



**Cast Link Belt Furnace**  
Symposium

**Lohmann**  
Conference



## CAST LINK BELT FURNACE SYMPOSIUM | DÜSSELDORF GERMANY 2018

### Kurzzusammenfassungen der Vorträge / Abstracts of the presentations

01 Dr. Iryna Sokolova / Aichelin

#### **Gussglieder-Bandofenanlagen - Betriebserfahrungen und Innovationen / Experiences and Innovations on Cast link belt furnaces**

Der Vortrag gibt einen sehr umfangreichen Überblick über Gussgliederbandöfen in Bezug auf:

- Prozess
- Bauteile
- Ofentechnologie
- Kühltechniken
- Mess- und Regeltechnik
- Schutzgaserzeugung
- Wascheinrichtungen
- Anlagenlayout
- Wirtschaftlichkeit
- Energieeffizienz

Es werden technische Details, Erfahrungen und Innovationen präsentiert und durch Praxisbeispiele die Möglichkeiten einer modernen Gussgliederbandofenanlage dargestellt.

[www.lohmann-conference.com](http://www.lohmann-conference.com)



The presentation gives a very comprehensive overview of the cast link belt furnaces in relation to:

- Process
- Components
- Furnace technology
- Cooling techniques
- Measurement and control technology
- Protective gas generation
- Washing facilities
- Plant layout
- Cost-effectiveness
- Energy efficiency

Technical details, experience and innovations will be presented and the possibilities of a modern casting belt furnace will be illustrated by practical examples.

**02 Dr. Roman Ritzenhoff / Friedr. Lohmann GmbH**

**Versagen und Schäden an Gussgliederbändern / Cast links belt failures and damages**

Der Vortrag zeigt charakteristische Schadensfälle an Gußgliedern und Stäben. Es werden Ursache, Wirkung und Gegenmaßnahmen vorgestellt. Hinweise zur Bandpflege und Präventivmaßnahmen zur Schadensvermeidung werden aufgezeigt. Der Vortrag beinhaltet neben dem Fehlerkatalog die notwendigsten theoretischen Grundlagen zum besseren Verständnis des Schadenfalls.

The lecture shows typical cases of damage to cast links and rods. Cause, effect and countermeasures are presented. Information on strip care and preventive measures to avoid damage are shown. In addition to the catalogue of errors, the lecture contains the most necessary theoretical basics for a better understanding of the claim.

**03 Helmut Egger / EGGER Consulting GmbH / ILVET**

**Energieeffiziente, kontinuierliche Inline-Entphosphatierung und Entfettung mit rotierender Trommel - Mehrzonen - Vor- und Zwischenwäscher, in Gussgliederbandöfen-Linien / Energy efficient continuous inline de-phosphating and degreasing rotary scroll (drum) type – multiple zone – pre- and intermediate washers, implemented into cast link belt furnace lines.**

Die Mehrzahl der kontinuierlich arbeitenden Wärmebehandlungslinien mit großer Kapazität in der Schraubenindustrie (sowohl in Europa als auch in den USA) verfügen über gegossene Gliederbandöfen für das Härten - und Anlassen. Diese Ofenlinien sind in den meisten Fällen - nicht zuletzt wegen ihres günstigen Integrationszustandes - mit den oben genannten Wäschern ausgestattet.

Aufgrund des kontinuierlichen Mehrzonenbetriebes innerhalb einer (relativ langen) rotierenden Trommel ist der Heizenergiebedarf für die verschiedenen Flüssigkeiten signifikant, da sie ihre Betriebstemperaturen beibehalten, Energieverluste durch Wasserverdunstung ausgleichen und den Trocknungsprozess ausgleichen.

Bis vor kurzem galten diese Waschmaschinen - obwohl in die Wärmebehandlungslinien integriert - als eigenständige Zusatzgeräte mit eigener Heizung, die vorzugsweise von Gasbrennern über Wärmetauscher betrieben werden; in geringerem Maße auch mit elektrischer Heizung oder Heißwasser-/Dampfheizung. Vor etwa 5 Jahren wurden in der Verbindungselementeindustrie bedeutende energieeffiziente Modifikationen eingeführt, die seither bei einer Reihe von Großprojekten umgesetzt wurden.

