

Jet-Heating-Durchlauföfen für die Erwärmung und Wärmebehandlung von Schmiede- und Gussteilen aus Aluminium sowie Stahlbauteilen bis 800 °C

Continuous Jet Heating furnaces for heating and heat treatment of aluminium forgings and castings as well as steel components up to 800 °C

Von Werner Schütt

Das Jet-Heating von Teilen aus Aluminium und Stahl setzt sich zunehmend durch und hat Verfahren wie die induktive Erwärmung in einigen Bereichen fast vollständig abgelöst. Die Erwärmung mit Prallstrahlen bietet viele Vorteile: Kompakte Bauweise, hohe Temperaturgleichmäßigkeit, erheblich geringere Energiekosten sowie die Möglichkeit, unterschiedlich große Teile im selben Ofen effizient zu erwärmen.

Jet Heating of aluminium and steel components is becoming increasingly established and in a number of sectors has displaced other processes, such as inductive heating, almost completely. Heating by means of impinging jets offers many advantages: Compact system sizes, high temperature uniformity, significantly lower energy-costs and the ability to heat components of differing sizes efficiently in the same furnace.

Schmiedebolzen und Scheiben aus Aluminium wurden bei großen Durchsätzen bisher meist in Induktionsöfen auf Schmiedetemperatur erwärmt. Auch für hohe Durchsatzleistungen sind diese Öfen sehr kompakt. Erkauft wird dieser Vorteil jedoch mit hohem Investitionsbedarf, denn für unterschiedliche Bolzendurchmesser sind mehrere Induktionsspulen erforderlich. Außerdem ist die induktive Erwärmung nicht für die Behandlung von vorgeschmiedeten Teilen und komplex geformten Gussteilen geeignet.

Auch Luftumwälzöfen mit konventioneller Überströmung eignen sich für große Durchsatzleistungen nur bedingt: Sie weisen bezüglich Temperaturgenauig-

keit, Reproduzierbarkeit des Temperaturprofils und der Möglichkeit, mit Gas zu beheizen, zwar erhebliche Vorteile auf. Doch aufgrund der vergleichsweise geringen Leistungsdichte und der da-

raus resultierenden großen Abmessungen sind sie oft keine wirtschaftlich sinnvolle Alternative zur induktiven Erwärmung.

Anders die Jet-Heating-Öfen: Sie vereinen die Vorteile der hohen Leistungsdichte der induktiven Erwärmung mit denen der gleichmäßigen, reproduzierbaren und kostengünstigen Erwärmung bei der konvektiven Wärmeübertragung. Darüber hinaus bieten sie die Möglichkeit, Teile mit unterschiedlichen Geometrien im selben Ofen zu erwärmen, ohne ihn umzurüsten oder Zusatzeinrichtungen vorsehen zu müssen (**Bild 1**).

Aufgrund ihrer hohen Temperaturgenauigkeit eignen sie sich auch für die Wärmebehandlung, die der Umformung nachfolgt, so für das Lösungsglühen und Warmauslagern.

Bild 1:
Werkstücke mit komplexer Geometrie

Fig. 1:
Complex-geometry components



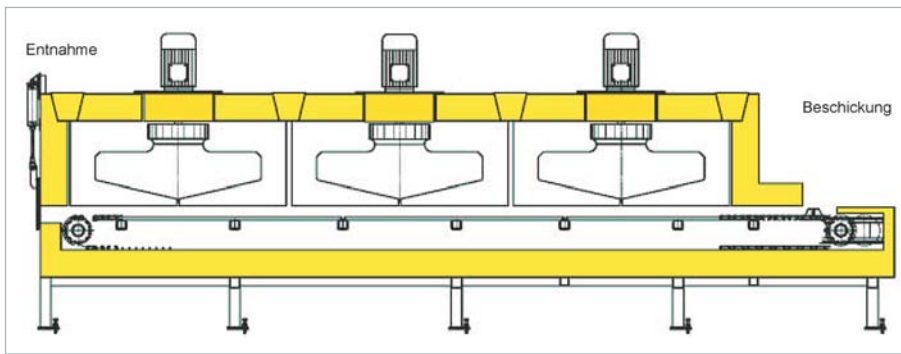


Bild 2: Prinzip Jet-Heating, Längsschnitt Ofen

Fig. 2: The principle of Jet Heating, longitudinal section through the furnace

Mit Betriebstemperaturen zwischen 170 und 800 °C werden Jet-Heating-Öfen eingesetzt für das

- Anwärmen von Rohlingen und vorge-schmiedeten Teilen aus Aluminium auf Schmiedetemperatur
- Lösungsglügen und Warmauslagern beispielsweise von Gussteilen und geschmiedeten Fahrwerksteilen
- Homogenisieren und Lösungsglügen von Barren, Platinen und Stangen
- Erwärmen und Wärmebehandeln von Platten, Stangen, Platinen und vorgeformten Teilen aus Stahl.

