



**Factsheet zu Kurzfristmaßnahmen
für Energieeinsparung und Energiesubstitution**

Optimierung der Fahrweise von Tunnel- und Durchlauföfen

Kategorie der Maßnahme

Organisatorisch-technisch orientiert

Thema der Maßnahme

Maschinen und Prozesstechniken

Umsetzungszeitraum

Kurzfristig bis 2 Monate

Effizienz/ Substitution

Energieeffizienz

Umsetzung durch

Mitarbeitende und Management

In der industriellen Produktion werden thermische Prozesse wie Trocknen oder Brennen in Tunnel- und Durchlauföfen meist durch Verbesserung der Qualität und Minimierung von Personal- und Materialkosten optimiert. Bei diesen Überlegungen ergeben sich Chancen, zugleich die Optimierung des Energiebedarfs dieser beiden Verfahrensstufen voranzutreiben.

Einordnung

Thermische Prozesse wie Trocknen und Brennen werden in vielen Branchen eingesetzt und gleichzeitig relevante Energieverbraucher. In der Ziegel- und Keramikindustrie zum Beispiel werden häufig Trockner und Öfen im Wärmeverbund gefahren. Auch in der Nahrungsmittelindustrie werden Durchlauföfen für Prozesse wie Backen und Rösten eingesetzt. Aber auch spezielle Produktionsverfahren wie beispielsweise die Pulverlackierung nutzen die Prozessfolge Trocknen und Brennen. Im Wärmeverbund wird dabei die Abluft aus den Öfen häufig für die Trocknung verwendet. Der Wärmebedarf der Öfen wird bislang in den meisten Fällen mit fossilen Energieträgern (meist Erdgas) gedeckt.

Kurzfristige Energieeinsparmaßnahmen können sowohl organisatorisch-technischer Art sein, als auch durch klein-investive Maßnahmen realisiert werden. Letztere können außerdem zur Transformation der

Produktion hin zu einer Versorgung mit erneuerbaren Energien beitragen.

Häufig können bei Trockner-Ofen-Prozessen Energie- und Exergieverluste vermindert werden, indem der Wärmeverbund von Trockner und Ofen energetisch getrennt wird. Exergieverluste entstehen, da die hochkalorische Abwärme aus Öfen ein relativ hohes Temperaturniveau besitzt, für die Trocknung jedoch ein niedrigeres Temperaturniveau ausreichend wäre. Aus diesem Grund begrenzt die energetische Kopplung von Ofen und Trockner die Energieeffizienz-Bemühungen beim Ofen, wenn dessen Abwärme z. B. für die Trocknung von Rohlingen vorgesehen ist.

Die Optimierung des Energiebedarfs sollte beim Tunnelofen ansetzen. Denn aufgrund der sehr hohen Prozesstemperaturen im Ofen werden dort die höchsten Energiekosten im Produktionsprozess verursacht. Der Trockner kann hingegen die Abwärme des Ofens nutzen, beeinflusst aber nicht dessen energieoptimale Prozessführung. Eventuell wird aus dem Ofen nicht genügend Abwärme zur Versorgung des Trockners erzeugt. Dann kann wegen des geringeren Temperaturniveaus im Trocknungsprozess der Energiebedarf durch andere Wärmequellen (zum Beispiel Abwärme von Kompressoren aus der Druckluftherzeugung), Fernwärme oder durch HT-Wärmepumpen effizienter und kostengünstiger gedeckt werden.



Umsetzung

Zur Minimierung des Prozesswärmebedarfs sollten die Massen- und Energieströme in den Teilsystemen von Trockner und Tunnelofen bekannt sein oder zunächst bestimmt werden. Eine volle Besetzung der Rollwägen oder Transportbänder minimiert nämlich den Nutzenergiebedarf des jeweiligen Ofengangs.

Werden die Trockner und Öfen nicht im Vierschicht-Betrieb betrieben, müssen die Anlagen täglich oder nach dem Wochenende angefahren werden. Hierbei sollte darauf geachtet werden, die Anlagen nicht zu früh anzufahren, um die Anfahrverluste zu minimieren. Die An- und Abfahrverluste bei Trocknern und Öfen können außerdem durch optimierte Wochenplanung (entweder Volllast- oder optimierte Teillast-Betriebsweise) minimiert werden.

Die Brennkurve (Temperaturniveaus in den einzelnen Ofenzonen) oder die Back- bzw. Röst-Temperaturkurve kann optimiert werden, wenn das Rohmaterial in gleichmäßiger und bekannter Zusammensetzung zugeführt wird. Für diese Aufgabe sollte jeder Betrieb ein geeignetes Prozessoptimierungs-Tool einsetzen.

Falls die Brenntemperatur unter etwa 550 °C liegt, sollte geprüft werden, ob sich eine Nachisolation des Ofens rentieren könnte. Diese gering-investive Maßnahme kann die Wärmeversorgung des Trockners beeinflussen und macht meist eine Entkopplung des Betriebs notwendig. Mit zunehmend fluktuierenden Strompreisen besteht bei entkoppeltem Trockner-Ofen-Betrieb die Möglichkeit, in Zeiten mit kostengünstigem Strom (oder negativen Strompreisen) eine elektrische (Zusatz-)Heizung für die Trocknung vorzusehen.

Herausforderungen und Lösungsansätze

Wenn sich die Palette der Produkte, mit denen die Öfen beschickt werden, kurzfristig erheblich ändert (etwa in der Keramikindustrie), muss für die Optimierung die jeweils optimale Brennkurve ermittelt werden. Wird ein Prozessoptimierungs-Tool verwendet, ist dies mit einem relativ hohen einmaligen Aufwand verbunden, der sich jedoch durch die möglichen Einspareffekte meist zügig auszahlt.

