

INVESTITIONEN ZUR VERMINDERUNG VON UMWELTBELASTUNGEN
PROGRAMM DES BUNDESMINISTERS FÜR UMWELT, NAUTRSCHUTZ
UND REAKTORSICHERHEIT

Energieeinsparung

Abschlußbericht 70441 – 5/19

Vorhaben-Nr. 20109

Umsetzung eines innovativen energieeffizienten
Aluminiumbolzenerwärmungsverfahrens

von
Franz Becker
und
Detlev Voigt

F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG
Ense-Höingen (Nordrhein-Westfalen)

Geschäftsführer
Friedrich W. R. Brökelmann

IM AUFTRAG
DES UMWELTBUNDESAMTES
Oktober 2008

AUTOMOTIVE | BAU | INDUSTRIE | WÄRMETAUSCHER

ALUMINIUM IN PRÄZISION UND QUALITÄT



EXCELLENZ IN

- ▶ ALUMINIUM
- ▶ STRANGPRESSPROFIL
- ▶ WEITERBEARBEITUNG

**DAFÜR STEHEN WIR
SEIT FAST 100 JAHREN**



www.broekelmann.com

FW. BRÖKELMANN
ALUMINIUMWERK GMBH + CO. KG
DESTERWEG 74 | 59469 ENSE-HÖINGEN
TELEFON: +49 (2938) 808-0

Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA 70441 - 5/19	2. Energieeinsparung	3.
4. Titel des Berichtes Umsetzung eines innovativen energieeffizienten Aluminiumbolzenenerwärmungsverfahrens		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Franz Becker Detelev Voigt		8. Abschlußdatum Oktober 2008
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG Oesterweg 14 59469 Ense-Höingen		9. Veröffentlichungsdatum xxxxxxx xxxx
		10. Vorh.-Nr. 20109
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau		11. Seitenzahl 25
		12. Literaturangaben -
		13. Tabellen und Diagramme 2
		14. Abbildungen 7
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Im Rahmen eines PIUS-Checks wurde dieser Blockerwärmungssofen mit seiner innovativen Verbrennungsluftvorwärmung entwickelt. Weitere wesentliche Merkmale sind die höhere Anzahl der Brennerdüsen, die neuartige Anordnung der Düsen, die Anpassung des Ofeninnenraumes auf den Bolzendurchmesser und der Einsatz einer Hochkonvektionsvorwärmkammer. Die daraus entweichenden Abgase werden über einen Wärmetauscher geleitet, um die Verbrennungsluft für die Gasbrenner vorzuwärmen. Diese Maßnahmen führen dazu, dass sich der Erdgasverbrauch auf 192 kWh/t im Vollastbetrieb reduzieren lässt. Bezogen auf eine Jahresmenge von 10.500 t Aluminium wird sich CO ₂ -Emission im Mittel um ca. 141 t/a reduzieren. Durch weitere, geplante Optimierungen in den nächsten Wochen wird der Zielwert von 160 t/a CO ₂ - Reduzierung erreicht werden.		
17. Schlagwörter Blockerwärmung, Wärmetauscher, Verbrennungsluftvorwärmung, Energieeinsparung		
18.	19.	20.

Report-Coversheet

1. UBA 70441 - 5/19	2. Energy saving	3.
4. Report Title		
5. Author(s), Family Name(s), First Name(s) Franz Becker Detlev Voigt		8. Report Date October 2008 9. Publication Date xxxxxxxx xxxx
6. Performing Organisation (Name, Address) F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG Oesterweg 14 59469 Ense-Höingen		10. Report-Nr. 20109 11. No. of Pages 25
7. Sponsoring Agency (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau		12. No. of References - 13. No. of Tables, Diag. 2 14. No. of Figures 7
15. Supplementary Motes		
16. Abstract Within the context of a „PIUS Check“ this billet furnace together with the innovative preheating of combustion air was developed. Further essential features are more burner nozzles, the innovative configuration of the nozzles, the adaption of the inside of the furnace towards the billet diameter and the application of a highconvection preheating chamber. The exhaust fumes are led in a recuperator in order to preheat the combustion air for the gas burners. These measures result in a reduction of the natural gas consumption to 192 kWh/t in full-load operation. Related to an annual tonnage of 10.500 t aluminium the reduction of the CO₂ emission will be about 141 t/a in average. Further optimizations within the next weeks will still improve the value to 160 t CO₂/a.		
17. Keywords billet furnace, recuperator, preheating of combustion air, highconvection, energiesaving		
18.	19.	20.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	7
Vorwort	8
Kurzfassung	8
Summary	9
Das Unternehmen	10
1 Einführung.....	11
1.1 Ausgangslage.....	11
1.2 Projektziel.....	12
2 Nachweisführung (Kontrolle der Projektziele).....	15
2.1 Energieeinsparung	15
2.1.1 Methode	15
2.1.2 Ergebnisse	15
2.2 Kapazitätserweiterung	20
2.2.1 Methode	20
2.2.2 Ergebnisse	20
2.2.3 Nebeneffekte	20
3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	22
3.1 Investitionen	22
3.2 Abschätzung der Einsparung	22
3.3 Amortisationszeit	23
4 Zusammenfassung	24
5 Verbreitung und weitere Anwendung der Anlage	24

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co KG in Ense	10
Abbildung 2: neuer Gasofen mit Vorwärmkammer	13
Abbildung 3: Verbrennungsluftvorwärmung	14
Abbildung 4: wöchentlicher Gasverbrauch in Relation zum Durchsatz	16
Abbildung 5: Temperaturverlauf im Ofen	18
Abbildung 6: CO ₂ -Emission in Relation zur erwärmten Aluminiummasse	19
Abbildung 7: Wartezeit auf Ofen	21
Tabelle 1: Übersicht über geplante und tatsächlich getätigte Investitionen	22
Tabelle 2: Statische Amortisationsrechnung geplant/tatsächlich	23

Vorwort

Das in diesem Bericht beschriebene Projekt „Umsetzung eines innovativen energieeffizienten Aluminiumbolzenenerwärmungsverfahrens“ bedeutet für die Firma F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG vor allem eine wesentliche Energieoptimierung bei gleichzeitiger Kapazitätssteigerung.