Zu den wichtigsten Änderungen und Modifikationen an den Maschinen gehören:

- Konsequente Nutzung der ansonsten anfallenden Abwärme aus Öfen und Ölabschreckung
  - o Idealerweise verbunden mit der vollständigen Entfernung von Gasheizungen, die in den Medienbehältern eingebaut sind.
- Intelligenter und flexibler Betrieb mit bedarfsgerecht ein- und ausschaltbaren Subsystemen
- Erweiterte Rundumdämmung, wo immer möglich

The majority of continuously working – large capacity - heat treatment lines within the fastener industry (in Europe as well as in the U.S.) feature cast link belt furnaces for the hardening - , as well as the tempering process. Those furnace lines are in most cases – not least because of their favorable integration condition - equipped with the a. m. type of washers.

Due to the continuous multiple zone operation within one (rather long) rotating drum, demand for heating energy is significant for the various liquids, maintaining their operating temperatures, making up for energy loss due to water evaporation, as well as for the drying process.

Up until recently, those washers were considered – though integrated into the heat treatment lines - as independent companion equipment with its own built in heating, preferably operated by gas burners via heat exchangers; to a lesser extent with electric heating or hot water / steam heated systems.

Major energy efficient modifications have been introduced to the fastener industry some 5 years ago and have been since implemented on a number of large projects.

The major changes and modifications made on the machines include:

- Consequent utilization of otherwise waste heat energy from furnaces and oil quench
  - o Ideally associated with complete removal of gas heating systems built into the media tanks
- Smart and flexible operation with subsystems switched on and off as per demand
- Extended all around insulation wherever possible

**04 Thorsten Kutsch / Friedr. Lohmann GmbH**

**Auslegung und Design von Gußgliederbändern / Engineering and design of cast link belts**

Ein prozesssicherer und störungsfreier Betrieb eines Gussgliederbandes ist von vielen Faktoren abhängig. Wichtige Aspekte sind die Auslegung, das Design und der bestimmungsgemäße Gebrauch der Gussgliederbänder.

Im Vortrag soll auf folgende Punkte eingegangen werden:

- Bandspannung und deren Überwachung
- Anzahl Ausgleichsreihen
- Ausführung der Verbindung
- Design / Ausführungen der Gussglieder
- Symmetrische Walzen und damit wendbare Walzen
- Werkstoffauswahl für Hoch- und Niedrigtemperatur
- Einstellung Bandspiel bei Montage
- Aufheiz- und Anfahrkurven
- Walzen mit angegossenen Zapfen und Konus

A reliable and trouble-free operation of a cast link belt depends on many factors. Important aspects are the layout, design and proper use of the cast link belts.

The lecture will deal with the following points:

- Belt tension and its monitoring
- Number of compensating rows
- Execution of the connection
- Design of the cast elements
- Symmetrical and thus reversible rolls
- Material selection for high and low temperature applications
- Adjustment of belt clearance during assembly
- Heating and start-up curves
- Rollers with cast-on pins and cone

05 Jürgen Rank / Promat GmbH

**Moderne Zustelltechnologien für Bandöfen / Advanced lining concepts for cast link belt furnaces**

Der Vortrag gibt eine Übersicht über moderne zustellvarianten mit Hochtemperaturwollen in Bandöfen. Es werden die unterschiedlichen Typen von Hochtemperaturwollen und deren Eigenschaften vorgestellt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der Umgang und Arbeitsschutz mit diesen Materialien.

The presentation gives an overview of modern delivery variants with high temperature wool in cast link furnaces. The different types of high temperature wool and their properties are presented. Another important aspect is the handling and occupational safety of these materials.