Gleichmäßige und effiziente Erwärmung

Jet-Heating-Öfen nutzen die Wärmeübertragung durch einen Heißluftstrom, der – über ein Düsenfeld verteilt – mit hoher Geschwindigkeit senkrecht auf die Oberfläche des Wärmegutes gelenkt

wird. Aufgrund des extrem hohen Wärmeübergangskoeffizienten α ist die Leistungsdichte bei Jet-Heating-Öfen um einen Faktor von etwa 3 bis 4 höher als bei der konventionellen Erwärmung in Umwälzöfen.

Hieraus resultiert eine entsprechend schnelle Erwärmung des Wärmegutes. Für Schmiedebolzen unterschiedlicher Durchmesser beträgt die Aufwärmzeit im Vergleich zu Luftumwälzöfen lediglich 25 bis 33 Prozent.

Darüber hinaus bietet die Erwärmung mit Prallstrahlen zusätzlich den Vorteil der gleichmäßigeren Erwärmung, denn alle Teile einer Charge werden immer mit derselben Temperatur bei konstanter Strömungsgeschwindigkeit beaufschlagt.

Jet-Heating arbeitet ohne Übertemperatur; alle Erwärmungs- und Behandlungsteile werden somit bei jedem Betriebszustand exakt mit der eingestellten Soll-

temperatur beaufschlagt. Die Temperaturgenauigkeit von ± 3 K gewährleistet eine hohe Prozessqualität.

Neben kurzen Aufwärmzeiten und gleichmäßiger Erwärmung bieten Jet-Heating-Öfen hohe Prozess-Sicherheit: Unterbrechungen im Materialtransport sowie Veränderungen der Durchsatzleistung oder der Ofenbelegung haben keinen Einfluss auf die Erwärmungsgeschwindigkeit, die Gleichmäßigkeit der Erwärmung und das Temperaturniveau des Wärmegutes. So gewährleistet das Jet-Heating die exakte Reproduzierbarkeit der Wärmebehandlung.

Geeignet für unterschiedliche Teile

Mit Jet-Heating werden auch Teile, deren Geometrien sehr große Unterschiede aufweisen, ohne Umrüstung des Ofens erwärmt. Optional werden die Öfen mit einem heb- und senkbaren Düsensystem ausgestattet, so dass auch bei unterschiedlichen Abmessungen des Wärmegutes immer der optimale Abstand der Düsen zum Wärmgut eingehalten wird.

Aufgrund ihres modularen Aufbaus können Jet-Heating-Systeme einfach an die Anforderungen der Kunden angepasst werden. BSN Thermprozesstechnik aus Simmerath liefert Durchlauföfen für Durchsatzleistungen von 500 bis 12000 Kilogramm pro Stunde mit jeweils auf die individuellen Anforderungen optimierter Anzahl von Düsenfeldern.

Darüber hinaus lassen sich die Öfen einfach an einen unterschiedlichen Leistungsbedarf während der Wärmebehandlung anpassen: Die Unterteilung der Ofennutzlänge in mehrere Düsenfelder oder Temperaturregelzonen ermöglicht es, Heizleistung, Temperaturniveau und Strömungsintensität über die Ofenlänge zu variieren. Der prinzipielle Aufbau eines Jet-Heating-Durchlaufofens zum Erwärmen von Alubolzen auf Schmiedetemperatur ist in **Bild 2** dargestellt.

Hoher Wirkungsgrad spart Kosten

Der im Vergleich zu konventionellen Systemen um ein Vielfaches höhere Wärmeübergang erlaubt eine kompakte Bauweise und führt so zu geringen Investitionskosten.

