher Innovativ (Plan)	Nachher Innovativ (Ist)	Δ Ist Innovativ versus Vorher konventionell
Schall (gefühlte)	„sehr laut“		„nicht wahrnehmbar“	
Schall (gemessen)	78,7 dB		67,4 dB	11,3 dB
Schall (Grundgeräusch)	66,6 dB		66,6 dB	
Wärmestrahlung	211 °C		52 °C	159 °C

Tabelle 7.2: Reduzierung der Belastung in der Gießereihalle Schall und Wärme

Die Wärmestrahlung konnte um 75% gesenkt werden, was zur Folge hat, dass weniger Pfannengetriebe ausfallen, da die Fließfette und Öle im Getriebe bis max. 125°C aushalten.

3.3 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Die geplanten Anschaffungskosten wurden um 15.281 € überschritten und betragen 202.597 €. Die laufenden oder einmaligen Kosteneinsparungen stellen sich wie folgt dar:

Gaskosten

23.286,00 € pro Jahr

Geschätzt:

Pfannenfuttermverschleiß 1/3 minimiert	7.000,00 € pro Jahr
Produktivitätsgewinn	10.000,00 € pro Jahr

Abstichtemperatur um 20 °C vermindert (Einsparung noch unbekannt)

Die Wartungs- und Betriebskosten können zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zuverlässig angegeben werden.

Die Kapitalkosten berechnen sich aus der Summation der jährlichen Abschreibung und der jährlichen kalkulatorischen Zinsen und betragen 25.325 €. Die kalkulatorischen Zinsen 5.065 € ergeben sich aus dem hälftigen Anschaffungspreis multipliziert mit dem Kalkulationszinssatz.

Die statische Amortisationsrechnung für das Projekt stellt sich wie folgt dar:

Amortisationsrechnung (Kapitalrückfluss-, Pay back Methode)

	geplant	tatsächlich
Anschaffungskosten [€]:	187.316	202.597
Restwert [€]:	0	0
Nutzungsdauer [a]:	10	10
Kalkulatorischer Zins [%]:	5	5
Kalkulatorische Abschreibung [€]:	18.732	20.260
Jährliche Betriebsstoffeinsparung [€]:	26.740	30.286
Kapitalkosten [€]:	23.415	25.325
Produktivitätsgewinn [€]:	10.000	10.000
Jährliche Kosteneinsparung:	13.326	14.961
Amortisationszeit [a]:	5,8	5,8

Tabelle 8: Payback vorher/nachher

3.4 Technischer Vergleich zu konventionellen Verfahren

Eine technische Vergleichbarkeit mit konventionellen Verfahren kann nicht unmittelbar hergestellt werden, da dieses neue Verfahren sich technisch deutlich von der üblichen Aufheizung mit gasbefeuerten Flammenbrennern unterscheidet.

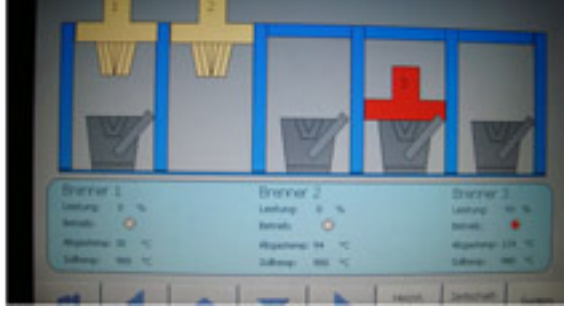
Altes Pfannenfeuer	Neue Pfannenaufheizstation
	
	
	
Hoher Gasverbrauch	Im Verhältnis niedriger Gasverbrauch
Sehr laut	Geräusche sind kaum wahrzunehmen
Erzeugung von Hotspots	Homogene Aufheizung