Das Projekt konnte Dank der unterstützenden Anteilsfinanzierung durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Rahmen des Umweltinnovationsprogrammes realisiert werden.

Für die Unterstützung vor und während des Projektes soll der Effizienz-Agentur NRW, insbesondere Herrn Matthias Graf und Herrn Marcus Lodde und dem Ingenieurbüro EFFIZIENZMANAGEMENT Roth gedankt werden.

Kurzfassung

Die F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG und das Ing.-Büro Effizienzmanagement Roth haben diese innovative Lösung im Rahmen eines PIUS-Checks gemeinsam entwickelt. Mit dem innovativen Blockerwärmungssofen wird eine Verbesserung des Wirkungsgrades erreicht. Wesentliche Merkmale sind die höhere Anzahl der Brennerdüsen bei der Blockbeheizung zur Erzeugung der Flammen, die neuartige Anordnung der Düsen und die Anpassung des Ofeninnenraumes auf den Bolzendurchmesser. Hinzu kommt der Einsatz einer Hochkonvektionsvorwärmkammer mit Ventilatoren. Die daraus entweichenden Abgase werden über einen Wärmetauscher geleitet, um die Verbrennungsluft für die Gasbrenner vorzuwärmen. Diese Maßnahmen führen dazu, dass sich der Erdgasverbrauch von bis 313 kWh/t Aluminium auf 192 kWh/t im Volllastbetrieb reduzieren lässt. Dies würde einer CO₂-Minderung von 26,6 kg/t Produkt bzw. 279,3 t / Jahr bei 10.500 t/a entsprechen. Zur Zeit werden ca. 4.500 t pro Jahr im Volllastbetrieb produziert. In der Praxis wird der Ofen zeitweise im Teillastbereich und mit einem nachgeschalteten Induktionsofen

betrieben. Hierbei wird ein Wert von ca. 141 t CO₂-Reduzierung pro Jahr bei der angenommenen Jahrestonnage von 10.500 t erreicht. Weitere Optimierungen werden zu dem Ziel von 160 t / Jahr CO₂-Reduzierung führen.

Summary

F. W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co. KG and the Ing.-Büro Effizienzmanagement Roth have together developed this innovative solution within the context of a „Pius Check“. With this innovative billet furnace a significant improvement of the efficiency can be achieved. Essential factors are the number of burner nozzles for the billet heating, the new configuration of the nozzles and the adaption of the inside of the furnace to the billet diameter. Furthermore a high convection preheating chamber with ventilators is applied.

The exhaust fumes are led in a recuperator in order to preheat the combustion air for the gas burner. These measures result in the reduction of the natural gas consumption from 313 kWh/t aluminium to 192 kWh/t during full-load operation. Due to this measure there is a reduction of 26 kg CO₂/t aluminum rather 279,3 t/a, related to 10.500 t/a. At the moment 4.500 t/a are produced in full-load operation.

Working in part-load operation in combination with an induction heater, a reduction of about 141 t CO₂ per year will be achieved for the annual tonnage of 10.500 t. Further optimizations will lead to a reduction of 160 t/a.

Das Unternehmen

Die Firma F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH + Co. KG ist seit 1910 in der Aluminiumverarbeitung tätig. Zu Beginn der 60er Jahre wurde der Geschäftsbereich für Strangpresserzeugnisse aufgebaut, der heute mit einem mehrfach grundlegend modernisierten Maschinenpark für die hohen Anforderungen unserer Kunden bestens gerüstet ist. Gefertigt werden Halbzeuge, Profile und Rohre für die Bereiche Verkehrstechnik, Bautechnik, Industrie- und Wärmetauschertechnik. Im Werk sind zur Zeit 293 Mitarbeiter (incl. 24 Auszubildende) beschäftigt.



Abbildung 1: F.W. Brökelmann Aluminiumwerk GmbH & Co KG in Ense

Bildquelle: FWB

1 Einführung

1.1 Ausgangslage

Der Prozessablauf vom Wareneingang (Bolzen $\varnothing$ 178 – 216 mm x 5 bis 7 m Länge) bis zum fertigen Profil wird nachfolgend beschrieben. Es sind 3 Produktionslinien vorhanden, die durch einen gleichen Produktionsablauf gekennzeichnet sind. Zur Zeit werden 19 verschiedene Legierungen verarbeitet: 16 AlMgSi-, 2 AlMn- und 1 AlZnMg Legierungsvarianten.

