



Feuerfest - Symposium

Schadensfälle von feuerfesten Zustellungen und Wege zur Vermeidung
24. bis 25. April 2018, Freiberg

Feuerfest Anwendung für Öfen für Wiedererwärmung und Wärmebehandlung

- A) Diskontinuierlicher Betrieb – Chargenöfen**
- B) Kontinuierlicher Betrieb- Durchlauföfen**

Einleitung:

- + Kurze Vorstellung der Fa. Andritz MAERZ und der vortragenden Person
- + Begriffserklärung der Ofenarten und Aufgaben

Begriff: Chargenöfen - kontinuierlich betriebene Öfen = Durchlauföfen

Für die **Erwärmung** von Eisen – **Stahl** – **Guss**, aber auch Nichteisenmetalle unterscheidet man grundsätzlich bezogen auf die **Art der Erwärmung des Einsatzgutes** einmal auf die **kontinuierliche Erwärmung** in so genannten **Durchlaufanlagen** und zum zweiten in **diskontinuierliche Erwärmung** in entsprechenden **satzweise beschickten Öfen**, also **CHARGENÖFEN**.

Die Entscheidung welche Art von Erwärmungs- bzw. Wärmebehandlungsanlagen gewählt werden, liegt grundsätzlich auf der Hand, d.h. **bei entsprechend großen Durchsatzleistungen** wird immer die **kontinuierliche Anlage eingesetzt**. Bei entsprechend **kleinen Losgrößen** oder äußerst **unterschiedlichen Wärmebehandlungsprozessen** bezogen auf das **eingesetzte Einsatzmaterial**, wird der **Chargenofen zum Einsatz kommen**.






Klar nochmals die **Definition**, bei der kontinuierlichen Anlage, **Durchlaufanlagen** dabei bewegt sich das Einsatzgut durch die Ofenanlage, die **Ofenanlage ist auf die erforderlichen Wärmebehandlungstemperaturen eingestellt** und wird normalerweise kaum verändert.

Beim Chargenbetrieb wird das Einsatzgut beim Erwärmungsprozess nicht bewegt. Es wird in die jeweilige Anlage eingesetzt und der **Erwärmungsprozess wird entsprechend den Vorgaben durchgeführt**.

Was auch für die Wahl des eingesetzten FF- Materials sehr entscheidend ist, Durchlaufanlagen speziell im Bereich Erwärmungsöfen werden meist in „**schwerer Zustellung**“ ausgeführt, satzweise betriebene Öfen werden auch bei den Erwärmungsanlagen immer öfter zumindest zum Teil in Fasertechnik zugestellt, bei Wärmebehandlungsanlagen erfolgt die Zustellung zum größten Teil in Fasertechnik.



CHARGENÖFEN:

-  **Herdwagenofen**
-  **Kammerofen, Doppelkammerofen**
-  **Haubenofen, Grubenofen**
-  **Schachtofen**
-  **Wärmebehandlungslinien**

Konti - ÖFEN:

-  **Stossofen**
-  **Hubbalkenofen**
-  **Hubherdofen**
-  **Drehherdofen - Drehtellerofen**

FEUERFESTZUSTELLUNG IM OFEN BAU

Die oben angeführte Aufteilung in die Gruppen - Chargenöfen und Durchlauföfen - ist auch für die Auswahl des FF-Materials von wesentlicher Bedeutung. Dabei geht es hier nicht nur um Haltbarkeit und Standzeiten der Zustellungen, sondern wie in der heutigen Zeit immer wichtiger, um **Wirtschaftlichkeit und Umweltfreundlichkeit**. All dies beeinflusst auch die Auswahl der FF-Materialien.

Natürlich erwartet man dabei hohe Standzeiten, die dann allerdings durchaus unterschiedlich zu bewerten sind - auch aufgrund des eingesetzten Materials, das zu erwärmen oder zu wärmebehandeln ist.

Wie als Titel zu diesem Symposium festgehalten, sollte hier allerdings auch auf die Problematik beim Einsatz von FF-Material und der daraus resultierenden Schadensfälle eingegangen werden.