Doch auch im Betrieb sind Jet-Heating-Öfen sparsam: Während induktive Er-

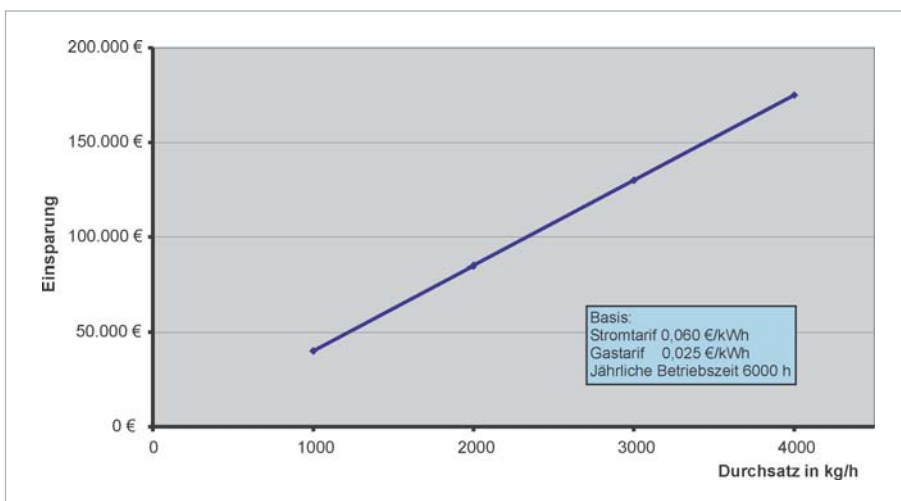


Bild 3: Einsparung von Energiekosten beim Jet-Heating im Vergleich zur induktiven Erwärmung

Fig. 3: Energy-cost savings for Jet Heating compared to inductive heating



Bild 4: Blick in den Nutzraum eines Jet-Heating-Ofens mit viersträngigem Kettentransport und in der Decke angeordneten Düsenfeldern

Fig. 4: View into the chamber of a Jet Heating furnace with four-line chain conveyance and nozzle arrays installed in the furnace roof

wärmungsanlagen mit elektrischem Strom bei vergleichsweise kleinem Wirkungsgrad und damit kostenintensiv arbeiten, werden Jet-Heating-Ofenanlagen bei hohem Wirkungsgrad mit Erdgas betrieben. Bei Durchsatzleistungen von 1000 bis 4000 Kilogramm pro Stunde beträgt die jährliche Energiekosteneinsparung beim Betrieb von Jet-Heating-Öfen im Vergleich zur induktiven Erwärmung zwischen 40000 und 170000 Euro (**Bild 3**).

Integration in verkettete Prozesse

Die zu erwärmenden Bolzen, Schmiederohrlinge, Platinen und Gussteile werden mittels Ketten- oder Bandtransport oder auch auf Rollen durch die Ofenanlage gefördert.

Die Wärme wird von Hochgeschwindigkeitsbrennern erzeugt, die zum Teil über

integrierte Rekuperatoren verfügen. Die Düsenfelder sind flächendeckend angeordnet. Jedes wird durch jeweils ein Hochleistungs-Umwälzaggregat mit Heißluft versorgt (**Bild 4**).

Kombiniert mit Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen, die das Wärmegut auf wenige Millimeter genau auf dem Transportsystem des Ofens positionieren, und exakt gesteuertem Materialfluss eignen sich Jet-Heating-Öfen ideal für die Integration in verkettete Produktionsprozesse (**Bild 5**).

Hier hat sich bewährt, die Projekte schlüsselfertig einschließlich der gesamten Peripherie mit Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen an den Hersteller der Ofenanlage zu vergeben. So ist gewährleistet, dass es besonders an den kritischen Schnittstellen zum Ofen klare Verantwortlichkeiten bei der Integration in den Produktionsprozess gibt.

Auf diese Weise hat BSN eine komplette Wärmebehandlungslinie für Aluminiumräder realisiert. Der mit Jet-Heating arbeitende Lösungsglühofen, der mit konventioneller Umwälzung arbeitende Warmauslagerungsofen, die Abschreckeinrichtung sowie Transport- und Chargiereinrichtungen für den automatischen Materialfluss gehören zum Lieferumfang. Die Chargiereinrichtung ist mit Linearführungselementen, Servomotoren und Transportgabel für verschiedene Rädergrößen ausgestattet.

