



Effizienzgewinne  
durch Modernisierung und  
Wärmedämmung

# Industrieöfen

Faktenblatt

Mit Unterstützung der:



  
**Niedersachsen**  
Allianz für Nachhaltigkeit

## Modernisierung eröffnet Kosten- und Effizienzgewinne

Industrieöfen haben aufgrund neuerer Technologien und Werkstoffe ein hohes Optimierungspotenzial. Häufig eröffnen auch bauliche oder technische Verbesserungsmaßnahmen an Brenner und Isolierung neben Effizienzgewinnen auch Produktivitätssteigerungen. Eine regelmäßige Überprüfung von Industrieöfen ist daher wirtschaftlich geboten.

### Technologieumstellung hin zu elektrischen Öfen

Industrieöfen sind überwiegend Einzelanfertigungen mit hohen Investitionssummen. In ihnen werden unterschiedliche Werkstoffe für die weitere Verarbeitung erhitzt. So unterscheiden sich Öfen sehr deutlich in ihrer Bauart und in Abhängigkeit von ihren Verwendungszwecken. Ein individueller Blick auf ihren Energieverbrauch sowie die Möglichkeiten von Abwärmenutzung sind daher zu empfehlen.

Die Mehrheit der Industrieöfen wird derzeit mit fossilen Energieträgern befeuert, wodurch klimaschädliche CO<sub>2</sub>-Emissionen emittiert werden. Die perspektivische Nutzung von grünem Wasserstoff unterliegt aktuell vielen Unsicherheiten. Gründe hierfür sind z. B. die zeitliche Verfügbarkeit, fehlende regulatorische Rahmenbedingungen und Infrastruktur oder der Preis. Die Stromerzeugung kann durch die weitere Umstellung auf erneuerbare Energien vergleichsweise schneller, kostengünstiger und effizienter dekarbonisiert werden. Aufgrund von langjährigen Nutzungsdauern der Industrieöfen sollten im Rahmen von Ersatzbeschaffungen möglichst jetzt schon in direkt-elektrisch betriebene Öfen investiert werden. Auch sollten Unternehmen prüfen, ob sich ihre thermischen Öfen auf elektrische Öfen umrüsten lassen. Elektrisch betriebene Öfen sollten dabei mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden. Hier bietet es sich an, so viel Solarstrom vom eigenen Unternehmensdach wie möglich zu verwenden, da dieser kostengünstig (i. d. R. < 10 Ct/kWh) erzeugt werden kann. Die Grenzen einer direkten Elektrifizierung liegen in der Energiedichte einer elektrischen Beheizung im Vergleich zur herkömmlichen Gasbeheizung.

### Brennertechnik umrüsten

In vielen Fällen stehen in deutschen Betrieben noch Kaltluftbrenner, in denen ein großer Teil der Brennstoffenergie für das Aufheizen der angesaugten Raumluft aufgewendet wird. Heiße Abgase verlassen den Ofenraum jedoch ungenutzt über den Kamin. Diese Wärmequelle lässt sich wirtschaftlich nutzen, um die

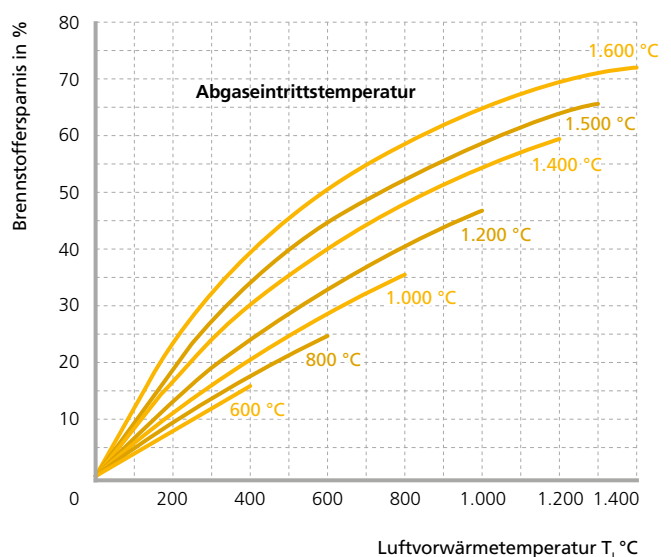
Außenluft mit den Abgasen vorzuwärmen. Genau das leisten Regeneratorbrenner. In ihnen wird das Abgas im Gegenstrom zur angesaugten Frischluft geführt. Dadurch findet eine Energieübertragung statt, die zu einer wesentlichen Effizienzerhöhung von 30 bis 50 Prozent führen kann.