Abbildung 26: Vergleich alte Pfannenfeuer versus Pfannenaufheizstation

4. Empfehlungen

4.1 Erfahrungen aus der Praxiseinführung

- Schon bei der detaillierten Konstruktion der Anlage, kam es zu vorher nicht bedachten „Schwierigkeiten“, da im Vorfeld Richtlinien nicht genau berücksichtigt worden sind. (z.B. Sicherheitsrichtlinien) Siehe Punkt 3.2.3 f.).
- Schon während der ersten Brennversuche wurde klar, dass das Isolationskonzept nicht ausreicht, bzw. nicht vorhanden war, daher wurden weitere Teile konstruiert. Siehe Punkt 3.2.3 d.). Was wiederum zu erheblichen Verzögerungen führte
- Die beiden oben genannten Probleme, sind dem noch jungen Projektteam beider Unternehmen geschuldet.
- Das jedoch massivste Problem bei der Anlage stellt die Steuerung dar, welche sich als komplexer herausstellte, wie die Fa. Promeos vermutete. Dort ist jetzt

eine Übergangslösung in Betrieb, welche in den nächsten Monaten durch eine komplett neue Lösung ausgetauscht wird.

- Die 3 neuen Brenner wurden nachträglich noch um einige Prozent gedrosselt, weil die etwas geringere Leistung ausreichte, um die Pfannen zu beheizen. Dadurch wurde ein weiteres Einsparpotenzial möglich und das Einsparpotenzial erhöht sich von 50% auf 60%.
- Ursprünglich war geplant mit Brenner Nr. 3 nur 1 t Pfannen, auf P1 und P2 brennen zu können. Dies haben wir jedoch verworfen und Brenner 2 und Brenner 3 gleich ausgelegt, so dass wir flexibler sind und auf beiden Plätzen auch beide Größen brennen können. Hier sieht man die ursprüngliche Version mit 3 verschiedenen Brennern, in der jetzigen Version fällt der 1t Brenner weg und es können auf P1 bis P4 1,25t Pfannen (auch 1t Pfannen) gebrannt werden.

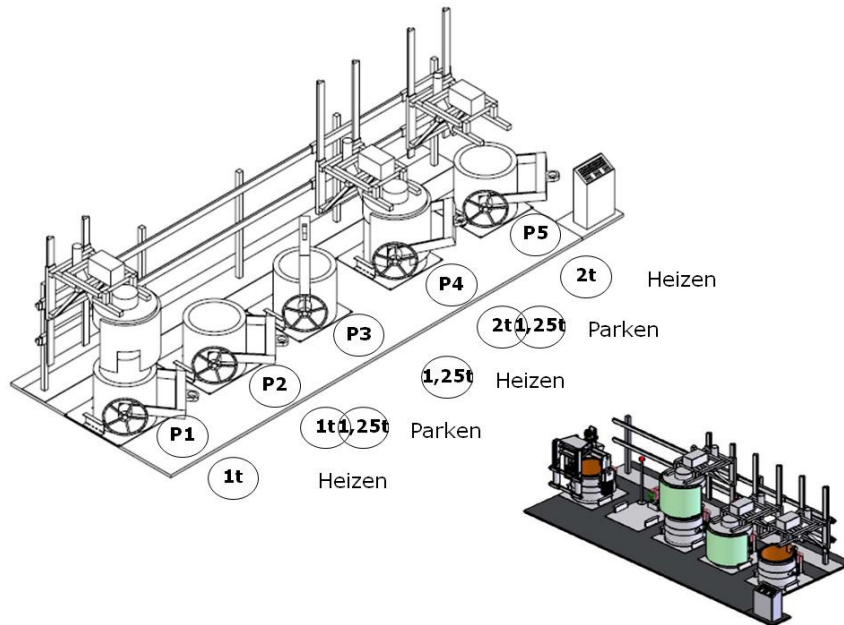


Abbildung 27: Ursprünglich geplante Pfannenaufheizstation

- Mein persönliches Fazit (Markus Pöschl): „Ich würde diese Anlage wieder bauen, nur diesmal mit mehr Augenmerk auf die Steuerung“. „Ich war vor 3 Jahren von der Technologie überzeugt und bin es jetzt noch. Diese Technologie kann auf viele Anwendungen in der Gießerei und in Stahlwerken projiziert werden.“

4.2 Modellcharakter

Das hier angebotene Anlagenkonzept ist auf die Mehrzahl aller Gießereibetriebe weltweit übertragbar. Alleine in Deutschland nimmt die Gießereiindustrie mit rund 600 Gießereien (Mitgliedsunternehmen beim Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie) eine Schlüsselstellung ein.