Dabei muss aber auch darauf hingewiesen werden, dass die Ursachen von Schadensfällen nicht nur im Bereich des ausgewählten FF-Materials liegen, oder der Verarbeitung des FF-Materials, sondern durchaus auch durch eingesetzte Materialien und der Begleitwerkstoffe wie zum Beispiel Alkalien, Lunken Pulver - eine wesentliche Rolle spielen.

Nichts destotrotz wird sehr oft vom Vertreter gerade im Schmiedebereich auch übersehen, dass diese **Anlagen durchaus auch technisch hochwertig** sind und somit einer **entsprechenden Pflege bedürfen**.

Dies gilt gerade im Schmiedebereich - also bei Erwärmung von Materialien wie Rohblöcken, aber auch Stranggussmaterialien.

Die Firma Andritz Maerz hat große Erfahrung speziell im Bereich Erwärmungsöfen, wie Schmiedeöfen, Herdwagenöfen, aber auch großen Erwärmungsöfen wie Hubbalkenöfen oder Stoß Öfen.

Gerade in diesem Bereich gibt es oft große Probleme aufgrund eben nicht funktionierender Instandhaltung, Beeinflussung der Qualität der eingesetzten FF-Materialien durch wie bereits erwähnt,



verwendete Gießmittel oder auch Werkstoffe, die entsprechende Dämpfe abgeben, wie zum Beispiel Molybdän, die zu chemischen Reaktionen an der Oberfläche der FF-Materialien führen können. Speziell eingesetzte Alkalien und Gießpulver setzen Schmelzpunkte herab. Dies wird aber sicherlich in speziellen Vorträgen der Spezialisten hier im Detail erläutert.

Ein wesentlicher Punkt bei entsprechenden Leichtzustellungen wie Faserblockzustellungen, die vorwiegend im Vergüte Bereich und auch speziell im Bereich von satzweisen Öfen fast ausschließlich zum Einsatz kommen, ist auch die Verarbeitung dieser Materialien äußerst wichtig.

Wichtig auch der Hinweis der angegebenen **Anwendungstemperaturen vom Hersteller**.

Diese Materialien neigen bei hohen Temperaturen zum erhöhten Schrumpfprozess, was wiederum entsprechende Fugenbildung mit sich bringt. Dann die Gefahr, dass Abgase bis in den Bereich der Halterungen gelangen und dann eben entsprechende Schäden verursachen.

Ein sehr gutes Hilfsmittel in der heutigen Zeit ist hier solche Anlagen laufend mit entsprechenden Wärmebildkamera aufzunehmen, um zu kontrollieren, wo entsprechend erhöhte Temperaturen an der Außenwand zu sehen sind.

Die größte Problematik sind daraus entstehende Folgeschäden, wenn nicht rechtzeitig reagiert wird. In diesem Zusammenhang auch der Hinweis, dass es hier sicherlich gerade bei Faserblöcken zu empfehlen ist nicht ein **Nachstopfen** wie sehr oft empfohlen, vorzunehmen, sondern die wesentlich effizientere Lösung mit Einbringen von Faserschaum in flüssiger Form - das sogenannte Nachspritzen.

Auch sollte darauf geachtet werden, dass jede Anlage nach kurzer Betriebszeit entsprechend überprüft werden sollte, um eben von vorne herein eine möglichen Fugenbildung zu minimieren.

Nachstehend erlaube ich mir nun anhand von entsprechenden Ausführungsbeispielen an den unterschiedlichsten Anlagen unsere Erfahrungen mit entsprechenden FF-Zustellungen zu erläutern.

Lassen sie mich mit der Geschichte und ich bin alt genug, um mir das zu erlauben, von Zustellungen von Ofenanlagen zu beginnen:

In den 60er-Jahren, auch noch bis Mitte 70, waren speziell Erwärmungsöfen im satzweisen Betrieb - also sogenannte Herdwagenschmiedeöfen - **ein Steinhaufen mit einer Feuerung** ohne Rücksicht auf Wirtschaftlichkeit, Wandverluste und Erwärmungsqualität, letzteres betrifft den Ofenbauer.