Erste Schritte bei der Umsetzung

- Massen- und Energieströme erfassen
- Rollwägen und Transportband voll besetzen
- Bei Ein- bis Dreischichtbetrieb Ofen nicht zu früh anfahren
- Brenn-, Back- oder Röstkurve optimieren
- Rohmaterial in gleichmäßiger und bekannter Zusammensetzung zum Ofen führen
- Eventuell Ofen und Trockner nachisolieren
- kostengünstige Stromtarife zu entsprechenden Betriebszeiten nutzen (z. B. über Preiseffekte am Spotmarkt)

Fördermöglichkeiten

Investitionen in die Wärmeisolation von industriellen Anlagen bis 200.000 Euro können im Rahmen der *Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft* in Modul 1: Querschnittstechnologien durch das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) gefördert werden.

Wechselwirkungen mit anderen Maßnahmen

Die Optimierung der Fahrweise von Öfen ist eng verknüpft mit den im Factsheet *Dämmung von Maschinen und Anlagen* vorgestellten Maßnahmen. Diese sollten immer gemeinsam betrachtet werden.

Co-Benefits

Bei gut eingestellten Brenn-, Back- oder Röst-Kurven ist die Qualität der Produkte in der Regel besonders konstant.



PRAXISBEISPIEL

Einsatz eines Optimierungsrechners für die Brennkurve eines Keramik-Tunnelofens

Die Brennkurve eines Keramikbetriebes ist aus langjähriger Erfahrung entstanden. Bei einer geringeren Beladung des Ofens gibt es Unsicherheiten, wie die Brennkurve optimal eingestellt werden kann. Hinzu kommt, dass ein neuer Ofen mit leicht unterschiedlichen Maßen eingesetzt wird. Durch das Einstellen der Temperatur oder der Vorschubgeschwindigkeit der Tunnelofenwägen, sowie durch das Abschalten einzelner Brennergruppen kann der Ofen optimal geregelt werden.

Für den Ofen wird ein Ofenoptimierungsrechner angeschafft. Dieser wird zunächst in seinen Algorithmen auf die aus Erfahrung angewendete Vollastfahrweise "ge-eicht". Bei Teillast und veränderten Keramikrohlingen generiert der Optimierungsrechner etwas andere Brennkurven, als für gewöhnlich gewählt werden. Dadurch sind die Brennstoffverbräuche – je nach Produkt und Beladung – um rund 2 bis 6 Prozent geringer; im Jahresdurchschnitt liegt die Brennstoffeinsparung bei vergleichbarem Produktportfolio, aber ohne Optimierungsrechner, nur bei 3,2 Prozent.

Unternehmensgröße	mittel
Investitionssumme	25.900 €
Energieeinsparung (Strom)/ a	0
Energieeinsparung (Gas)/ a	70.400 kWh
CO ₂ -Einsparung/ a ¹	14,2 t
Kosteneinsparung ²	7.750 €/ a
Amortisationszeit	3,3 Jahre
Rentabilität ³	18.600 € Nettobarwert
Nutzungsdauer	8 Jahre

Weiterführende Informationen und Quellen

Bärtels, T., Hüsing, R. (2023): *Klimaneutraler Brennprozess in der Ziegelindustrie – Machbar für uns?* Ziegelindustrie Internat, H. 3.

Schäffer, Ch. (2016): *Power-to-X: Hybride Energieversorgung keramischer Tunnelöfen*, Keramische Zeitschrift 68, 3. S. 180-183.

Schäffer, Ch. (2015): *Thermoökonomische Optimierung und Steigerung der Exergie-Effizienz keramischer Produktionsprozesse am Beispiel eines Rollenofens*, Keramische Zeitschrift 67,4. S. 221 – 224.

Siefke, C. (2013): *Abwärmenutzung und Energieverbund im Ziegelwerk*, Ziegelindustrie Internat, H. 6, S.39 ff.

Wurche, J. P., Gubler, Ch. (2006): *Steigerung der Energieeffizienz in der Backsteinproduktion*, Bundesamt für Energie, Ittingen.

¹ CO₂-Emissionsfaktor: 202 g/ kWh für Erdgas

² Erdgaspreis: 11 ct/ kW

³ Rentabilität: interne Verzinsung bei 8 Prozent

Werden Sie Teil der Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke

Die Factsheets zu Kurzfristmaßnahmen für Energieeinsparung und Energiesubstitution werden von der Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke publiziert. Seit 2014 unterstützt die Netzwerkinitiative Unternehmen aller Branchen und Größen dabei, sich in Netzwerken auszutauschen und dadurch Maßnahmen für mehr Energieeffizienz und Klimaschutz zu identifizieren und umzusetzen. Die Netzwerkinitiative wird von 21 Verbänden und Organisationen der Wirtschaft gemeinsam mit der Bundesregierung getragen und von zahlreichen weiteren Projektpartnern unterstützt.

Die Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke unterstützt



Träger der Initiative




Kooperationspartner der Initiative



Geschäftsstelle





Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Die Veröffentlichung dieser Publikation erfolgt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) unterstützt die Bundesregierung in verschiedenen Projekten zur Umsetzung der energie- und klimapolitischen Ziele im Rahmen der Energiewende.

Herausgeber

Initiative Energieeffizienz- und Klimaschutz-Netzwerke
c/o Geschäftsstelle

Deutsche Energie Agentur (dena)
Chausseestraße 128 a
10115 Berlin

Dieses Factsheet entstand in Kooperation mit der Limón GmbH und IREES GmbH - Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien.

Sie möchten mehr News aus der Netzwerkinitiative erhalten?