Bild 6 zeigt eine Rollenherd-Durchlauf-Ofenanlage in der pressgehärtete Karosserieteile aus höchstfestem Stahl angelassen werden. Mit Jet-Heating werden die verzugsempfindlichen und komplex geformten Bauteile schnell und sehr gleichmäßig erwärmt. Auch bei großen Nutzbreiten, und damit Minimierung der Ofenlänge, bietet Jet-Heating immer reproduzierbare thermische Verhältnisse.

Diese Ofenanlage mit nachfolgender Kühlstrecke ist für einen automatischen Transport in einer verketteten Produktionslinie konzipiert. Eine äußerst exakte Positionierung der quasi verzugsfreien Warenträger ist für die Bauteilaufgabe und -entnahme zwingend notwendig.

Bild 7 zeigt eine komplette Banddurchlauf-Ofenanlage mit Kühlstrecke, einschließlich Zuführ- und Entnahmeperipherie. In dieser Ofenanlage werden Platinen und großformatige Tafeln aus Stahl mit Jet-Heating erwärmt und bei Temperaturen von 500°C bis 750°C gegläht. Der Nenn-Durchsatz beträgt ca. 12,5 t/h.

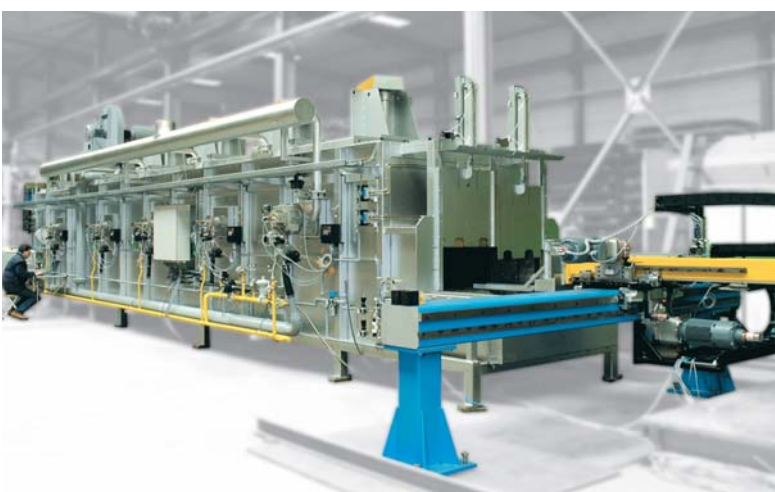


Bild 5: In einen verketteten Produktionsprozess integrierter Jet-Heating-Ofen mit Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen

Fig. 5: Jet Heating furnace integrated into a continuous production process, showing feed and discharge arrangements