- | | |
|--------------------|--|
| 1. Prozessschritt: | Bolzenaufgabe und Bolzenerwärmung bei ca. 450 °C bis 500 °C |
| 2. Prozessschritt: | Die Bolzen werden auf Länge geschert und der Presse zugeführt. |
| 3. Prozessschritt: | Mit Pressendrücken von max. 210 - 280 bar werden Vollprofile (Flachwerkzeuge) und Hohlprofile (Kammerwerkzeuge) mit Längen bis zu 70 Metern hergestellt. |
| 4. Prozessschritt: | Das noch warme Profil (max. 540 °C) wird mit Luft oder Wasser abgekühlt. |
| 5. Prozessschritt: | Die abgekühlten Profile kühlen sich in Abhängigkeit der verschiedenen Wandstärken auch unterschiedlich ab, dadurch werden die Profile „krumm“ und müssen gereckt werden. |
| 6. Prozessschritt: | Ablängen der Profile auf Liefermaß mit der Einteilsäge |
| 7. Prozessschritt: | Alterungs- bzw. Aushärteprozess im Ofen bei ca. 180 - 200 °C |
| 8. Prozessschritt: | Mechanische Bearbeitung (Sägen, Fräsen, Stanzen, Bohren, Biegen, Bördeln, etc.) und Oberflächenbearbeitung (Eloxieren, Lackieren, Beschichten) |
| 9. Prozessschritt: | Verpacken und Versenden |

Auf der **20 MN**-Presse (MN = Mega-Newton, der Wert trifft Aussagen über die Presskraft der Presse) werden ca. **10.500 t/a** Aluminium zu unterschiedlichen Profilen

verarbeitet. Hierzu werden die eingesetzten Bolzen in einem Bolzenerwärmungssofen auf die Verarbeitungstemperatur von ca. 450° C - 500° C erwärmt. Die Erwärmung erfolgt mit Gasbrennern; der spezifische Gasverbrauch liegt bei ca. **27,7 m³/t** oder **313 kWh/t** bei einem Heizwert von 11,3 kWh/m³.

Die heißen Abgase werden in der Vorwärmzone über die Bolzenoberfläche geführt und dann dem Abgaskamin zugeführt. Die Abgastemperaturen an der Esse wurden mit 458° C ermittelt, wobei dieser Wert noch Falschlufteanteile enthält. Falschlufte ist die Menge an Luft, die über das Maß der für die Verbrennungsvorgänge nötigen Luft hinausgeht. Ohne diese Falschlufteanteile wäre erfahrungsgemäß mit ca. 600° C zu rechnen.

Die Idee zu diesem Projekt ist aus einem [®]PIUS-Check heraus entstanden.

1.2 Projektziel

Die Überlegung für die Umsetzung dieses Projektes war zum einen die Erhöhung des Ofendurchsatzes, zum anderen der möglichst effiziente Einsatz von Energie.

Der klassische Weg die Produktivität eines Ofens zu steigern geht über eine Verlängerung der Vorwärmzone. Da dies jedoch aus Platzgründen bei Bröckelmann und darüber hinaus in vielen anderen Unternehmen nicht möglich ist, soll die Produktivität mittels Umbau des **Blockerwärmungssofens** bei gleichzeitiger Senkung des spezifischen Erdgasverbrauchs erheblich gesteigert werden.

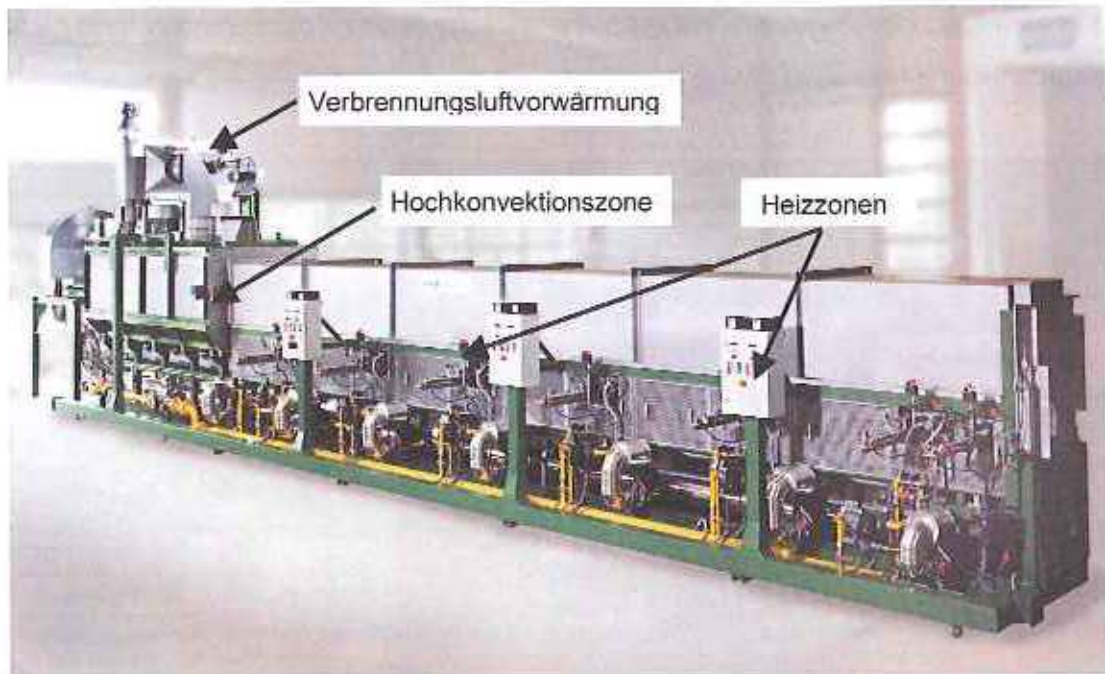


Abbildung 2: neuer Gasofen mit Vorwärmkammer

Folgende Maßnahmen sollen nun zur Verbesserung des Wirkungsgrades bei diesem neuen Ofenkonzept umgesetzt werden:

