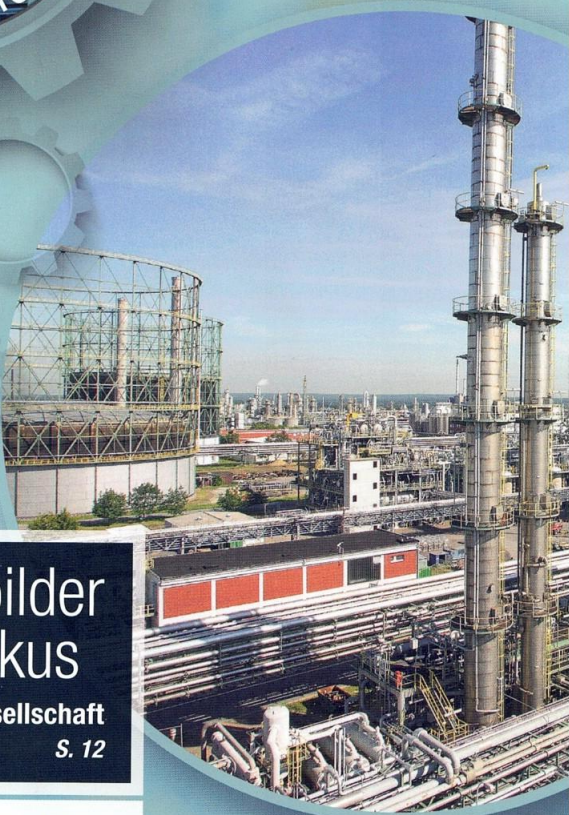




Digitalisierung, Schadensbilder und Energieeffizienz im Fokus

16. Jahrestreffen der Betriebsingenieure der VDI-Gesellschaft für Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen S. 12

Carbon Capture rückt ins Zentrum der Energiewende
Präzise Messtechnik für sichere CO₂-Prozesse
S. 20

Containment in der Tablettenproduktion
Von der Maschine zur Gesamtanlage
S. 27

Forschungsprojekt EISKIG zu Kälteverbundsystemen
Sichere KI-Regelung und Analysen
S. 45

Produktion eines maßgeschneiderten Economizers
mit einer optimierten Leistung von 4.781 kW.

Die industrielle Dekarbonisierung erfordert Wärmetauscher, die Abwärme unter realen Strömungs-, Temperatur- und Stoffbedingungen zuverlässig nutzbar machen. Individuell ausgelegte Rippenrohrsysteme berücksichtigen räumliche Zwänge, Materialanforderungen und Reinigungsstrategien und halten so Wärmeleistung und Druckverlust langfristig stabil.



Energie zurückgewinnen, Emissionen reduzieren

Individuelle Rippenrohrsysteme als zentrale Bausteine einer CO₂-optimierten Prozessindustrie



Keywords

- Abwärmerückgewinnung
- Wärmetauscher
- Energieeffizienz

Im Zuge der industriellen Dekarbonisierung gewinnt die Nutzung vorhandener Prozesswärme zunehmend an Bedeutung. Rippenrohr-Wärmetauscher stehen dabei als zentrale Komponenten einer effizienten Abwärmerückgewinnung im Mittelpunkt. Da standardisierte Geräte den thermischen, konstruktiven und betrieblichen Anforderungen moderner Anlagen jedoch immer seltener gerecht werden, rücken maßgeschneiderte Lösungen für die Industrie mehr und mehr in den Fokus.

Energieeffizienzmaßnahmen gewinnen in der Transformation zur klimaneutralen Prozessindustrie an strategischer Bedeutung. Angesichts volatiler Energiekosten und regulatorischer Vorgaben steigt der Druck, Effizienzpotenziale vollständig auszuschöpfen. Bislang bleibt Abwärme in vielen Industrieprozessen die größte ungenutzte Energiequelle – häufig im Temperaturbereich von 120 bis 350 °C, prädestiniert für Rückgewinnung und Wiederverwertung.

Diese Energie technisch zuverlässig erschließen können Rippenrohr-Wärmetauscher, sofern sie exakt an die Strömungs-, Temperatur- und Stoffbedingungen ihres Einsatzorts angepasst sind. Standardisierte Geräte stoßen hierbei schnell an Grenzen, weil reale Anlagenbedingungen selten ideal sind: unregelmäßige Lastprofile, heterogene Gase, hohe Staubfrachten oder beengte Einbausituationen machen maßgeschneiderte Engineeringlösungen notwendig.

Bauliche Rahmenbedingungen als konstruktive Leitgröße

In Bestandsanlagen bestimmt häufig der vorhandene Bauraum die gesamte Auslegung. Verwinkelte Schächte, eingeschränkte Einbringewege oder denkmalgeschützte Gebäudeteile können dazu führen, dass Wärmetauscher modular konstruiert und erst im Anlagenraum montiert werden müssen. Die thermische Leistungsanforderung bleibt dennoch unverändert.

Der konstruktive Fokus verschiebt sich damit weg von der idealen Baugröße hin zu einer technisch realisierbaren Struktur mit identischer Nettoleistung. Für die Energieeffizienz ist die enge Verzahnung von Strömungsführung, Bauform und Zugänglichkeit entscheidend: Nur wenn ein Wärmetauscher auch unter realen räumlichen Restriktionen angemessene Druckverluste und hohe Wärmeleistung vereint, wirkt sich die Abwärmerückgewinnung tatsächlich positiv auf die Gesamtenergiebilanz aus.

Einflüsse von Staub, Korrosion und Kondensationsdynamik

Die Art des Prozess- oder Abgasstroms bestimmt wesentliche konstruktive Entscheidungen. Saubere Abgase aus gasbefeuerten Prozessen ermöglichen eine dichte Rippenteilung. In Biomasse-, Öl- oder kohlebefeuchten Anlagen führen Staub- und Ascheanteile dagegen zu höheren Rippenabständen und robusteren



Verladung eines maßgeschneiderten Edelstahlwärmetauschers mit einer optimierten Leistung von 6.625 kW.