06 Dr.-Ing. Frank Treptow / AICHELIN Service GmbH

### **Sicherer Betrieb von Thermoprozessanlagen / Operational safety for heat treatment furnaces**

Thermoprozessanlagen sind sehr langlebige Wirtschaftsgüter mit speziellen Gefährdungspotentialen. Deshalb sind sowohl bei der Herstellung als auch beim Betrieb Gefährdungen besonders sorgfältig zu ermitteln und die resultierenden Risiken zu minimieren. In diesem Beitrag wird ein Überblick über die grundlegenden rechtlichen und technischen Vorgaben zur sicheren Nutzung von Thermoprozessanlagen gegeben von der Bereitstellung bis hin zu Retrofits. Es wird der Zusammenhang der Maschinenrichtlinie mit den Vorgaben zum Arbeitsschutz am Beispiel Deutschland mit dem Produktsicherheitsgesetz und der Betriebssicherheitsverordnung dargestellt. Dabei werden Themen wie die Fragen zur Verantwortung von Hersteller und Betreiber oder zum Bestandschutz behandelt. Speziell wird anhand von Beispielen der formale Umgang mit gewünschten oder erforderlichen Anlagenveränderungen erläutert.

Thermal processing plants are very durable assets with special hazard potential. For this reason, hazards must be identified with particular care during manufacture and operation and the resulting risks must be minimised. This article provides an overview of the basic legal and technical requirements for the safe use of thermal processing plants, from provision to retrofits. The link between the Machinery Directive and occupational health and safety requirements is illustrated using Germany as an example, with the Product Safety Act and the Industrial Safety Ordinance. Topics such as the responsibility of manufacturers and operators or the protection of existing buildings are dealt with. The formal handling of desired or required plant modifications is explained by means of examples.

07 Thorsten Kutsch / Friedr. Lohmann GmbH

### Das neue Monolink-Konzept / The new monolink concept

Alle am Markt verfügbaren Gussgliederbänder bestehen aus einzelnen Gussgliedern. Bauartbedingt weisen diese in Längs- und Querrichtung Trennstellen auf. Hier entstehen mehr oder weniger große Fugen oder Spalten. Diese Fugen begrenzen die minimale Größe der chargierbaren Bauteile z.B. Schrauben auf M 6 mm. Durch eine überlappende Ausführung können die Fugen in Längsrichtung reduziert werden und Bauteile mit M 5 mm chargiert werden. Es bleibt aber in jedem Fall die Problematik bestehen, dass sehr kleine Bauteile in die Spalte eindringen und beschädigt werden können. Hierdurch kann ebenfalls auch das Band beschädigt werden.

Durch das neue Monolink-Konzept werden die einzelnen Gussglieder durch Gussgliederleisten ersetzt, wodurch die Fugen und Spalte in Längsrichtung entfallen. Zudem sind die Gussgliederleisten auch noch in Querrichtung, mit einem speziellen Design, überlappend ausgeführt. Hierdurch werden praktisch sämtliche Fugen und Spalte eliminiert und selbst kleinste Bauteile können prozesssicher chargiert werden.

Das Monolink-Konzept sieht zwei Typen vor:

- Monolink flat - bis Bandbreiten vom 600 mm
- Monolink curve - ab Bandbreite von 800 mm

Im Vortrag wird im Detail auf die Problematik des Verklemmens und der Beschädigung von Schrauben eingegangen und anschaulich dargestellt, wie das Monolink-Konzept diese Problemstellung lösen kann.

All cast link belts available on the market consist of single cast links. Due to their design, they have gaps in the longitudinal and transverse direction. More or less large gaps or joints are created here. These joints limit the minimum size of the chargeable components (screws) to M 6 mm. Due to an overlapping design, the joints can be reduced lengthwise and components with M 5 mm can be loaded. In any case, however, the problem remains that very small components can penetrate into the gap and be damaged. This can also damage the belt.

The new Monolink concept replaces the single casting elements with cast link bars, eliminating the joints and gaps in the longitudinal direction. In addition, the cast link bars are also designed crosswise with a special overlapping design. This eliminates practically all joints and gaps and allows even the smallest components to be safely charged.

The Monolink concept envisages two types:

- Monolink flat - up to belt widths of 600 mm
- Monolink curve - from a belt width of 800 mm

In the lecture, the problem of clamping and screw damage will be discussed in detail and illustrated, how the Monolink concept can solve this problem.