Davor - da will ich nicht im Detail darauf eingehen - wurden diese Anlagen meist mit Öl/Schweröl oder sonstigen Zeug beheizt. Auch Anlagen mit einer Kohlenbefeuerung waren in diesen Zeiten durchaus üblich.





Auch jetzt noch muss man in gewissen Ländern feststellen, dass diese Meinung - Zustellung eines Schmiedeofens - noch immer vorherrscht, also Steine, Brenner und hohe Temperatur, egal wieviel Gas verbraucht wird.

Im Vortrag wird im Wesentlichen der satzweise betriebene Ofen dargestellt, da dieser gegenüber einem kontinuierlichen betriebenen Ofen größere Probleme hat - nämlich, er wird laufend auf- und ab geheizt, was natürlich für jedes FF-Material schlecht ist. Die laufenden Dehn- und Erstarrungsvorgänge im Material ergeben Fugen, ergeben Brüche, positive Ausführung dazu die Leichtzustellung in Faserstechnik, im Besonderen bei satzweise betriebenen Öfen.

Eine kontinuierliche Anlage - und dies gilt immer- ausgeführt in ordentlicher Steinzustellung oder auch Betonzustellung, die im Jahr maximal einmal abgestellt wird, hat Standzeiten, die sicherlich im Bereich von 40 - 50 und mehr Jahren liegen.

Bei diesen kontinuierlichen Anlagen erfolgt so eine Art Verglasung der Oberfläche. Es passiert nichts mehr im Material und somit wird der FF-Lieferant in diesem Bereich arbeitslos.

Gott sei Dank gibt es auch bei diesen Anlagen Herde auf denen Material transportiert oder abgelegt wird und hier hat man natürlich die Möglichkeit dann entsprechende Ersatzlieferungen zu erbringen.

Die Standzeiten von Herden auch in Hubbalkenöfen oder speziell Stoß Öfen sind begrenzt und bedürfen einer laufenden Reparatur.

Die Geschichte im satzweise betriebenen Ofen - Schmiedeofen sowie Wärmebehandlungsöfen - hat sich eben in den letzten 40 Jahren sehr stark verändert. Dies ist begründet auf die flexible Fahrweise - bei Wärmebehandlungsöfen schon immer Voraussetzung - dh Aufheizen/Halten/Kühlen, aber auch bei den Schmiedeofen wird immer mehr der Prozess aufgrund der hochwertig eingesetzten Materialien bei 600 - 800 °C gestartet und dann die Anlage aufgeheizt.

Also man benötigt einen flexiblen Ofen mit möglichst wenig Todgezeit.

Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass es kaum mehr Betriebe gibt, die durchgehend 7 Tage Betrieb über drei Schichten ausführen. Vielmehr ist maximal 5 Tage durchgehender Betrieb möglich. In vielen kleineren Betrieben sogar nur 1- bis 2-schichtig in diesen fünf Tagen.

Dies bedeutet, dass die Anlage immer wieder ab- und aufgeheizt werden.

Bei Hochtemperaturanlagen schwere Ausführung, erfolgt das Abheizen oder Halten der Anlage über der Zündtemperatur - im Bereich von 800 - 850 °C - bei satzweisen Anlagen werden die Anlagen abgestellt, wobei dann erwartet wird, sie auch wieder sehr schnell auf Betriebstemperatur zu bringen.

Früher mussten die Anlagen spätestens Sonntagvormittag wieder eingeschaltet werden, heutzutage reicht ein Start der Anlage 2 Stunden vor Schichtbetriebsbeginn.



Refractory

ANDRITZ
MAERZ



RTF

Fiber modules wall + roof



Fire clay

Light refractory for a quick temperature changing



RHF

Conventional roof

Fire light stones



Fire clay

Separation wall (charging - discharging)

ANDRITZ

Slide 10

Herdwagen und Kammeröfen - Wiedererwärmung

Die FF-Zustellung erfolgt im Oberofen immer mehr in hochwertiger Fasertechnik. Im Deckenbereich wird der Kombiblock (1600 °C) zum Einsatz kommen. Die Seitenwände - je nach Einsatzmaterial (Zunder/Lunkerpulver) - entweder auch in Fasertechnik oder in Feuerleichtsteinen bzw. konventionell mit entsprechenden Gießmassen, der Herdwagen - konventionelle FF-Betonmassen.