Die Anzahl der Brennerdüsen bei der Blockbeheizung zur Erzeugung der Flammen wird um den Faktor drei erhöht. Die Positionierung der Düsen zur Oberfläche der Al-Stangen wird optimiert. Durch die höhere Anzahl und die neuartige Anordnung der Düsen wird die für den Wärmeübergang genutzte Oberfläche der Aluminiumstange vergrößert. Dies führt zu einer geringeren Energiedichte pro Fläche (W/mm^2), jedoch über die erhöhte Anzahl von Brennern zu einem erhöhten Gesamteintrag an Wärmeenergie. Die projektierte Lösung ermöglicht eine verbesserte Wärmeeintragung in das Aluminium und führt somit zu einer besseren Energieausnutzung. Ebenfalls wird der Ofeninnenraum sehr genau auf den Bolzendurchmesser angepasst. Dadurch wird eine engere Abgasführung über die Aluminiumstangen erreicht, und diese Maßnahme führt zu einer verbesserten Energieaufnahme. Die bestehende Vorwärmzone wird durch eine Hochkonvektionszone ersetzt. Die Hochkonvektion wird rein über Ventilatoren erreicht. Nach der Hochkonvektionsvorwärmkammer werden die Abgase noch zusätzlich durch einen Wärmetauscher geleitet, um die Verbrennungsluft für die Gasbrenner vorzuwärmen. Somit wird eine zur Zeit in der Branche noch nicht umgesetzte Verbrennungsluftvorwärmung bis hin zur maximal zulässigen Temperatur

der Brennerbauteile eingeführt, um auch die restliche in den Abgasen noch befindliche Energie positiv für die Erwärmung zu nutzen.

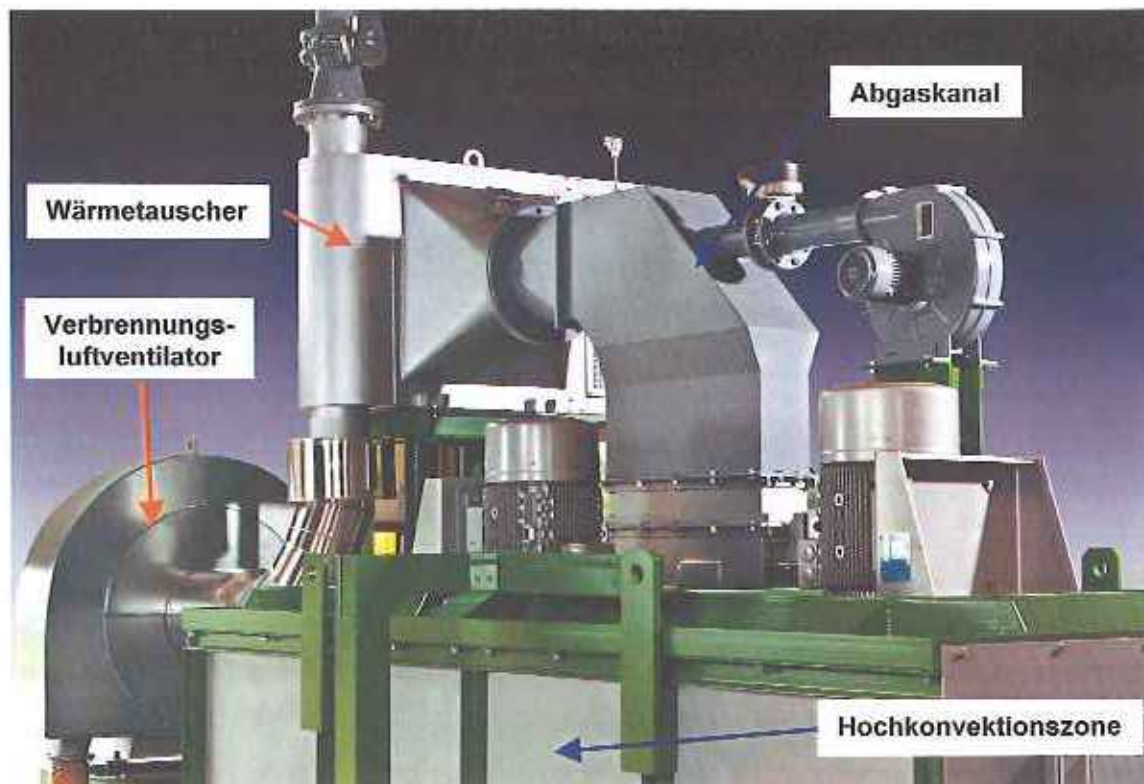


Abbildung 3: Verbrennungsluftvorwärmung

Die Gesamtheit dieser umgesetzten Maßnahmen soll sich in einem bisher nicht erreichten Gesamtwirkungsgrad der Anlage widerspiegeln. Durch diesen Umbau wird der Verbrauch von Erdgas von **313 kWh/t** auf ca. **190 kWh/t** gesenkt. Bei einer durch diesen Umbau ermöglichten Steigerung der Ausbringungsmenge um 25% wird gleichzeitig eine Einsparung von **793 MWh/a** erreicht. Dies entspricht bei einem Heizwert von $11,3 \text{ kWh/m}^3$ einer Erdgasmenge von **70.000 Nm³/a** und einer Reduzierung der CO₂-Emission von **158 Tonnen /a**.