**08 Dr. Roman Ritzenhoff / Friedr. Lohmann GmbH**

**Weiterentwickelter Stabwerkstoffe / Advanced rod materials**

Stabbrüche sind eine potentielle Gefährdung des Ofenbetriebs und können im ungünstigen Fall Anlagenschäden und damit verbundene Stillstände verursachen. Ein wesentliches Problem der bisherigen Standardlösungen ist die unbefriedigende Aufkohlungsbeständigkeit, die an den Reibstellen zur Ausscheidung von M<sub>23</sub>C<sub>6</sub> führt, einhergehend mit einer Verringerung der tragenden Querschnittsfläche. Der folgende Beitrag erläutert die Grundlagen des Stabversagens und stellt legierungstechnische Weiterentwicklungen vor, die eine bessere Beständigkeit gegen Aufkohlung bieten. Desweiteren weist die neue Stabwerkstoffgeneration eine höhere Festigkeit auf, so dass Stabbrüche seltener auftreten.

Rod fractures are a potential hazard to furnace operation and, in the worst case, can cause damage to the plant and the resulting shutdowns. A major problem of the previous standard solutions is the unsatisfactory carburizing resistance, which leads to the elimination of M<sub>23</sub>C<sub>6</sub> at the friction points, accompanied by a reduction of the load carrying cross-sectional area. The following article explains the fundamentals of rod failure and introduces alloying developments that offer better resistance to carburization. In addition, the new generation of rod materials has a higher strength, so that breakages occur less frequently.

09 Dr. Petra Becker / MATPLUS GmbH

**Computergestützte Optimierung von Werkstoffen und Wärmebehandlung für hochfeste Schrauben /  
Computer aided optimization of alloys and heat treatment processes for high strength fasteners**

Bei der Wärmebehandlung von Schrauben steht der Produzent vor dem Zielkonflikt, den Vergütungsprozess möglichst kurz (= kostengünstig) einzustellen, dabei aber die Qualität nicht zu vernachlässigen. Das bedeutet, die notwendigen Austenitisierungs- und Anlassdauern müssen unbedingt eingehalten, dürfen aber keinesfalls überschritten werden. Hierbei muss beim Einsatz von Drahtmaterial nach Norm berücksichtigt werden, dass die Zusammensetzung der Werkstoffe spürbaren zulässigen Schwankungen unterliegt. Dies kann durchaus nennenswerten Einfluss auf die notwendigen Wärmebehandlungszeiten haben.

Durch die Werkstoffsimulation mit JMatPro können die notwendigen Anpassungen der Wärmebehandlungszeiten an die aktuelle Zusammensetzung festgelegt werden. Auf der anderen Seite können unter Verwendung einer speziellen Auswertesoftware EDA@JM aber auch die für den Prozess und die Anlagentechnik optimalen Zusammensetzungen vor Produktionsbeginn bestimmt werden. In diesem Fall ist der Einkauf in der Lage anhand der Ist-Analyse die besten Coils für die hauseigene Produktion auszuwählen.

Auch bei der Werkstoffentwicklung für neue Schraubenwerkstoffe unterstützt der Einsatz dieser Softwarelösungen maßgeblich. Anhand konkreten Beispiel wird gezeigt, zu welchen Ergebnissen man bei konsequenter, systematischer Anwendung von JMatPro und EDA@JM kommen kann.

In the heat treatment of screws, the manufacturer is faced with the conflicting goals of adjusting the quenching and tempering process as briefly as possible (= cost-effectively) without neglecting quality. This means that the necessary austenitization and tempering times must be strictly adhered to, but must not be exceeded under any circumstances. When using wire material according to the standard, it must be taken into account that the composition of the materials is subject to noticeable permissible fluctuations. This can have a considerable influence on the necessary heat treatment times.

The necessary adjustments of the heat treatment times to the current composition can be determined by the material simulation with JMatPro. On the other hand, special evaluation software EDA@JM can also be used to determine the optimum compositions for the process and plant technology before production starts. In this case, the purchasing department is able to select the best coils for in-house production on the basis of the actual situation analysis.

The use of these software solutions also significantly supports the development of materials for new screw materials. On the basis of concrete examples, it is shown which results can be achieved with consistent, systematic application of JMatPro and EDA@JM.

