

Energieeinsparung durch Modernisierung der Beheizungseinrichtung mit modernen Rekuperatorbrennern

Energy saving by modernizing the heating system using modern self recuperative burners

Von Heinz-Peter Gitzinger, Martin Wicker, Phil Ballinger

Mit dem Einsatz von Rekuperatorbrennern können bei Modernisierungsmaßnahmen an bestehenden Thermoprozessanlagen mit moderatem Aufwand erforderliche Produktivitätssteigerungen mit lohnenden Energieeinsparungen verbunden werden. Zwei Beispiele aus der Praxis demonstrieren die Möglichkeiten bei direkter, offener Beheizung und bei indirekter Beheizung mit Strahlrohren sowie die erreichten Brennstoffeinsparungen.

During modernizing measures on existing thermoprocessing equipment, the use of self recuperative burners allows, for moderate expense, an increase in productivity with the reward of energy savings. Two practical examples demonstrate the possibilities of, direct open heating and indirect heating with radiant tubes, as well as the fuel savings achieved.

Thermoprozessanlagen wie Industrieöfen haben einen großen Anteil am industriellen Energieverbrauch. Sie sind deshalb in letzter Zeit in den Fokus von Öffentlichkeit und Politik geraten. Der politische, aber besonders auch der wirtschaftliche Druck zur Energieeinsparung wächst und Energieeffizienz ist einer der Hauptaspekte bei Modernisierungsmaßnahmen.

Rekuperatorbrenner zur Brennluftvorwärmung

Moderne Rekuperatorbrenner wie der ECOMAX® (Bild 1), sind eine einfache und effektive Möglichkeit, die Energieausnutzung an Thermoprozessanlagen zu verbessern und Brennstoff einzusparen. Bei diesen Brennern erfolgt eine Vorwärmung der Verbrennungsluft durch die Abgaswärme über einen im Brenner integrierten Wärmetauscher.

Historisch kommen die Rekuperatorbrenner aus der indirekten Beheizung

mit Mantelstrahlheizrohren (Bild 2a). Bei dieser Anwendung werden die Abgase meistens im Push-Betrieb über den brennerinternen Wärmetauscher geführt. Die Abgastemperatur sinkt durch die Nutzung der Abgaswärme zur Luftvorwärmung und die Abgasver-

luste werden damit reduziert bzw. der feuerungstechnische Wirkungsgrad steigt.

Bei der direkten oder offenen Beheizung mit Rekuperatorbrennern ECOMAX® erfolgt (im Gegensatz zur Strahlrohrbeheizung) eine Absaugung der Abgase aus dem Ofenraum (Bild 2b). Hierzu werden die Brenner mit speziell ausgelegten Ejektoren ausgerüstet, die mit Hilfe eines Treibluftstrahls einen Unterdruck erzeugen. Zur Ofendruckhaltung und Vermeidung von Falschlufteintritt in den Ofen werden häufig nur 80–90 % der gesamten Abgasmenge über die Rekuperatorbrenner abgesaugt. Die verbleibende geringe Abgasmenge (10–20 %) strömt an zentraler Stelle und an unvermeidbaren Leckagestellen direkt aus dem Ofen. Dies bewirkt zwar eine leichte Reduzierung des Wirkungsgrads, aber auch einen deutlich besseren Ofenbetrieb.