Beim Herdwagen ist die Standzeit abhängig von der Pflege des Bedienpersonals, Reinigung von Zunder und Lunker Pulver-Restständen.



Bezüglich der Faserblockzustellung muss auf entsprechende Details bei der Verarbeitung geachtet werden.

Die Entscheidung für eine Leichtzustellung, wie bereits erwähnt: flexibler Ofen sowie Abstellen der Ofenanlage zum Wochenende, 5-Tagesbetrieb.

Es ergibt somit geringere Anschlusswerte, geringerer CO₂-Ausstoß, Gesamtwirtschaftlichkeit der Anlage.

Wesentlich ist auch, dass eine kombinierte Abdichtung im Tür- und Herdwagenbereich mit Faserblock und Betonen sehr hilfreich, ist Spalten zu verringern.

Öfen für die Wärmebehandlung im satzweisen Betrieb fast zu 100 % in entsprechender Fasertechnik, Ausführungen gemäß den Anforderungen der maximalen Ofenraumtemperatur. Grundsätzlich kann festgehalten werden, über 1000 °C wird eine Blockzustellung empfohlen, über 1150° wird eine Blockzustellung auf jeden Fall mit Hinter Isolierung empfohlen.

FF-Zustellung von Durchlaufanlagen wie Hubbalkenöfen oder Drehherdöfen - siehe entsprechende Anwendungsbeispiele.

Steel Division BC [Continuous Type Furnaces]
Roller Hearth Furnace



Meist werden diese Anlagen in konventioneller Technik zugestellt, dh mit entsprechenden FF-Betonen. Die Decken werden entweder gegossen, oder aber auch in entsprechenden Fertigbauteilen hergestellt. Diese Anlagen werden meist durchgehend betrieben und somit kann davon ausgegangen werden, dass diese Zustellungen zum einen nicht Einfluss haben auf die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage, des Gesamtgasverbrauches und die Standzeiten eben wesentlich höher sind. Ausnahme der Herd.

Allerdings gerade im Bereich von Drehherd - und Drehtelleröfen werden hier auch immer mehr Teile des Ofens in Faser zugestellt, da auch diese Anlagen einmal nicht immer durchgehend betrieben werden, zum anderen wenn sie betreffend die Temperaturen flexibel auszulegen sind, da sie auch für die Wärmebehandlung benützt werden bzw. es wird hoch sensibles Material eingesetzt. Dann muss die Anlage im Bereich von 400 - 500 °C abgekühlt werden. Dies ist auch nur mit entsprechenden Leichtzustellungen möglich. Entsprechende Anwendungsbeispiele haben wir Ihnen aufgezeigt.

REFERENZEN MODERNER SCHMIEDEÖFEN





REFERENZEN MODERNER WÄRMEBEHANDLUNGSÖFEN

Herdwagenofen mit Kaltluft – Impulsbrenner
(Universalöfen)



Temperaturbereich	500°C - 1150°C
Max. Ofenraumtemperatur	1200°C
Einsatztemperatur	20°C und warm
Brenneranzahl	22
Regelzonen	5
Regelungsart	Auf-Zu Taktsteuerung
Brennstoff	Erdgas
Heizwert	Hu = 8600 kcal/Nm ³
Brennstoffvordruck	100 mbar
Anschlusswert	400 Nm ³ /h
Verbrennungslufttemperatur	20 °C

Herdwagenofen mit Zwangsumwälzung (Anlassöfen)
Kaltluft - Impulsbrenner



Glühbereich	Anlassen
Temperaturbereich	100 - 800°C
Max. Ofenraumtemperatur	850 °C
Einsatztemperatur	20°C, und warm
Brenneranzahl	20
Regelzonen	5
Umwälzer	5
Regelungsart	Auf/Zu/Rundum
Heizwert	Hu = 8600 kcal/Nm ³
Brennstoffvordruck	100 mbar
Brennstoffvordruck	120 mbar
Anschlusswert	300 Nm ³ /h
Verbrennungslufttemperatur	20°C