**Möglichkeiten der Überwachung, Regelung und Einstellung von Schutzgasatmosphären in der Wärmebehandlung und deren Wirkungsweise auf die Bauteilqualität / Control and monitoring of protective gas atmospheres during heat treatment and its impact on the part quality**

Ein steigendes Umweltbewusstsein und das Bestreben nach immer höherer Sicherheit treibt die Automobil- und Flugzeugindustrie an, Konstruktionen mit modifizierten Werkstoffen oder leichteren Bauteiledesigns zu fertigen um damit Gewicht und Treibstoffverbrauch zu reduzieren. Bei der Herstellung dieser Bauteile spielt die Wärmebehandlung eine entscheidende Rolle im Hinblick auf die Erzielung der mechanischen Parameter und die Einstellung der gewünschten Oberflächenqualität.

Der Einsatz von Stickstoff, Wasserstoff oder entsprechender Spaltgase zur Erzeugung einer Schutz- und/oder Reaktionsgasatmosphäre in der Wärmebehandlungsanlage ist dabei Stand der Technik. Jedoch werden noch immer unerwünschte Oberflächenbeschaffenheiten nach der Wärmebehandlung toleriert, die zu teurer Nacharbeit oder Ausschuss führen. In vielen Fällen geht es dabei um unerwünschte Oberflächenoxidation oder beim Härten und Glühen von Kohlenstoffstählen um Randab- oder -aufkohlung. Des Weiteren steigen durch höher legierte Werkstoffe auch die Ansprüche an die Genauigkeit der Zusammensetzung und die Reproduzierbarkeit der Schutzgasatmosphäre.

Der Vortrag gibt einen Überblick über die Reaktionsmechanismen der herkömmlich eingesetzten Schutzgase auf der Basis von Stickstoff und Wasserstoff und führt Möglichkeiten auf, die Atmosphäre zu überwachen bzw. zu dokumentieren und den unerwünschten Einflüssen kontrolliert entgegen zu regeln um die spezifizierte Oberflächenqualität zu erzeugen.

Increasing environmental awareness and the pursuit of ever-increasing safety is driving the automotive and aircraft industries to produce constructions with modified materials or lighter component designs in order to reduce weight and fuel consumption. In the manufacture of these components, heat treatment plays a decisive role in achieving the mechanical parameters and setting the desired surface quality.

The use of nitrogen, hydrogen or corresponding fission gases to generate a protective and/or reaction gas atmosphere in the heat treatment plant is state of the art. However, undesired surface textures are still tolerated after heat treatment, resulting in expensive rework or scrap. In many cases, this involves undesired surface oxidation or the hardening and annealing of carbon steels, i. e. edge decarburisation or carburisation. In addition, the demands on the accuracy of the composition and the reproducibility of the inert gas atmosphere are also increasing due to higher alloyed materials.

The lecture gives an overview of the reaction mechanisms of the conventionally used protective gases on the basis of nitrogen and hydrogen and lists possibilities to monitor and document the atmosphere and to counteract the undesired influences in a controlled way in order to produce the specified surface quality.

11 Gerd Waning / Linde Gas

**Gasatmosphäre in Gussgliederbandöfen: Reaktionen, messen-steuern-regeln /  
Gas atmosphere in cast link belt furnaces: reactions, control and measurements**

In diesem Vortrag werden die Funktionen und Eigenschaften der verschiedenen Gase im Zusammenhang mit der Wärmebehandlung von Stählen in Gliederbandöfen grundlegend erläutert. Angefangen bei den Oxidations – und Reduktionseigenschaften in Bezug auf Stähle, wird im weiteren der C- Pegel und die Mechanismen, die zur Aufkohlung oder Entkohlung von Stählen führen, erläutert. Abschließend wird auf zeitgemäße Mess – und Regelkonzepte eingegangen.

In this lecture, the functions and properties of the various gases in connection with the heat treatment of steels in belt furnaces will be explained in detail. Starting with the oxidation and reduction properties in relation to steels, the C-level and the mechanisms that lead to carburisation or decarburisation of steels are explained. Finally, modern measurement and control concepts are discussed.