Weiterhin wird unmittelbar vor dem Pressen der Bolzenanfang induktiv erwärmt, um den Pressvorgang zu erleichtern. Da der Aluminiumbolzen aus dem Bolzenerwärmungssofen jedoch momentan noch nicht die richtige Temperatur aufweist, wird in dieser Induktionsspule zusätzlich der gesamte Bolzen auf eine höhere Temperatur erwärmt. Dieser zusätzliche Energieeintrag soll zukünftig reduziert werden.

2 Nachweisführung (Kontrolle der Projektziele)

In diesem Kapitel werden die Methoden dargestellt, mittels derer die Realisierung der Projektziele nachgewiesen werden soll.

2.1 Energieeinsparung

2.1.1 Methode

Über einen Zeitraum von einem Monat wird jeweils vor und nach der Umsetzung des Projektes sowohl der Durchsatz des Ofens an Aluminium als auch der zur Beheizung benötigte Gasverbrauch gemessen. Aus diesen beiden Werten wird das Verhältnis Gasverbrauch pro Tonne Aluminium gebildet. Dieser Wert ist auch als Zielwert im Antrag definiert. Somit kann eine Erreichung des Ziels überprüft werden.

Die Energieaufnahme der nachgeschalteten, elektrischen Induktionsbeheizung wird ebenfalls gemessen, da auch hier ein positiver Effekt insofern erwartet wird, dass sich durch die effiziente neue Ofenanlage die benötigte elektrische Energie reduzieren wird.

Es wird zusätzlich noch der Luftstrom bewertet, der durch die Verbrennungsluftvorwärmung im Abgasstrom durch die Abwärme erhitzt wird. (Dieser Teil ist vor Installation der neuen Anlage nicht vorhanden.)

2.1.2 Ergebnisse

2.1.2.1 Senkung des Gasverbrauchs

Der Mittelwert des Gasverbrauchs / Tonne lag zum Zeitpunkt der Antragstellung bei 27,7 m³/t.

Der Verbrauchswert des Ofens wird stark von der Durchsatzmenge / Stunde, von der Höhe des Temperatursollwertes und von der Legierung beeinflusst. Während der Messperiode vor dem Umbau lag dieser Wert bei 29,3 m³/t.

Gasverbrauch Gasofen 20 MN

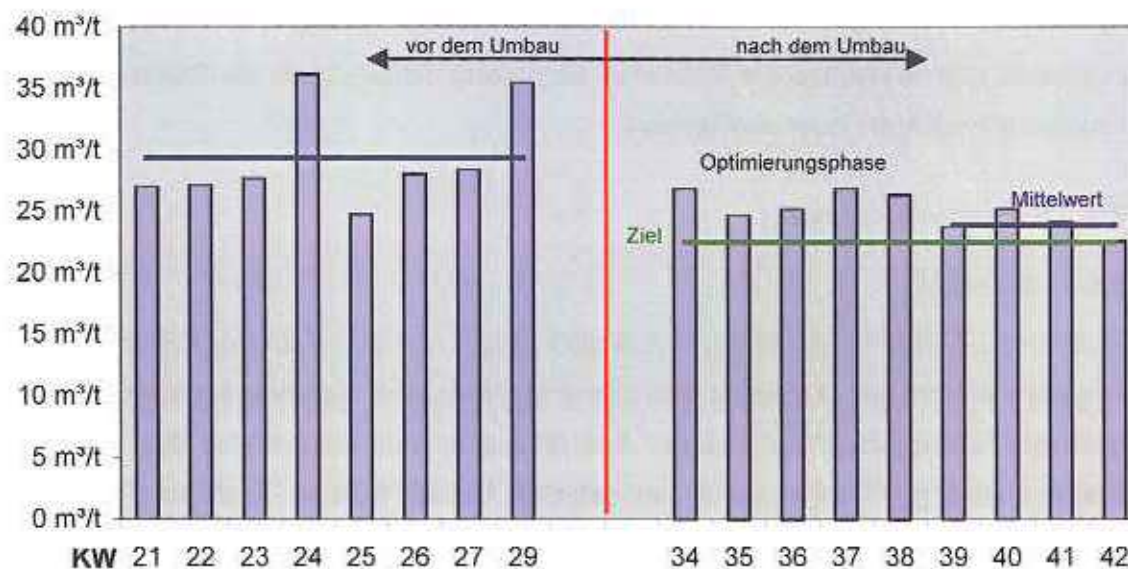


Abbildung 4: wöchentlicher Gasverbrauch in Relation zum Durchsatz

Während der Inbetriebnahme und der Optimierungsphase wurde noch ein etwas höherer Verbrauchswert von 26 m³/t ermittelt.

Der mittlere Gasverbrauch nach der Optimierungsphase beträgt zur Zeit 24 m³/t. Im Vergleich zum Volllastbetrieb haben bei der wöchentlichen Verbrauchsermittlung Betriebsunterbrechungen, Blockabrufzeitpunkte und die Blockdurchlaufzeit einen Einfluß auf den Gasverbrauch.