Bild 6: Rollenherd-Durchlauf-Ofenanlage

Fig. 6: Continuous roller hearth furnace

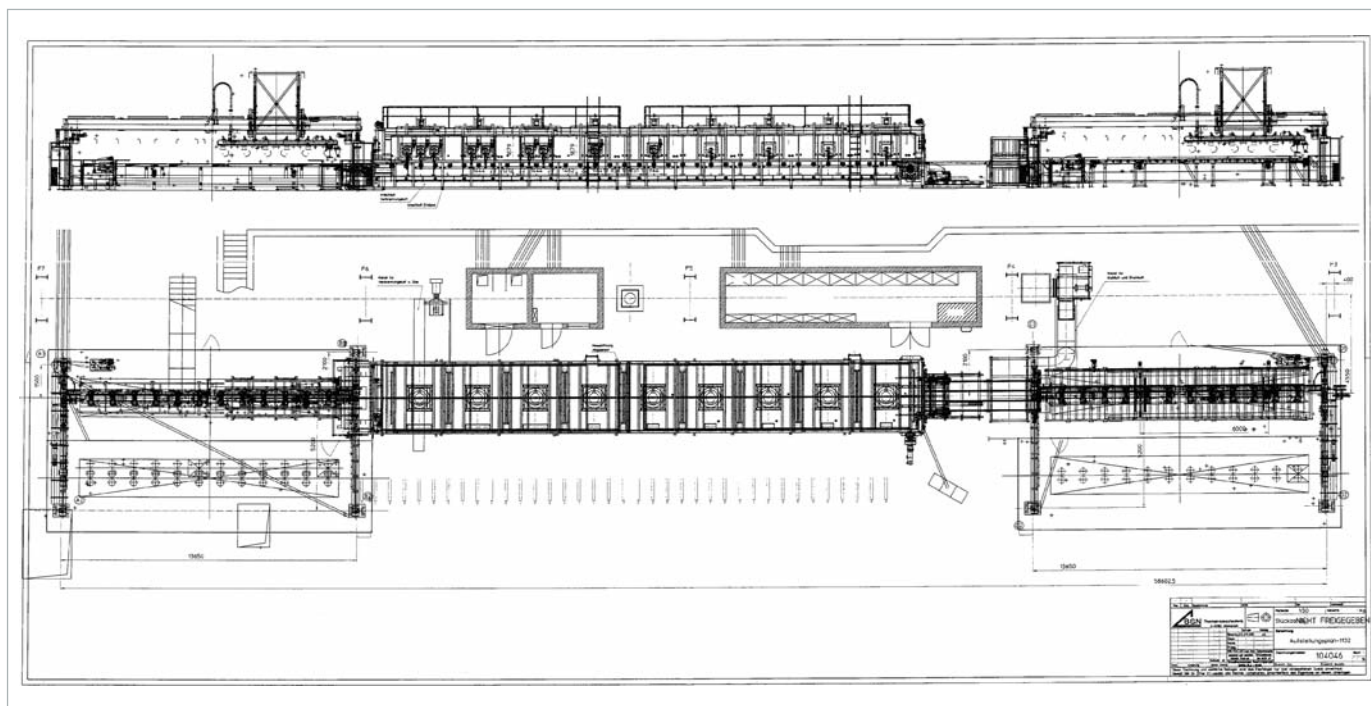


Bild 7: Layout einer kompletten Banddurchlauf-Ofenanlage

Fig. 7: Layout of a complete belt conveyor furnace

Die hohe Leistungsdichte von Jet-Heating reduziert die Ofenlänge im Vergleich zur konventionellen Überströmung oder zur Strahlungserwärmung auf ca. ein Drittel.

Bild 8 zeigt eine Kammer-Ofenanlage in der Aluminiumbarren mit einem Gewicht bis zu 20 t homogenisiert und lösungsgeglüht werden. Der Materialfluss über eine Chargiermaschine erfolgt vollautomatisch.

Die hocheffiziente Erwärmung mittels Jet-Heating bietet – bei begrenzter Ofenkapazität – eine hohe Durchsatzleistung; z. B. werden Barren mit 600 mm Dicke innerhalb von nur 2,5 h auf

Behandlungstemperatur erwärmt. Die Kapazität der Ofenanlage ist modular erweiterbar.

Das System „Jet-Heating“ wird hier auch für die Abkühlung – genannt Jet-Cooling – eingesetzt. In Wärmetauscheröfen wird eine Wärmerückgewinnung von ca. 50 % erreicht. Die Wärme der mit vorgegebenen Kühlgradienten (und damit verzugsfrei) abzukühlenden Barren wird auf die noch zu wärmebehandelnden Barren übertragen.

Das System Jet-Heating bzw. Jet-Cooling bietet die Option dieser sehr hohen Wärmerückgewinnung (bei exakt einstellbarem Kühlgradienten).

Erfahrungen aus dem Betrieb

Aufgrund der überzeugenden Vorteile hat sich das Erwärmen mit Prallstrahlen bei der Wärmebehandlung von Aluminium- und Stahlteilen in der Industrie durchgesetzt. Viele renommierte Automobilunternehmen und -zulieferer arbeiten bereits mit Jet-Heating-Öfen; in fast allen westeuropäischen Schmieden für Automobilteile aus Aluminium ist das Jet-Heating für die schnelle Wärmebehandlung etabliert. Die Lieferung von mehr als 60 BSN-Jet-Heating-Ofenanlagen innerhalb von vier Jahren belegt das eindeutig.

Das Verfahren setzt sich auch für Wärmebehandlungen wie das Lösungsglühen, Warmauslagern und Homogenisieren, bei denen neben der hohen Leistungsdichte die sehr hohe Behandlungsqualität und die gute Verkettbarkeit der Anlage im Vordergrund stehen, mehr und mehr durch.



Bild 8: Kammer-Ofenanlage mit Jet-Heating

Fig. 8: Chamber furnace with Jet Heating

Dipl.-Ing. Werner Schütt
BSN Thermprozess-technik
GmbH, Simmerath

Tel. 02473/9277-0
E-Mail:
werner.schuettt@bsn-therm.de