Herdwagenofen mit Luftvorwärmung (Universalöfen) Rekubrenner



Temperaturbereich	500°C - 1150°C
Max. Ofenraumtemperatur	1200°C
Einsatztemperatur	20 °C und warm
Brenneranzahl	22
Regelzonen	5
Regelungsart	Auf-Zu Taktsteuerung
Brennstoff	Erdgas
Heizwert	Hu = 8600 kcal/Nm ³
Brennstoffvordruck	100 mbar
Anschlusswert	320 Nm ³ /h
Verbrennungslufttemperatur	300°C - 650°C abhängig vom Betriebsfall



MAERZ®





(Doppel-) Kammeröfen ohne Luftvorwärmung



OFENDATEN
 Temperaturbereich
 Max. Ofenraumtemperatur
 Einsatztemperatur
 Brenneranzahl
 Regelzonen
 Regelungsart
 Brennstoff
 Heizwert
 Brennstoffvordruck
 Anschlusswert
 Verbrennungslufttemperatur

HTO
 500°C - 1100°C
 1150°C
 20 °C und warm
 22
 5

400 Nm³/h

MAERZ®

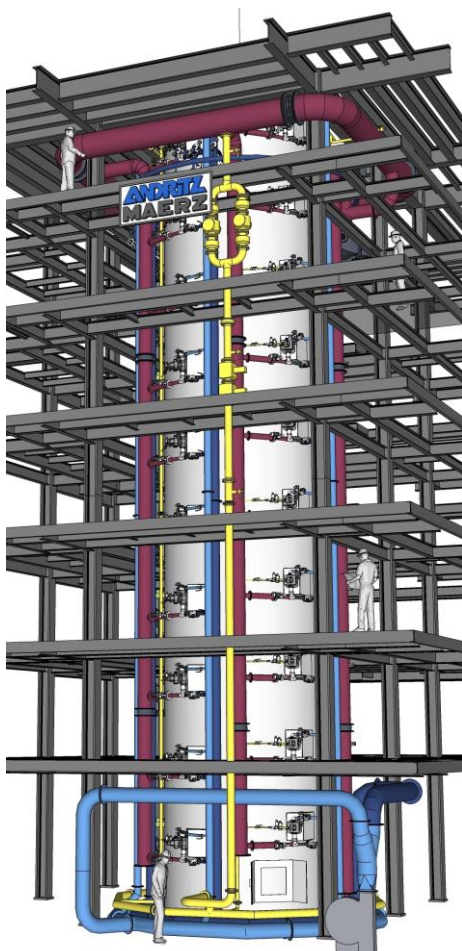
Auf-Zu Taktsteuerung
 Erdgas
 Hu = 8600 kcal/Nm³
 100 mbar