12 Prof. Dr. Gotthard Wolf, N. Scheidhauer / Gießerei-Institut der TU Bergakademie Freiberg

### Metallurgie der hitzebeständigen Stähle / Metallurgy of heat resistant steels

Die metallurgischen Herausforderungen für Gusselemente von Bandöfen sind im Wesentlichen durch drei Parameter geprägt:

1. Heißkorrosion unter Luft oder Ofenatmosphäre
2. Periodische Gefügeumwandlung bei Aufheiz- und Abkühlphasen der Gußteile
3. Kriechfestigkeit bei erhöhten Einsatztemperaturen.

Durch eine gezielte Werkstoffauswahl und -optimierung können die einzelnen Zielgrößen optimiert werden, die eigentliche Herausforderung besteht aber in der Optimierung aller drei Zielgrößen gleichzeitig angepasst an die individuelle Belastung der Gussteile.

Im Vortrag werden sowohl die metallurgischen Grundlagen zur Werkstoffoptimierung als auch neuere Forschungsergebnisse vorgestellt.

The metallurgical challenges for cast elements in belt furnaces are essentially characterized by three parameters:

1. hot corrosion under air or furnace atmosphere
2. periodic microstructure transformation during heating and cooling phases of the castings
3. creep resistance at elevated operating temperatures.

The individual target values can be optimized by a targeted material selection and optimization, but the real challenge lies in the optimization of all three target values simultaneously adapted to the individual load of the castings.

The lecture will present the metallurgical basics of material optimization as well as the latest research results.

13 Bernd Schneider / W. Pilling Kesselfabrik GmbH & Co. KG

### Hochtemperaturkorrosion / Metal Dusting

Als Einleitung des Vortrages erfolgt eine kurze Vorstellung unseres Unternehmens und unserer Schweißkonstruktionen in den Werken Altena und Riepe.

Dann wird ein Überblick über die Mechanismen, Schadensarten und Schadensmerkmale der Hochtemperaturkorrosion wie Oxidation, Aufstickung, Heißgaskorrosion und speziell der Aufkohlung (Metal Dusting) und den daraus resultierenden Folgen für den Grundwerkstoff gegeben. Hierzu werden Beispiele des Metal Dusting aus der Praxis sowie metallographische und rasterelektronenmikroskopische Bilder vorgestellt.

Im Hauptteil des Vortrages werden die Bedingungen beschrieben, die die Aufkohlung begünstigen bzw. hervorrufen (Kohlenstoffpegel, Kohlenstoffaktivität und Sauerstoffgehalt, Beispiele für Einsatzgebiete unter aufkohlenden Bedingungen). Dann folgt die Beschreibung des Ablaufs der Aufkohlung und die Gefügeveränderungen im Werkstoff und die Merkmale des Metal Dustings (Metallzerstäubung, katastrophale Aufkohlung). Es werden Beispiele des Metal Dusting aus der Praxis sowie metallographische und rasterelektronenmikroskopische Bilder vorgestellt.

Im Abschluß des Vortrages erfolgt dann die Beschreibung eines Konzepts für die Auswahl von aufkohlungsbeständigen Werkstoffen für Schweißkonstruktionen. Es werden die Anforderungen an die Werkstoffe, um Metal Dusting entgegen zu wirken, beschrieben. Auch werden Legierungen vorgestellt, die „beständig“ gegen Metal Dusting sind (Stichpunkt Anforderungen an die Oxidschicht der Legierung, Aufbau und Wachstum von Oxideckschichten).

Als letztes folgen dann Beispiele und Reklamationen aus der Praxis und Veranschaulichung mit Hilfe von mikroskopischen Aufnahmen.

As an introduction to the lecture, a brief presentation of our company and our welded constructions will be given at the Altena and Riepe plants.

Then an overview is given of the mechanisms, types of damage and damage characteristics of high-temperature corrosion such as oxidation, nitriding, hot gas corrosion and in particular carburisation (metal dusting) and the resulting consequences for the base material. Examples of metal dusting from practice as well as metallographic and scanning electron microscopic images will be presented.

The main part of the lecture describes the conditions that favour or cause carburization (carbon level, carbon activity and oxygen content, examples of applications under carburizing conditions). This is followed by a description of the carburisation process and the structural changes in the material and the characteristics of the metal dusting (metal atomisation, catastrophic carburisation). Practical examples of metal dusting as well as metallographic and scanning electron microscopic images are presented.