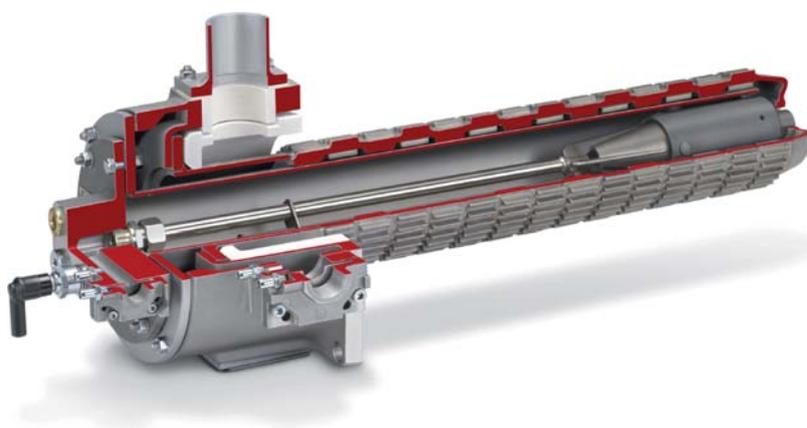


Bild 1: Rekuperatorbrenner ECOMAX®

Fig. 1: Self-recuperative burner ECOMAX®

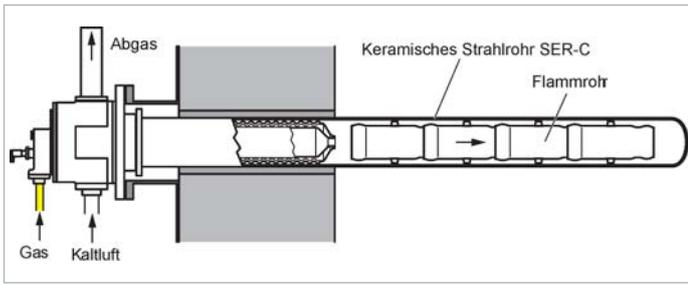


Bild 2a: Indirekte Beheizung mit Rekuperatorbrennern

Fig. 2a: Indirect heating with self-recuperative burners

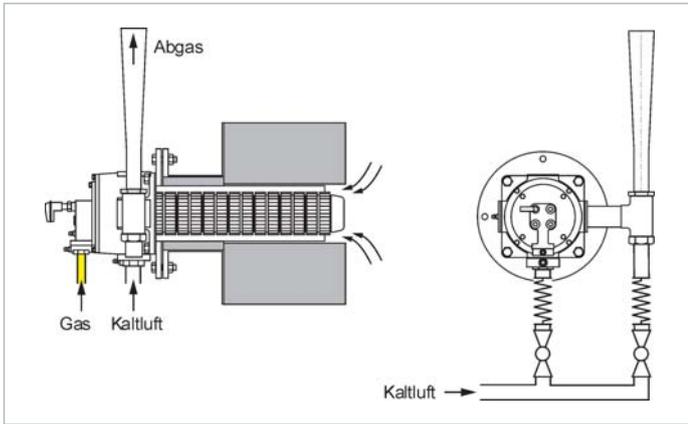


Bild 2b: Direkte Beheizung mit Rekuperatorbrenner

Fig. 2b: Direct heating with self-recuperative burners

Besonderer Vorteil bei der direkten Beheizung mit Rekuperatorbrennern ist, dass anders als beim Zentralrekuperator, keine langen, heißen Rohrleitungen erforderlich sind. Eine Verminderung des feuerungstechnischen Wirkungsgrades durch Wärmeverluste an den heißen Leitungen wird dadurch vermieden.

Die mögliche Luftvorwärmung ist im Wesentlichen von der Abgastemperatur am Rekuperatoreintritt abhängig. Bei direkter Beheizung ist die Abgastemperatur gleich der Ofenraumtemperatur, bei indirekter Beheizung mit Strahlrohr liegt

sie je nach Anwendung ca. 100–150 °C über der Ofenraumtemperatur. Bezieht man die Luftvorwärmtemperatur auf die Abgastemperatur vor Rekuperator, erhält man die relative Luftvorwärmung. Diese erreicht bei Rekuperatorbrennern Werte von etwa $\epsilon = 0,6$. Die damit verbundene Brennstoffeinsparung ist in Abhängigkeit der Abgastemperatur vor Rekuperator in **Bild 3** dargestellt. Man sieht zum Beispiel, dass bei 1000 °C Ofenraumtemperatur und einer relativen Luftvorwärmung von 0,6 ein Rekuperatorbrenner rund 33 % Brennstoffeinsparung im Vergleich zu einem Kaltluftbren-

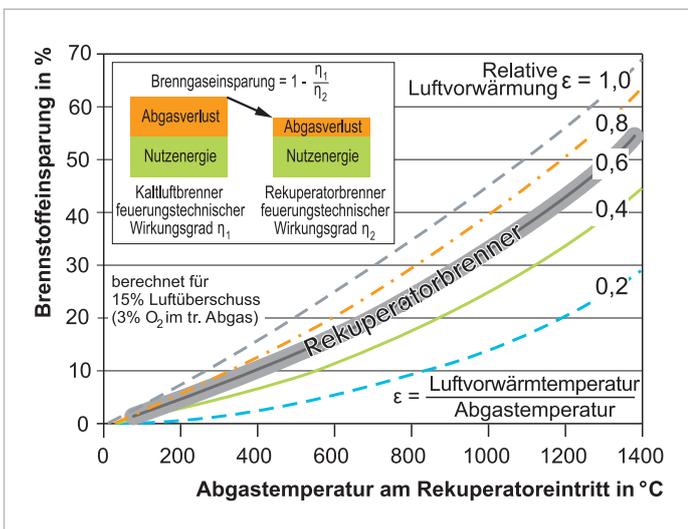


Bild 3: Brennstoffeinsparung mit Rekuperatorbrennern im Vergleich zu Kaltluftbrennern

Fig. 3: Fuel saving with self-recuperative burners in comparison to cold-air burners

ner erzielen kann. Mit steigender Ofenraumtemperatur steigt die erzielbare Brennstoffeinsparung.