Im Volllastbetrieb, bei optimalen Bedingungen, liegt der ermittelte Verbrauchswert bei 192 kWh/t. Bei einem Brennwert von 11,3 kWh/m³ entspricht dies ein Gasverbrauch von 17m³/t. Dieser Wert wurde zum Zeitpunkt der Ofenendabnahme am 5.9.2008 nachgewiesen.

Durch die Umbaumaßnahme wurde der mittlere Gasverbrauch von 27,7m³/t um 3,7m³/t auf 24 m³/t gesenkt.

Durch weitere, allgemeine Ofenoptimierungen, wie Stellung der Abgasklappe und Veränderung der Gemischeinstellungen, sowie durch die Programmierung einer

profilbezogenen Zonenabschaltung wird sich der Gasverbrauch nochmals um 1-2 m³/t reduzieren lassen. Diese Optimierungen werden im November 2008 vorgenommen.

2.1.2.2 Senkung des Stromverbrauchs

Vor der Inbetriebnahme des neuen Gasofens lag der Mittelwert des Stromverbrauchs für die induktive Bolzenerwärmung bei **23 kWh pro Tonne** Aluminium.

Nach dem Ofenumbau wurde für die induktive Bolzenerwärmung nur noch ein Wert von **16,1 kWh/t** benötigt. Diese Energieeinsparung wird durch den neuen Gasofen erreicht.

Dem Induktionsofen wird nach der Umbaumaßnahme ein Bolzen mit einer höheren Grundtemperatur zugeführt, so dass dieser weniger Heizenergie aufwenden muss.

Der Stromverbrauch des Induktionsofens hat sich um 6,9 kWh/t reduziert.

2.1.2.3 Einsparung durch den Wärmetauscher

Zur Bewertung des Wärmetauschers wurden Temperaturmessungen der Abgase an entsprechenden Ofenpositionen durchgeführt. Im folgenden Diagramm sind die ermittelten Temperaturen vor und nach dem Wärmetauscher dargestellt.



Abbildung 5: Temperaturverlauf im Ofen

Dabei gilt nachstehende Farbzuzuordnung:

orange:	Abgastemperatur oberhalb des Brennraumes im Rauchgaskanal
fuchsia:	Abgastemperatur in der Vorwärmzone 2
grün:	Abgastemperatur in der Vorwärmzone 1
lila:	Abgastemperatur vor dem Wärmetauscher
blau:	Abgastemperatur nach dem Wärmetauscher
rot:	Verbrennungslufttemperatur nach Ventilator
braun:	Gas-Luft-Gemischtemperatur im Brennerkasten

Die Verbrennungsluft wird durch den Wärmetauscher um 100°C von 20°C auf 120°C angehoben.

Bei Volllastbetrieb des Ofens mit 6.000 kg/h werden ca. 150.000 kJ/h durch den Wärmetauscherbetrieb eingespart.

Bei einem Gasdurchsatz von 4.136 MJ/h entspricht die Einsparung durch den Wärmetauscher 3,6%.

2.1.2.4 CO₂-Emission

Die aus dem Gas- und Stromverbrauch ermittelten CO₂-Emissionswerte wurden zu einem Gesamt-Emissionswert zusammengefasst.

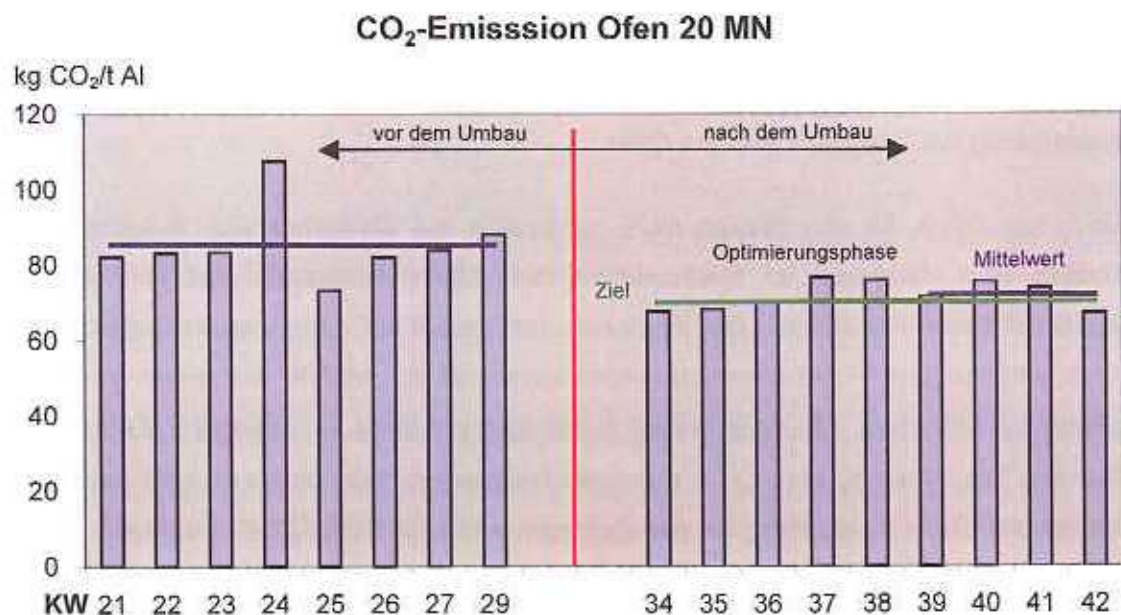


Abbildung 6: CO₂-Emission in Relation zur erwärmten Aluminiummasse

Der Mittelwert der CO₂-Emission vor dem Umbau betrug **85,38 kg CO₂/t**. Nach dem Umbau wurde ein Wert von **71,9 kg CO₂/t** ermittelt.