Eine aktuelle Marktrecherche der promeos GmbH hat ein Potenzial von wenigstens 100 Anlagen in Deutschland ergeben. Nach Aussagen des Anlagenbauers müssen keine besonderen Kriterien für den Einsatz erfüllt werden. Nachfolgendes Statement haben wir von der proemos GmbH erhalten:

Pfannen werden nahezu überall vorgewärmt. Dafür steht immer Gas zur Verfügung. Der Kaufanreiz hängt in erster Linie von der Amortisationszeit ab, welche wiederum vom jeweils tatsächlich realisierten Kundennutzen abhängt, welcher sich im Wesentlichen aus folgenden Teilnutzen zusammen setzt:

1. Reduzierung der Betriebskosten durch Energieeinsparung:
 - + Sofort zu kalkulieren (tatsächliche Kosten bezogen auf aktuelle kWh/Jahr mal Einsparungspotenzial von ca. 50%)
 - + Transparent, d.h. in der Regel nicht erklärungsbedürftig
2. Kostenreduzierung durch längere Standzeiten der Feuerfestauskleidung/der Pfannen
 - + derzeit mangels belastbarer Langzeiterfahrung noch nicht zu quantifizieren, d.h. „weicher Faktor“
 - + von allen Gesprächspartnern aber als „logische Konsequenz“ verstanden/erwartet
3. Produktivitätssteigerung durch
 - a. Schnelleres Aufheizen (Pfannenverfügbarkeit): hängt von der jeweiligen Pfannnewirtschaft / vom Produktionsablauf ab.
 - b. Geringerer Materialverlust (homogene Erwärmung der Pfannen)
4. Qualitätsverbesserung durch ...
 - a. geringeren Temperaturverlust in der Pfanne, d.h. dadurch geringere Überhitzung der Schmelze im Schmelzofen
 - + inzwischen von Kunden nachgewiesen; Beispiel: T-Verlust von 50K zwischen Ofen und Gießplatz auf 0K reduziert (Alu-Gießerei).
 - b. Metallurgische Vorteile aufgrund homogenerer Vorwärmung (geringere O₂-Bindung etc.)
 - derzeit nicht wirklich quantifizierbar, aber theoretisch zwingend.

➔ Die Erfahrung zeigt, dass eine Kaufentscheidung ausnahmslos von der Amortisationszeit, d.h. finanziellen Anreizen getriggert wird.

Würden Ökologische Argumente zählen, dann müssten alle Gießereien angesichts des nachgewiesenen Einsparpotenzials in solche Systeme investieren.

4.3 Zusammenfassung

Im Bereich des Schmelzbetriebes wurden bisher 4 konventionelle Brenner, welche 1999 angeschafft wurden, zur Pfannenbeheizung eingesetzt. Die bestehenden Flammbrenner feuern von unten in die kopfüber stehenden Pfannen. Diese Brenner sind sehr laut und wartungsintensiv. Die Temperaturführung ist unbefriedigend und wenig präzise. Die notwendige Einsatztemperatur von 850°C kann nur erreicht werden, wenn die Pfannen 5 Stunden vorgeheizt werden. Hitzestrahlung und das gesamte Abgas verteilen sich in der Gießhalle.

Mit dem ersten großtechnischen Einsatz einer kompletten, energieeffizienten Pfannenaufheizstation mit 5 Pfannenparkplätzen und drei Beheizungssystemen („Pfannenstation 5/3“) für die drei Pfannengrößen (1t, 1,25t und 2t) sollte der Energieverbrauch für die Pfannenbeheizung deutlich reduziert werden.