Im Folgenden werden zwei konkrete Beispiele von Modernisierungsmaßnahmen mit Rekuperatorbrennern ECOMAX® vorgestellt und erläutert.

Beispiel Durchlaufofen zur Brammenerwärmung

Aufgabe war die Modernisierung eines direkt beheizten Stoßofens für Messing- und Kupfer-Brammen eines Walzwerks in Kirow, Russland. Bei diesem Ofentyp werden die Brammen auf isolierten, wassergekühlten Gleitschienen liegend durch den Ofen „gestoßen“. Der Ofen war mit Öl- und Gas-Warmluftbrennern unterhalb und oberhalb der Brammenebene ausgerüstet, die über einen zentralen Rekuperator mit warmer Luft versorgt wurden.

Die Hauptprobleme an der alten Ofenanlage bestanden in hohen Abgas- und Kühlwasserverlusten sowie einer störungsanfälligen Regelung. Die hohen Wärmeverluste führten zu einem schlechten wärmetechnischen (Gesamt-) Wirkungsgrad von nur 15 %. Der zentrale Rekuperator erreichte eine auch bei Berücksichtigung des niedrigen Ofentemperaturniveaus von rund 880 °C nur sehr geringe Luftvorwärmung von 108 °C.

Ein wesentlicher Baustein der Modernisierungsmaßnahme war die Optimierung der Wärmerückgewinnung durch Umrüstung von zentraler Wärmerückgewinnung mit Zentralrekuperator und Warmluftbrennern auf dezentrale Wärmerückgewinnung mit metallischen Rekuperatorbrennern ECOMAX® 5 M (Nennleistung 250 kW). **Bild 4** zeigt eine Ansicht des Ofens nach der Umrüstung. Zur Abführung der über die Rekuperatorbrenner dezentral abgesaugten Abgase wurde auf dem Ofen eine neue Sammelleitung verlegt, die aber nicht isoliert werden musste und am Ofeneinlauf in das vorhandene Abgassystem mündet (im Bild 4 vorne rechts).

Neben der Änderung der Brenner erfolgte im Rahmen der Modernisierungsmaßnahme eine Sanierung der Ofenwand-Feuerfestzustellung und der Wärmedämmung der wassergekühlten Gleitschienen zur Reduzierung der Kühlwasserverluste. **Tabelle 1** zeigt die wichtigsten Daten des Ofens bei einer vergleichbaren Nutzguteinbringung vor und nach der Modernisierungsmaßnahme.



Bild 4: Ansicht des Stoßofens nach der Umrüstung auf ECOMAX® Rekupe-ratorbrenner

Fig. 4: View of the pusher-type furnace after revamping with ECOMAX® self-recu-perative burners

temperatur schneller erreicht werden kann. Dies und die reduzierten Abgasverluste durch intensive Luftvorwärmung auf 420 °C führen zu einer Verdreifachung des wärmetechnischen Wirkungsgrades von rund 15 auf 45 %.

Trotz der Erhöhung des Nutzgutdurchsatzes wird mit dem optimierten Ofen eine absolute (!) Brenngaseinsparung von 13 % erreicht. Die durch den verminderten Abgasverlust (erhöhten feuerungstechnischen Wirkungsgrad) erreichte Brennstoffeinsparung beträgt rechnerisch 17,4 %. Der spezifische Erdgas-Verbrauch pro Tonne Nutzgut ist auf weniger als die Hälfte gesunken.

Tabelle 1: Vergleich wichtiger Ofendaten vor und nach der Modernisierung
Table 1: Comparison of important furnace data before and after revamping

	vorher	nachher
Ofenraumtemperatur	880 °C	
Produktivität	5,56 t/h	9,64 t/h
Erdgas-Verbrauch	351 m³/h	304 m³/h
spez. Verbrauch	2301 MJ/t	1056 MJ/t
Luftvorwärmung	108 °C	420 °C
Feuerungstechnischer Wirkungsgrad*	60,6 %	73,4 %
Energiebilanz		
Nutzwärme	15,0 %	45,0 %
Abgasverlust	39,4 %	26,6 %
Kühlwasserverluste	29,4 %	19,2 %
Wandverluste	11,0 %	6,5 %
Verluste über Stoßvorrichtung u.a.	5,2 %	2,8 %