Die Umgebungsluft besteht nur zu etwa 21 Volumenprozent aus Sauerstoff; deshalb ist die erreichbare Flammentemperatur mit reiner Frischluft relativ gering. Durch Zumischung von reinem Sauerstoff in einem Brenner (Oxi-Fuel) steigt die Flammentemperatur und damit die an den Prozess übertragbare Wärmemenge. Trotz der Kosten für den Sauerstoff kann der Einsatz dieser Technik bei Temperaturen über ca. 900 °C wirtschaftlich interessant sein.

Bei Prozesstemperaturen über ca. 1.400 °C sinkt der erreichbare Brennerwirkungsgrad physikalisch bedingt ab, vor allem bei Kaltluftbrennern. Elektrische Heizelemente können dagegen Wärme bei nahezu beliebig hoher Temperatur mit hohem Wirkungsgrad abgeben. Real wird die maximale Prozesstemperatur durch den Schmelzpunkt der elektrischen Heizelemente begrenzt. Trotz des in der Regel höheren Preises für Elektroenergie kann der Einsatz von elektrischen Heizelementen gegenüber einer Brennerlösung ebenfalls wirtschaftlich interessant sein.

**Je höher die Frischluft in einem Regeneratorbrenner vorgeheizt ist, desto weniger Brennstoff wird benötigt. Mit diesem Prinzip lässt sich bis zu 70 Prozent Energie einsparen.**

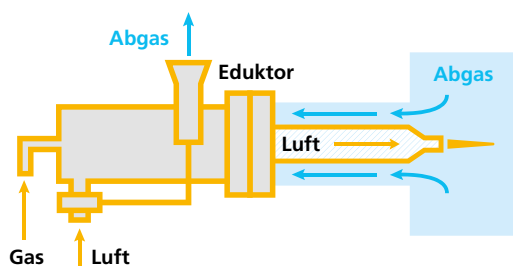
### Brennstoffeinsparungen bei verschiedenen Abgaseintrittstemperaturen



## Induktionstechnik

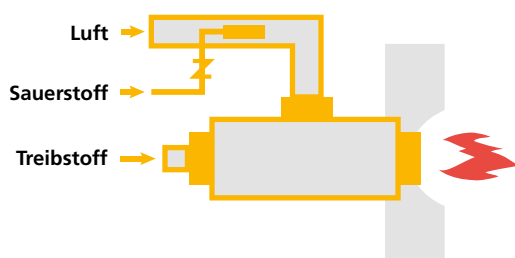
Für die Erwärmung metallischer Werkstoffe steht neben der Brenntechnik auch das elektrische Induktionsverfahren zur Verfügung. Die Hauptanwendung besteht in der Erwärmung zylindrischer Werkstücke, oft im Vorschub- oder Durchlaufverfahren. Der technische Grund dafür liegt in der Form des Induktors, der für einen hohen Wirkungsgrad möglichst an die Form des Werkstücks anzupassen ist. Mit zylindrischen Induktorspulen und Werkstücken werden Wirkungsgrade von 60 bis 90 Prozent auch bei Temperaturen über 800 °C erreicht. Induktive Erwärmung erzielt eine deutlich höhere Wärmeübertragung als Brenntechnik. Damit können Erwärmungen von metallischen Werkstoffen in wesentlich kürzerer Zeit (Zeitersparnis 30 bis 80 Prozent) erfolgen. Ein weiterer Vorteil der induktiven Erwärmung ist die Steuerbarkeit der Eindringtiefe der Wärmewirkung in das Werkstück hinein. Dies wird über die Anpassung der Frequenz des Induktorstroms erreicht. Mit reiner Brenntechnik ist dies nicht möglich. Hier erfolgt die Erwärmung des Werkstücks zwangsweise von der äußeren Oberfläche und erst über Wärmeleitung des Werkstücks in dessen Inneres.

## Regeneratorbrenner



In einem Regeneratorbrenner erwärmen Abgase die Frischluft. Dadurch muss weniger Energie aufgewendet werden, um sie zu erwärmen. Einsparpotenzial: rund 30 bis 50 Prozent. Im Sauerstoffbrenner wird der Verbrennungsprozess verstärkt.

## Sauerstoffbrenner



Mit Sauerstoff wird die Flammtemperatur um bis zu 1.000 °C erhöht und die übertragbare Wärme damit um bis zu 50 Prozent gesteigert. Im Sauerstoffbrenner wird der Verbrennungsprozess verstärkt.