20 °C

NTO
 500°C - 750°C
 800°C
 20 °C
 9
 3- mit Umwälzer

100 Nm³/h

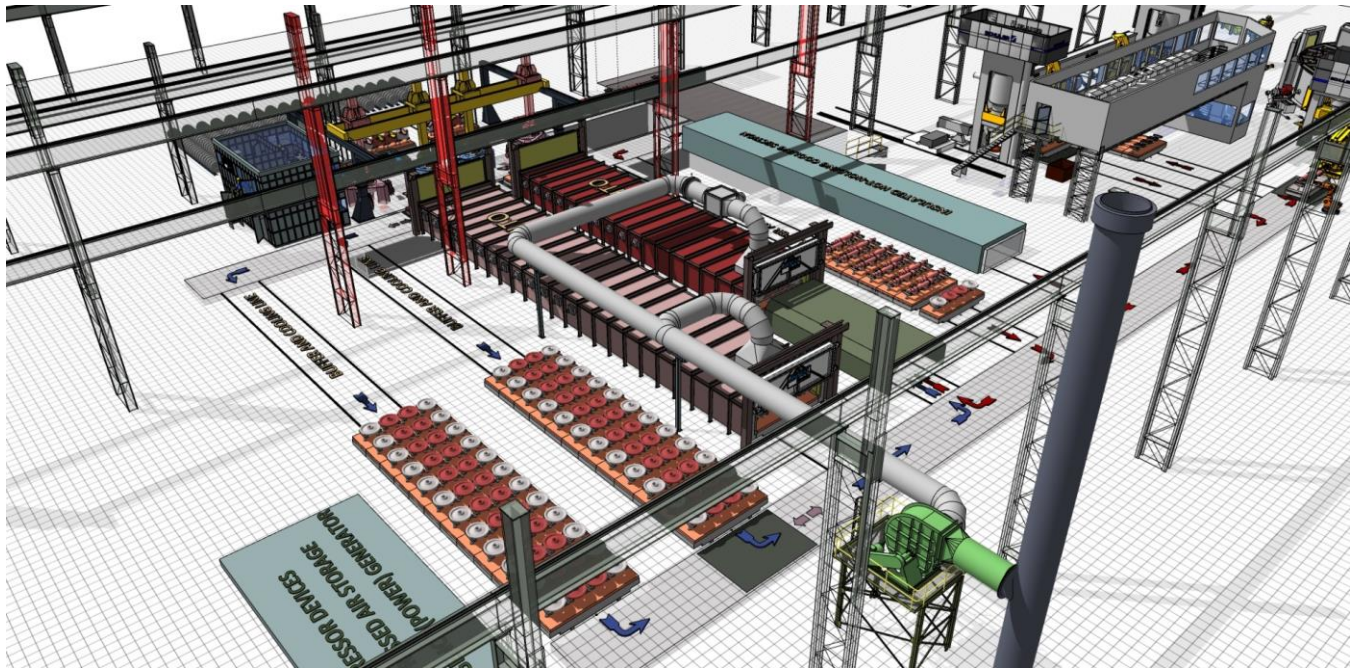
SCHACHTOFEN





WÄRMEBEHANDLUNGSLINIEN

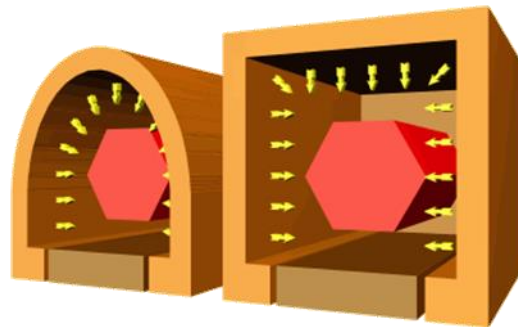
Vergüte Linie für Eisenbahn Räder und Achsen



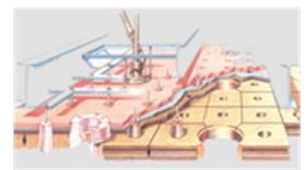
FEUERFESTZUSTELLUNG

Schwer FF-Betonen, gegossen, gespritzt oder gestampft

Parabolgewölbe



Hängedecke



Faserzustellung, Faserblöcke - Faserblöcke kombiniert mit FL Steinen in den Seitenwänden

Aufgrund der **neueren Entwicklung** wurden aber gerade in den letzten Jahren immer mehr Schmiedeöfen auch in entsprechender **Faserzustellung** ausgeführt

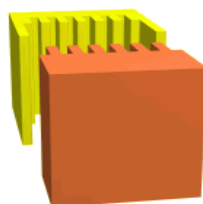
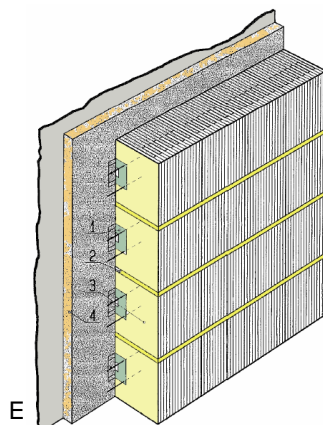
- **Faserzustellung, Faserblöcke - Faserblöcke kombiniert mit FL Steinen in den Seitenwänden**

Bei der Zustellung des Schmiedeofens für Ziehtemperaturen bis **1350 °C** ist natürlich ein wesentlicher Faktor die **Qualität und Ausführung** der **Faserzustellung**. Es werden Faserblöcke verwendet. Die Faser hat bekanntlich die Eigenschaft bei hoher Temperatur **zu schrumpfen**, d. h. es werden sich bereits nach dem ersten Aufheizen entsprechende **Fugen** bilden. Aus diesem Grund sollte bei einem Ofen der über 1150°C betrieben wird, eine **Hinterisolierung** vorgesehen werden, um **durchgehende Fugen** zu vermeiden.