Die neue Idee bestand darin, Gießpfannen so vorzuheizen, dass nicht nur wesentlich energieeffizienter gefertigt werden kann, sondern darüber hinaus noch positive Effekte auf die Standzeit der eingesetzten Pfannen erwartet werden konnte.

Grundsätzlich ist der Einsatz in jeder Gießerei möglich, die Transportpfannen beheizen muss. Jedoch muss, je nach geschmolzenem Medium, auf die Werkstoffwahl des Strahlrohres geachtet werden. In Stahlgießereien wird z.B. ein Strahlrohr in 1.4840.00

eingesetzt, welches sich jedoch in Aluminiumgießereien auflösen würde, hier müssten andere Werkstoffe genutzt werden (z.B. Cobaltbasis oder Inconell 625).

Der ursprünglich budgetierte Investitionsansatz in Höhe von 187.316 € wurde für das Projekt nur unwesentlich durch die tatsächlichen Kosten in Höhe von 189.713 € überschritten. Die im Bericht dargestellten über der Planung liegenden Einsparmöglichkeiten beim Energieverbrauch (23.286 €) stehen dieser Überschreitung aber positiv entgegen.

Die von uns errechnete Amortisationszeit für die innovative Technik konnte von 5,8 Jahren bei der Planung auf 5,3 Jahre reduziert werden. Dieses Ergebnis untermauert die Sinnhaftigkeit dieser Zukunftsinvestition für unser Unternehmen.

Mit der erfolgreichen Inbetriebnahme der innovativen Pfannenaufheizstation ist der erstmalige großtechnische Einsatz dieser Technik in der Bundesrepublik Deutschland realisiert worden. Das Anlagenkonzept ist auf die Mehrzahl aller Gießereibetriebe weltweit übertragbar.

Eine aktuelle Marktrecherche vom Anlagenbauer hat ein Potenzial von wenigstens 100 Anlagen in Deutschland ergeben. Vermutlich ist das Potenzial noch deutlich höher, denn überall dort, wo flüssiges Metall in Transportpfannen- oder Tiegeln innerbetrieblich gespeichert (warmgehalten) oder transportiert werden muss, sind die Vorteile des hier dargestellten Systems anzuwenden.

Die Fa. promeos GmbH ist in der Lage, diese Technologie auch für andere Kunden auf deren Bedürfnisse zu übertragen.

Die Pfannenaufheizstation kann, selbstverständlich nach vorheriger Terminvereinbarung, bei uns in Langenfeld (Rheinland) besichtigt werden. Die Ansprechpartner sind Herr Markus Pöschl und Herr Alois Fritz.

5. Veröffentlichungen der Fa. Schmees im Zusammenhang mit diesem Projekt

Das Projekt wurde von Seiten der Firma Schmees bereits in der Zeitschrift Gießerei 7+8 2010 unter der Rubrik Erfahrungsaustausch vorgestellt. Die Westdeutsche Zeitung berichtete am 21. August 2010 über das Projekt. Gemeinsam mit der Effizienz-Agentur NRW wurde im November 2010 eine Projektveröffentlichung gemacht. Am 4. November 2010 besuchte uns der Bundesumweltminister, Herr Dr. Norbert Röttgen, um sich Vorort über das erfolgreiche Projekt zu informieren. Im Februar 2011 wurde ein Film zu diesem Projekt auf dem Portal „Ressource Deutschland.tv“ veröffentlicht. Alle genannten Presseveröffentlichungen befinden sich im Anhang zu diesem Bericht.

6. Anhang

Messberichte der Fa. deBAKOM Gesellschaft für sensorische Messtechnik mbH und des IUA Institut für Umweltschutz und Agrikulturchemie Feldbaum GmbH & Co. KG + Konformitätserklärung der Fa. Promeos GmbH + Presseveröffentlichungen.