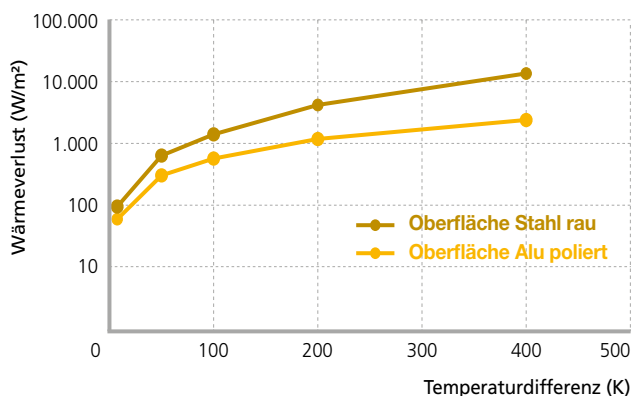


## Wärmeverluste vermeiden

Ein wenig beachteter Aspekt in Industrieöfen ist die Wärmedämmung. Mit der richtigen Isolierung (und ggfs. Abdeckung) lassen sich aber gleich mehrere Vorteile realisieren: Durch den geringeren Wärmeverlust sinkt auch der Energiebedarf. In der Folge reduzieren sich die Raumtemperaturen, was zu einer besseren Arbeitssituation führt. Isolierung verringert zudem die Aufheizzeit, was eine Erhöhung der Produktion ermöglicht. Auch die betriebliche Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz profitieren, wenn die Außenflächen besser isoliert sind und damit die Verletzungsgefahr abnimmt.

Moderne Wärmedämmstoffe für Industrieöfen zeichnen sich durch eine sehr hohe Temperaturbeständigkeit und eine geringe Wärmeleitfähigkeit aus. Bei großen Temperaturdifferenzen von mehr als 50 Kelvin zwischen der wärmeabgebenden Oberfläche und dem umgebenden Raum dominiert der Wärmetransport über Wärmestrahlung. Deshalb können Wärmeverluste durch Verkleidung mit isolierenden Materialien sowie Anstrichen reduziert werden, wenn sie einen geringen Emissionswert besitzen. So hat rauher Stahl einen Wärmeemissionswert von 0,87, poliertes Aluminium hingegen von nur 0,05.

## Rechnungskomponenten und Einflussfaktoren



## Einsparpotenziale

### Tiegelöfen abdecken

Tiegelöfen werden oft mit nicht verschlossener Öffnung betrieben. Bei einer Ofentemperatur von 800 °C verursacht eine geöffnete Ofentür (von einem Viertel Quadratmeter) aber einen Wärmeverlust von rund 15 kW.

### Ofendämmung:

Der Ofenisolierung kommt bei Hochtemperaturprozessen eine ganz besondere Rolle zu. Durch den optimierten Einsatz von Isoliermaterialien (Faser, Wolle, Steine) kann alleine dadurch bei Neuanlagen eine Reduzierung der Energieverbräuche von bis zu 30 % erzielt werden.

### Betriebsführung:

Oftmals werden Öfen täglich an- und wieder heruntergefahren. In dem Fall könnte z. B. eine 4-Tage-Woche o. ä. Möglichkeiten geprüft werden.

### Abwärmenutzung:

Unvermeidbare Abwärmemengen aus dem Betrieb von Industrieöfen sollten in Wärme benötigende (Parallel-) Prozesse und Anlagen integriert werden. Zudem ist eine Nutzung der Abwärme zur Raumheizung und Warmwasserbereitung möglich. Auch außerhalb des Betriebs bestehen Nutzungsmöglichkeiten – wie die Einspeisung in Nah- oder Fernwärmenetze oder die Versorgung eines Nachbarbetriebs. Darüber hinaus kann erwogen werden, unvermeidbare Abwärme auch in andere Nutzenergieformen wie Kälte umzuwandeln.

*Eine Aluminiumoberfläche hat eine fünfmal geringere Emission (Wärmeabstrahlung) als rauer Stahl. Auch mit Farbanstrichen mit einem niedrigen Emissionskoeffizienten lässt sich der Wärmeverlust reduzieren.*



#### Herausgeber:

Klimaschutz- und Energieagentur  
Niedersachsen GmbH  
Osterstraße 60 | 30159 Hannover

[www.klimaschutz-niedersachsen.de/  
unternehmen](http://www.klimaschutz-niedersachsen.de/unternehmen)

#### Erstellung in Zusammenarbeit mit:

Rationalisierungs- und Innovationszentrum  
der Deutschen Wirtschaft e.V.  
Kompetenzzentrum  
Düsseldorfer Straße 40 | 65760 Eschborn

#### Gefördert durch:



Niedersächsisches Ministerium  
für Umwelt, Energie und Klimaschutz

Bildnachweis: © pricelessphotos, gerasimov (deposit-photos.com), DenisProduction.com (shutterstock.com) |  
Stand: April 2023