Rippengeometrien. Gleichzeitig gilt es, Rohrmaterialien auszuwählen, die chemisch stabil bleiben – insbesondere bei schwefel- oder chlorhaltigen Bestandteilen. Die Auslegung basiert heute in der Regel auf einem kontinuierlichen Abgleich zwischen empirischen Erfahrungswerten, thermodynamischen Berechnungen und CFD-Simulationen. Diese Modelle zeigen lokale Hotspots, ermöglichen die Optimierung der Strömungswege und liefern Hinweise zur Verschmutzungsneigung. Damit wird gewährleistet, dass die Netto-Wärmeleistung über den gesamten Lebenszyklus ausreichend hoch bleibt.

Typische Prozessparameter, die individuell bewertet werden müssen:

- Temperatur- und Feuchteprofile des Abgases
- Staubanteil und Belagsmechanismen
- chemische Aggressivität (z. B. SO_2 / SO_3 -Gehalte)
- Strömungsgeschwindigkeit, Turbulenzgrade und Lastwechsel

Diese Faktoren beeinflussen maßgeblich Rippenhöhe, Rippenabstand, Rohrdurchmesser sowie Werkstoffkombinationen.

Materialwahl zwischen Wärmeleitfähigkeit und Betriebsstabilität

Für bestmögliche Wärmeübertragung wäre eine hohe Wärmeleitfähigkeit des Werkstoffs ideal. Doch in realen Industrieprozessen dominieren die Beständigkeit gegen Kondensation, Korrosion und Temperaturextrema. Unlegierte Stähle weisen zwar eine höhere Wärmeleitfähigkeit auf, doch hochlegierte Edelstähle sind in aggressiven Abgasen und im Brennwertbetrieb oft alternativlos. Die geringere Leitfähigkeit wird konstruktiv durch eine angepasste Rippengeometrie, erhöhte Übertragungsfläche oder optimierte Strömungsführung kompensiert. Damit entscheidet nicht der theoretisch maximale Wärmeübergangskoeffizient über die Effizienz, sondern die Fähigkeit des Materials, die Leistung über Jahre ohne substanzielle Degradation bereitzustellen.

Druckverlust als energetischer Kostenfaktor

Ein Wärmetauscher wirkt im Strömungsweg immer als Widerstand. Der daraus resultierende Druckverlust beeinflusst direkt den Energiebedarf von Gebläsen oder Saugzügen. In Projekten mit enger Energiebilanz ist es deshalb essenziell, den thermischen Gewinn aus der Abwärmerückgewinnung in Relation zu den zusätzlichen elektrischen Antriebsleistungen oder der Brennerleistung zu setzen. Gerade kompakte Bauformen weisen tendenziell höhere Druckverluste auf. Die Optimierung erfolgt daher über Rohrabstände, Rippenhöhe, Wechselwirkungen im Bündel sowie die Minimierung von Rezirkulationszonen. Ziel ist stets eine auf Dauer energetisch positive Bilanz.

Reinigungsstrategien als Schlüssel zur Langzeit-Effizienz

Die Verfügbarkeit eines Wärmetauschers hängt unmittelbar davon ab, wie einfach er gereinigt werden kann. Ablagerungen erhöhen den Druckverlust und verringern den Wärmeübergang – zwei Faktoren, die die CO_2 -Bilanz einer Anlage unmittelbar verschlechtern. Neben manuellen Maßnahmen kommen zunehmend automatisierte Heizflächenreinigungsanlagen zum Einsatz, etwa Druckluft-Impulseinrichtungen, Dampf- oder Wasserbläser, Rußbläser oder akustische Reinigungssysteme. Sie ermöglichen eine kontinuierliche oder zyklische Reinigung während des Betriebs und verhindern, dass sich kritische Belagsdicken überhaupt erst ausbilden. Dadurch bleiben Wärmeleistung und Druckverlust stabil, und Stillstände werden deutlich reduziert.

Vom Datenmodell zur fertigen Komponente

Die Auslegung maßgeschneiderter Rippenrohr-Wärmetauscher folgt einem strukturierten Engineeringprozess. Dieser beginnt mit einer präzisen Datenerfassung, setzt sich fort mit thermodynamischen Berechnungen, CFD-Analysen und Festigkeitsnachweisen und mündet schließlich in Fertigung und Abnahme nach gel-

tenden Regelwerken wie der Druckgeräterichtlinie. Das Resultat ist ein Gerät, das exakt auf die spezifischen Betriebsbedingungen abgestimmt ist – und dadurch einen messbaren Beitrag zur Energieeffizienz und Emissionsreduktion leistet.

Fazit: Maßarbeit als technologische Voraussetzung der Dekarbonisierung

Individuell ausgelegte Rippenrohr-Wärmetauscher sind ein wesentlicher Bestandteil moderner Energieeffizienzstrategien. Sie ermöglichen, Abwärme auch unter schwierigen räumlichen, stofflichen oder strömungstechnischen Bedingungen wirtschaftlich nutzbar zu machen. Damit leisten sie einen zentralen Beitrag zur Dekarbonisierung der Industrie, indem sie Energieverluste minimieren, Prozesswärme bereitstellen und die Gesamtbilanz einer Anlage nachhaltig verbessern.



Florian Sunderbrink,
Vertrieb, Rosink-Werkstätten



Wiley Online Library

Rosink-Werkstätten GmbH, Nordhorn
Tel.: +49 5921 88200
info@rosink-werkstaetten.de
www.rosink-werkstaetten.de