*Zum Vergleich: bei Kaltluftbrennern = 57,3 %

Auffallend ist die imposante Produktivitätssteigerung von über 70 %. Diese ist hier in erster Linie darauf zurückzuführen,

dass die Brammen auf den nun besser isolierten Gleitschienen nicht mehr so stark gekühlt werden und damit die Ziel-

Beispiel Härteofen

Härteöfen werden in großer Zahl in vielen, oft kleinen Härtereien oder auch großen Lohnhärtereien betrieben. Hier wurde der indirekt beheizte Ofen eines Wärmebehandlungsdienstleisters (einer Niederlassung der TTI Group, Blackburn) in England modernisiert. Aufgabe war insbesondere die Steigerung von Produktivität und der Betriebssicherheit, da die alten Brenner bei dem relativ rauen Betrieb häufig Störungen verursachten.

Vor der Modernisierung wurde der Ofen mit durchgehenden I-Strahlrohren beheizt. Die Brenner waren unter dem Ofen montiert. Das Abgas trat mit hoher Temperatur oberhalb des Ofens aus den offenen Strahlrohren heraus. **Bild 5a** zeigt den Austritt der I-Strahlrohre auf der Ofendecke. Durch die fehlende Luftvorwärmung hatte die Anlage einen extrem hohen Gasverbrauch. Außerdem bestand ein hoher Instandhaltungsaufwand.



Bild 5a/b: Ansicht der Ofendecke des Härteofens vor (links) und nach (rechts) der Modernisierung mit ECOMAX® Rekupe-ratorbrennern
Fig. 5a/b: View of the roof of the hardening furnace before (left) and after (right) revamping with ECOMAX® self-recu-perative burners

Eine besondere Herausforderung bei der Planung der Modernisierung war der nur sehr geringe, zur Verfügung stehende Abstand zwischen der Ofeninnenwand und den Nutzguteinsätzen. Nach Prüfung verschiedener Alternativen wurden bei dem Ofenumbau metallische Mantelstrahlrohre mit ECOMAX® Rekuperatorbrenner der Baugröße 0C mit je 25 kW in der Ofendecke installiert, die entsprechend konstruktiv angepasst wurde (**Bild 5b**). Die Brenner wurden natürlich auch mit modernen Armaturenstrecken und Flammenüberwachungseinrichtungen versehen. Die Regelung wurde auf Taktsteuerung EIN/AUS umgestellt.

Der Kunde hat durch interne Betriebsmessungen eine erreichte Brennstoffeinsparung je nach Ofenbeladung zwischen 45 % und 60 % dokumentiert. Ein Rückblick auf das Diagramm in Bild 3 verrät, dass solch hohe Brennstoffeinsparungswerte nicht allein durch die verbesserte Wärmerückgewinnung möglich sind. Zusätzliche Einsparungen wurden durch eine energetisch optimale Brennerein-

stellung mit geringem Luftüberschuss erzielt. Die Ergebnisse zeigen deutlich den dringenden und lohnenden Handlungsbedarf bei auch heute immer noch vorhandenen I-Strahlrohren ohne Wärmerückgewinnung.

Die Brenner wurden seit der Modernisierung vom Betreiber mehrfach der jährlichen Wartung unterzogen und es wurden lediglich Zündelektroden und Dichtungen ausgetauscht. Insgesamt hat sich die Betriebssicherheit und Zuverlässigkeit der Anlage deutlich verbessert. Aufgrund der guten Ergebnisse wurden zwischenzeitlich weitere Öfen modernisiert.

Die in diesen beiden Beispielen erreichten Energieeinsparungen sind überdurchschnittlich und nicht repräsentativ, da hier veraltete Technik ersetzt wurde. Aber auch bei anderen Anlagen im In- und Ausland konnten durch Modernisierung mit ECOMAX® Rekuperatorbrennern nennenswerte Einsparungen und Produktivitätssteigerungen erzielt werden. ■

Dr. Heinz-Peter Gitzinger
Elster GmbH, Wuppertal
Geschäftssegment LBE

Tel. 02 02/6 09 08 52
E-Mail:
heinz-peter.gitzinger@
elster.com



Dipl.-Ing. Martin Wicker
Elster GmbH, Wuppertal
Geschäftssegment LBE

Tel. 02 02/6 09 08 36
E-Mail:
martin.wicker@elster.com



Phil Ballinger
Elster Kromschroder UK,
Bromsgrove, Worcestershire, UK

Tel. + 44 (0)15 27/88 88 32
E-Mail:
p.ballinger@kromschroder.co.uk