Natürlich wäre die **Ideallösung** den Schmiedeofen in **hochwertiger Altrafaser (1600°C)** zuzustellen. Dies ist aus **Kostengründen** aber nur schwer wirtschaftlich rechenbar.

Eine **Zwischenlösung**, die zumindest in der **Ofendecke** vorgesehen werden sollte, ist der Einsatz von hochwertigen **Kombiblöcken**.

Dabei wird ein Faserblock eingesetzt, der in **der oberen Schicht ca. 100 mm in Altrafaser** ausgeführt ist.

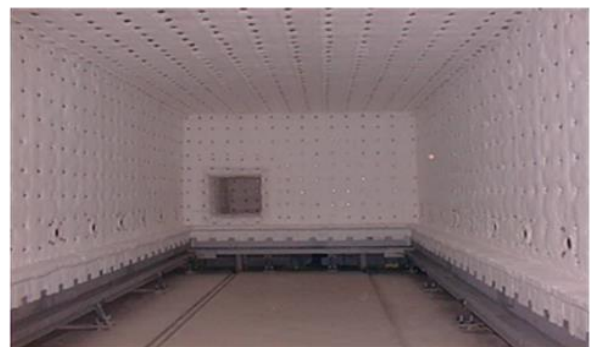




Aufgrund der Erfahrungen im rauen Schmiedebetrieb – abspritzender Zunder und Lunkerpulver zeigte sich, dass eine Kombination mit einer FL – Stein-zustellung in den Seitenwänden eine praktikable Lösung darstellt, die auch weitgehend die Vorteile der Leichtzustellung Rechnung trägt.

Wärmebehandlungsöfen

Leichtzustellung ausgeführt in Fasertechnik, Mehrschichtverlegung mit Fasermatten oder eine Faserblockzustellung mit oder ohne Hinter Isolierung .



Aufgrund der flexiblen Fahrweise im Temperaturbereich ab (100°C) 300°C bis 1200°C, sowie auch definierte Abkühlungen der Charge im Ofenraum, ist der Einsatz von **Leichtzustellung ausgeführt in Fasertechnik**, als Stand der Technik, trotz der Problematik – Faser – , die bevorzugte Ausführung.

Auch zur Abdichtung zum Herdwagen wird vorwiegend eine Herdbank in Fasertechnik vorgesehen.

Lediglich die Zustellung des **Herdwagens** erfolgt konventionell in üblicher **Betonzustellung**, auch hier ist besonderes Augenmerk auf die Ausbildung der **Fugen** zu achten.

Ob bei der Zustellung des Oberofens eine **Mehrschichtverlegung mit Fasermatten** oder eine Faserblockzustellung mit oder ohne Hinter Isolierung zum Einsatz kommt ist abhängig vom Temperaturbereich in der der Ofen betrieben wird.



Bei Glühtemperaturen über 1000°C, wird auf jeden Fall empfohlen zumindest die Ofendecke in Faserblockzustellung auszuführen, ab 1050°C sollte der gesamte Oberofen in dieser Technik zugestellt werden.

Verarbeitung von Fasermaterialien

Aufgrund der Einstufung der normal verwendeten Faserqualitäten (**HTW = Hochtemperaturwolle**), in „**gesundheitsschädlich**“ dazu gibt es eine Reihe von Fachvorträgen, und Bewertungen, leider aber seit Jahrzehnten keine Abstufung in der Bewertung, also muss aufgrund von immer höheren Umweltauflagen, auch bei der Montage von „**grünen**“ Material entsprechend reagiert werden.



Erwin Tschapowetz
ANDRITZ Maerz