At the end of the presentation, a description of a concept for the selection of carburization-resistant materials for welded constructions will be given. The requirements for the materials used to counteract metal dusting are described. It also introduces alloys that are "resistant" to Metal Dusting (key requirements for the oxide layer of the alloy, build-up and growth of oxide coatings).

Finally, examples and complaints from practice and visualization with the help of microscopic images will follow.



**14 Uwe Bonnet / WS Wärmeprozessstechnik GmbH**

**Brennertechnologie der flammlosen Oxidation / Burner technology of flameless oxidation**

Im Vortrag wird auf die Brennertechnologie der flammlosen Verbrennung eingegangen und die Auswirkungen auf den Prozess, Energieeffizienz sowie die Emissionen dargestellt. Hierzu wird auch Bezug auf die am Markt verbreiteten Brennertechnologien genommen und die Unterschiede dargestellt.

Es wird auf folgende Punkte eingegangen:

hohe Luftvorwärmung und niedrige NO<sub>x</sub> sind möglich

- reduzierte thermische Belastung
- gleichförmige Temperaturverteilung
- mit und ohne Luftvorwärmung
- mit und ohne Brennstoffvorwärmung

Energieeffizienz wird zunehmend an Bedeutung gewinnen

- Die Verbrennungstechnik hat in den letzten Jahren erhebliche Fortschritte gemacht. Die Einhaltung von strengen Abgasgrenzwerten auch bei höchster Luftvorwärmtemperaturen ermöglichen
- Nahe Null NO Emissionen werden möglich

The lecture will focus on the burner technology of flameless combustion and the effects on process, energy efficiency and emissions. For this purpose, reference is also made to the burner technologies used in the market and the differences are presented.

The following points will be discussed:

high air preheating and low NO<sub>x</sub> are possible

- reduced thermal load
- uniform temperature distribution
- with and without air preheating
- with and without fuel preheating

Energy efficiency will become increasingly important

- Combustion technology has made considerable progress in recent years. The adherence to strict exhaust gas limits, even at the highest air preheating temperatures, enables
- Almost zero NO emissions are possible

15 Dirk Mäder / NOXMAT GmbH

**Keramische Mantelstrahlrohre - Auswahl und Handhabung - Mit der optimalen Kombination zu höchster Energieeffizienz / Ceramic burner casings - handling and choice - the optimal combination for highest energy efficiency**

Moderne Rekuperatorbrenner stellen in Kombination mit keramischen Mantelstrahlrohren den Stand der Technik bei der Beheizung von Hochtemperatur-Wärmebehandlungsanlagen dar. Mit der richtigen Auswahl können mittlerweile feuerungstechnische Wirkungsgrade von bis zu 90% erreicht werden. Aber auch die Handhabung der Komponenten, insbesondere die der Mantelrohre, birgt einige Feinheiten, die es zu beachten gilt.

Der Vortrag zeigt die technischen Hintergründe sowie Beispiele für Auswahl und Handhabung anhand von Praxisanwendungen.

Modern recuperative burners in combination with ceramic jacketed radiant tubes represent the state of the art in the heating of high-temperature heat treatment plants. With the right choice, firing efficiency ratios of up to 90% can now be achieved. But also the handling of the components, in particular the jacket pipes, has some subtleties to be considered.

The lecture will show the technical background as well as examples for selection and handling on the basis of practical applications.

16 Ernst Keim / IBS Industrie Brenner Systeme GmbH

### Rekuperative und regenerative Brennersysteme / Recuperative and regenerative burner systems

Der Vortrag soll von den physikalischen Grundlagen ausgehend dem Anwender die Funktionsprinzipien der Brennersysteme erläutern, die theoretischen Grundlagen und die daraus folgenden praktischen Lösungen darstellen. Dabei sollen die unterschiedlichen technischen Umsetzungen aufzeigen, daß es nicht die Lösung gibt, sondern jede mögliche Lösung kritisch zu hinterfragen ist. Der Bezug zur Praxis soll dabei nicht nur im Zeigen von Fallbeispielen bestehen, sondern es sollen ganz bewußt die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Systeme aufgezeigt werden. Ein Ziel des Vortrages ist es deshalb dem Anwender soviel Wissen zu vermitteln, daß er in die Lage ist die richtigen Fragen zu stellen und Antworten zu werten und auch zu hinterfragen.