Dies entspricht einer Reduzierung um 15,8% und einer Einsparung des CO₂-Ausstoßes um 141 t/a.

2.2 Kapazitätserweiterung

2.2.1 Methode

Zur Überprüfung der Kapazitätserweiterung wurde die Ausbringung pro Stunde im Volllastbetrieb ermittelt und in Relation zu den ursprünglichen Leistungsdaten gestellt.

2.2.2 Ergebnisse

Der neue Gasofen ist in der Lage, eine Stundenleistung von 6.000 kg/h zu erbringen. Dies wurde bei der Ofenabnahme am 5.9.2008 durch eine Zeit- und Massenaufnahme nachgewiesen. Dieser Leistungsnachweis und die erreichte Verfügbarkeit von 99% stellen eine Kapazitätserweiterung um 25% von 4.800 kg/h auf 6.000 kg/h sicher.

2.2.3 Nebeneffekte

Reduzierung der Wartezeit auf den Ofen.

Wenn der Block für die Presse nicht rechtzeitig auf Solltemperatur aufgeheizt ist, entsteht eine Wartezeit im Produktionsablauf. Diese Wartezeit wird von uns als „Wartezeit Ofen“ bezeichnet. Die Wartezeit der Presse auf einen neuen, aufgeheizten Block wird in dem Produktionsdatenerfassungssystem „MIDIS“ für jeden einzelnen Auftrag dokumentiert. Mit Hilfe dieses Systems kann eine zeitbezogene Auswertung (Schicht, Tag, Woche, Monat, ...) durchgeführt werden. Für dieses Projekt haben wir eine wöchentliche Auswertung für den Zeitraum von KW11 bis KW 40 gewählt.

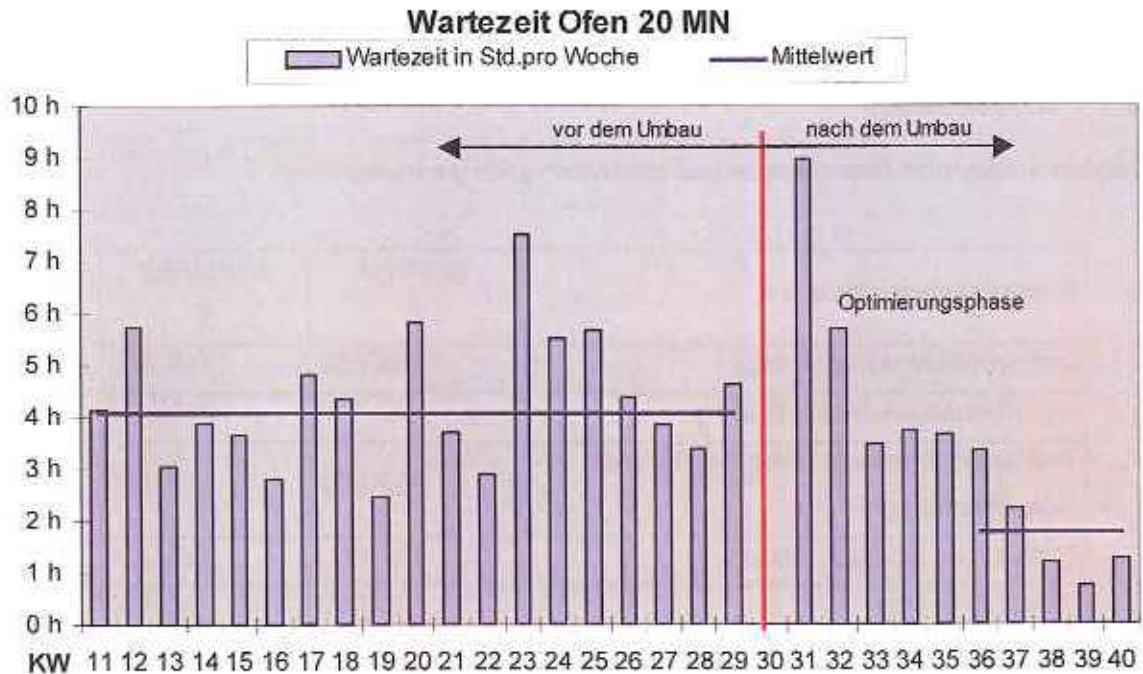


Abbildung 7: Wartezeit auf Ofen

Vor dem Umbau betrug die Wartezeit im Mittel ca. **4,1 Stunden pro Woche**. Während der Inbetriebnahme und der Optimierungsphase konnte die Wartezeit noch nicht wesentlich reduziert werden. Nach der Optimierungszeit verringerte sich die Wartezeit deutlich. Der momentane Mittelwert liegt bei **1,76 Stunden pro Woche**.

Die Kapazitätssteigerung, die Optimierungen im Prozessablauf und in der Steuerung führten zu einer Reduzierung der Wartezeit um **2,34 Stunden pro Woche**.