Der letzte Teil des Vortrages soll, wieder zu den Grundlagen zurückfindend, aktuelle und mögliche Entwicklungsrichtungen und -ansätze im Bereich der regenerativen und rekuperativen Brennersysteme darstellen.

The lecture is intended to explain the functional principles of the burner systems, the theoretical basics and the resulting practical solutions to the user, starting from the physical basics. The different technical implementations are intended to show that there is no solution, but that every possible solution has to be critically examined. The reference to practice should not only consist of showing case studies, but the advantages and disadvantages of the different systems should be pointed out quite deliberately. One goal of the lecture is therefore to impart so much knowledge to the user that he is able to ask the right questions and to evaluate and question answers.

The last part of the lecture is intended to present current and possible directions and approaches of development in the field of regenerative and recuperative burner systems.

17 Dr. Jörg Leicher / Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.

**Simulation der Verbrennungsprozesse / Modeling of combustions**

Im Vortrag werden die Möglichkeiten der Verbrennungssimulation mit CFD (Computational Fluid Dynamics) dargestellt. Grundlagen und Arbeitsmethoden werden beschrieben sowie anhand von Beispielen der Praxisbezug hergestellt.

The presentation will present the possibilities of combustion simulation with CFD (Computational Fluid Dynamics). Basics and working methods are described and examples of practical relevance are given.

### **Moderne Abschreckmittel für Bandofenprozesse / Advanced quenching media for cast link belt furnaces**

Abschrecken wird nach DIN EN 10052 definiert als „Abkühlen eines Werkstücks mit größerer Geschwindigkeit als an ruhender Luft“.

Zum Zeitpunkt des Abschreckens können weder die Härtebarkeit des Materials, noch Einschränkungen der Werkstoffqualität, die Oberflächenbeschaffenheit, die konstruktive Gestaltung oder die Historie des Herstellungsprozesses des Bauteils rückgängig gemacht, oder beeinflusst werden.

Der Abschreckvorgang und das zum Einsatz kommende Abschreckmittel sind somit von großer Bedeutung für den Erfolg des Wärmebehandlungsprozesses. Das zum Einsatz kommende Abschreckmittel beeinflusst das entstehende Werkstoffgefüge und die daraus resultierenden mechanischen Eigenschaften der wärmebehandelten Bauteile, aber auch die Höhe und Ausprägung von Eigenspannungen im Bauteil sowie Maß- und Formänderungen. Die richtige Auswahl des Abschreckmittels, dessen Abstimmung auf das Bauteilspektrum und die vorhandene Anlagen- und Verfahrenstechnik ist die Voraussetzung dafür, dass die definierten Anforderungen an das Bauteil und dessen spätere Funktion zuverlässig und dauerhaft erfüllt werden.

Im Beitrag werden die Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten von modernen, flüssigen Abschreckmitteln vorgestellt, deren physikalische Eigenschaften und Wärmeübergangsverhalten beschrieben und auf die spezifischen Anforderungen beim Einsatz in Bandanlagen verwiesen.

Quenching is defined in accordance with DIN EN 10052 as "cooling of a workpiece at higher speed than in static air".

At the time of quenching, neither the hardenability of the material nor the restrictions on material quality, surface quality, design or history of the manufacturing process of the component can be undone or influenced.

The quenching process and the quenching agent used are therefore of great importance for the success of the heat treatment process. The quenching agent used influences the resulting material structure and the resulting mechanical properties of the heat-treated components, but also the height and characteristics of residual stresses in the component as well as changes in dimensions and shape. The correct selection of the quenching agent, its matching to the component spectrum and the existing plant and process engineering is a prerequisite for reliably and permanently fulfilling the defined requirements for the component and its subsequent function.

In this article, the properties and possible applications of modern liquid quenching agents are presented, their physical properties and heat transfer behaviour are described and the specific requirements for use in strip processing plants are referred to.