3 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

3.1 Investitionen

Tabelle 1: Übersicht über geplante und tatsächlich getätigte Investitionen

Investitionssumme	geplant €	endgültig €
Schnellerwärmungsanlage	248.750	248.743
Verbrennungsluftvorwärmung	49.190	49.186
Transport, Montage, Inbetriebnahme Dokumentation	52.000	51.997
Umbau der Anlagensteuerung	125.060	125.074
Wärmetauscher	20.000	22.832
Personalkosten	20.000	26.170
Schnittstellenanpassung	5.000	6.326
Anpassung Kaminsystem	10.000	11.535
Messprogramm	12.000	2.852
Förderfähige Ausgaben	542.000	544.715
Finanzierung		
Zuschuss aus dem BMU-Programm zu Förderung von Demonstrationsvorhaben	129.218	129.218
Eigene Mittel	412.782	415.497
Förderfähige Ausgaben	542.000	544.715

3.2 Abschätzung der Einsparung

Jedes Teilziel dieses Projektes trägt zur gesamten Kosteneinsparung und Wirtschaftlichkeit bei.

Die Betriebsstoffeinsparung (Erdgas und Strom) kann mit 39.900 €/a angenommen werden.

Die Kosteneinsparung aufgrund der verminderten Wartezeiten beim Bolzenabwurf beträgt 74.400 €/a plus maximal hinzukommende 77.600 €/a durch zusätzlich möglichen Deckungsbeitrag.

3.3 Amortisationszeit

Amortisationsrechnung (Kapitalrückfluss-, Pay back Methode)

	geplant	tatsächlich
Anschaffungskosten [€]:	542.000	542.000
Restwert [€]:	0	0
Nutzungsdauer [a]:	10	10
Kalkulatorischer Zins [%]:	5	5
Kalkulatorische Abschreibung [€]:	54.200	54.200
Jährliche Betriebsstoffeinsparung [€]:	100.834	191.900
Kapitalkosten [€]:	67.750	67.750
Jährliche Kosteneinsparung:	33.084	124.150
Amortisationszeit [a]:	6,2	3,0

Tabelle 2: Statische Amortisationsrechnung geplant/tatsächlich

Definitionen:

Kalk. Abschreibung =

$(\text{Anschaffungskosten} - \text{Restwert}) / \text{Nutzungsdauer}$ (nicht zahlungswirksam)

Jährliche Kosteneinsparung =

Betriebsstoffeinsparung - (Saldo Instandhaltung + Saldo Personal + Saldo Material + Kapitalkosten + Saldo Sonstiges)

Kapitalkosten = kalk. Abschreibung + Kalkulatorische Zinsen

Kalkulatorische Zinsen =

$(\text{Anschaffungskosten} + \text{Restwert}) / 2 \cdot \text{Kalkulationszinsfuß}$ (zahlungswirksam)

Amortisationszeit =

$\text{Kapitaleinsatz} / (\text{Jährliche Kosteneinsparung} + \text{Abschreibung})$

Saldo X = Kosten Soll X - Kosten IST X

4 Zusammenfassung

Im Rahmen eines [®]PIUS-Check mit der Effizienz-Agentur NRW und dem Beratungsunternehmen Effizienzmanagement Roth wurden zunächst Stoffströme im Unternehmen analysiert und Verbesserungsvorschläge unterbreitet. Im Rahmen dieser Verbesserungsvorschläge wurde, nun auch in Zusammenarbeit mit der Fa. extrutec, die Idee zu diesem Projekt und die Ausarbeitung einer möglichen Umsetzung erarbeitet.

Die zur Antragsstellung errechneten Energieeinsparungen konnten bei Vollastbetrieb des Ofens erzielt werden. An einer Verbesserung im Teillastbetrieb wird noch gearbeitet. Eine Reduzierung der CO₂-Emissionen in Höhe von rund 141 Tonnen pro Jahr wird zur Zeit erreicht. Nach einer Optimierung des Teillastbetriebes wird auch das Ziel von 160 Tonnen pro Jahr erreichbar sein.

Die Ofenkapazität wurde von 4.800 kg/h auf 6.000 kg/h erhöht. Dies entspricht einer Kapazitätssteigerung um 25%.

Daneben haben sich durch das Projekt noch weitere positive Effekte, wie z.B. die Chargenrückverfolgbarkeit, ergeben. Durch diese neue Funktion ist es für den Bediener nun exakt nachvollziehbar, welches Material sich in den einzelnen Etagen des Aufgabemagazins und im Ofen befindet. Somit ist eine eindeutige Zuordnung der verwendeten Chargen zu den gepressten Teilen möglich; der Gesamtprozess wird sicherer. Bei der Fertigung sicherheitsrelevanter Teile ist dies unabdinglich.

Durch eine deutlich verbesserte Anlagen- und Störungsdiagnose und durch die gesteigerte Wartungsfreundlichkeit der Anlage erwarten wir zudem eine verbesserte Anlagenverfügbarkeit.

5 Verbreitung und weitere Anwendung der Anlage

Da im Dezember 2009 ein weiterer Ofenumbau für eine neue Presse geplant ist, werden die aus diesem Projekt gewonnenen Ergebnisse und Erfahrungen nutzbringend in die neue Ofenplanung einfließen.

Auf der Aluminiummesse 2008 in Essen wurde dieses Ofenkonzept von der Fa. extrutec präsentiert und von vielen Besuchern mit Interesse aufgenommen.

Die Verbrennungsluftvorwärmung wird seitdem als Angebotsoption von der Fa. extrutec vermarktet.

Der neue Blockerwärmungssofen an der 20MN Presse bei der Fa. F.W. Brökelmann stellt für die Fa. extrutec ein bevorzugtes Vorführprojekt dar und bildet die Basis für eine Verbreitung dieses energiesparenden Ofenkonzeptes.

