

Contirod Users' Meeting Berlin

**Grand Hyatt, Berlin
21.-23. Mai 2001**

Das CONTIROD-Ofen Konzept bei MKM

Hans Bebber und Guenter Phillipps

**INDUGA Industrieöfen und Giesserei-Anlagen GmbH & Co. KG, 50739 Köln,
Deutschland**

Zusammenfassung

Die MKM Contirod Linie wurde mit 3 Induktionsöfen ausgerüstet, um eine exzellente Metallqualität, eine präzise Temperaturkontrolle und eine hohe Prozeßzuverlässigkeit zu gewährleisten. Ein Entschlackungs-ofen teilt die Linie in einen offenen und geschlossenen Teil. Der Halteofen hat vor allem eine Pufferfunktion mit metallurgisch wichtigen Eigenschaften. Schließlich bietet der Gießofen eine sichere und zuverlässige Metaldosierung für die Hazelett Bandgiessmaschine. Der vorliegende Artikel beschreibt die Öfen und die damit seit 1999 erzielten Ergebnisse.

Einleitung

Das Ofenkonzept einer konventionellen Drahtlinie basiert auf einem Schachtofen zum Schmelzen, einer ersten Überführungsrinne mit einer integrierten Entschlackungsbox, einem gasgefeuerten Halteofen und einer zweiten Überführungsrinne mit stopfenkontrolliertem Ausfluß in den Hazelett tundish. Dieses in Abb.1 dargestellte Konzept hat sich seit Jahren bewährt und wird erfolgreich angewendet und in praktisch allen Drahtlinien in der Welt als Standard betrachtet.

Obwohl dieses Ofenkonzept befriedigende Ergebnisse bringt, gibt es doch einige Einschränkungen bezüglich seiner Prozessfähigkeit::

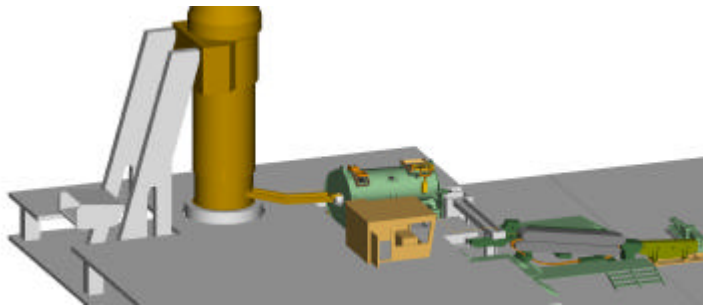


Abb. 1: Ofenkonzept einer konventionellen Contirod-Linie

- Insbesondere während des Startvorgangs oder falls eine nennenswerte Menge Rücklaufschrot chargiert wird ist keine vollständige Entschlackung gegeben.
- Die Überhitzungsleistung des Halteofens ist relativ klein.
- Die Temperaturkontrolle beim Angiessen ist gelegentlich problematisch.
- Die Funktion des Halteofens ist mehr oder weniger begrenzt auf eine Pufferfunktion zum Starten und Beenden des Giessvorgangs. Er bietet weder metallurgische Funktionen noch wirkt er als einen thermischen Puffer.
- Eine präzise Kontrolle des Restsauerstoffgehaltes ist schwierig.

Als MKM das Contirod-Projekt startete, war der Grundgedanke nicht nur die oben erwähnten Nachteile zu eliminieren, sondern auch einen Schritt in Richtung Metallqualität und künftiger Produktion von sauerstofffreiem Kupferdraht zu gehen. Dementsprechend waren für dieses Projekt die folgenden Überlegungen besonders wichtig:

- Die Linie sollte klar in einen offenen und geschlossenen Teil aufgeteilt werden.
- Die Kupfertemperatur sollte entlang der gesamten Linie aktiv kontrollierbar sein.
- Die Beheizung sollte "sanft" erfolgen. Drastische Überhitzung sollte vermieden werden.
- Alle Öfen sollten eine gute Mischwirkung bieten.
- Die Ofenatmosphäre sollte präzise kontrollierbar sein.
- Die Linie sollte soweit wie möglich automatisiert sein.

Basierend auf diesen Erwartungen wurde ein Induktionsofenkonzept entwickelt, dass in der Zwischenzeit die Erfüllungen der obigen Bedingungen unter Beweis gestellt hat.

Das MKM Contirod Konzept

Abb. 2 zeigt einen Überblick über die MKM Contirod-Linie wie sie seit 1999 in Hettstedt in Betrieb ist. Neben dem altbewährten Schachtofen zum Schmelzen der Kathoden ist sie mit drei Induktionsofen ausgestattet: einem Abschlackofen, einem Halteofen und einem Gießofen. Abb. 3 zeigt die zugehörige Seitenansicht. Auf den ersten Blick wirkt die Linie durch die vielen Öfen recht kompliziert und es ist daher sinnvoll, die Öfen im einzelnen vorzustellen und die erwarteten Vorteile zu diskutieren.

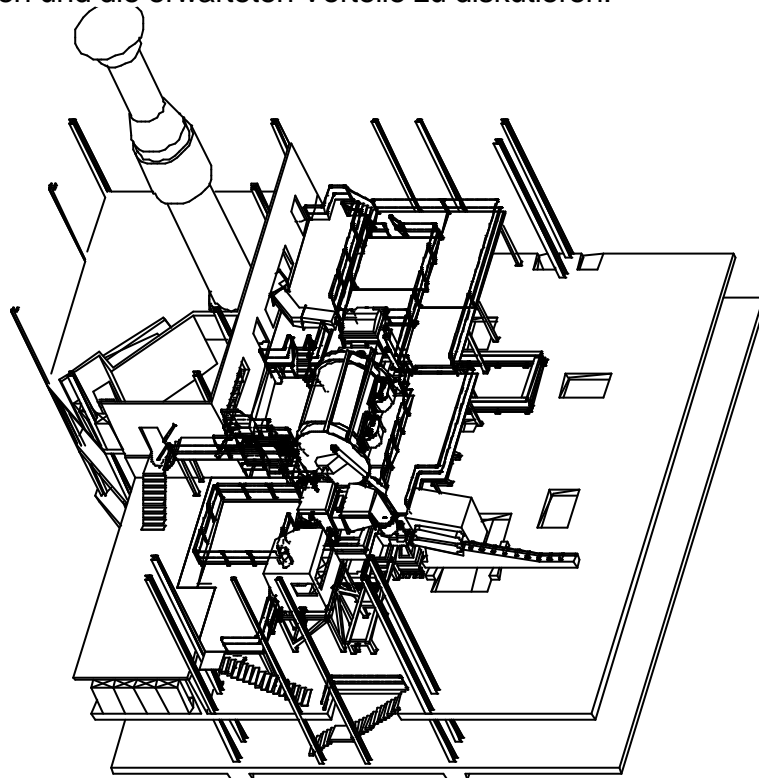


Abb. 2: Anordnung der Öfen in der MKM-Contirod-Linie

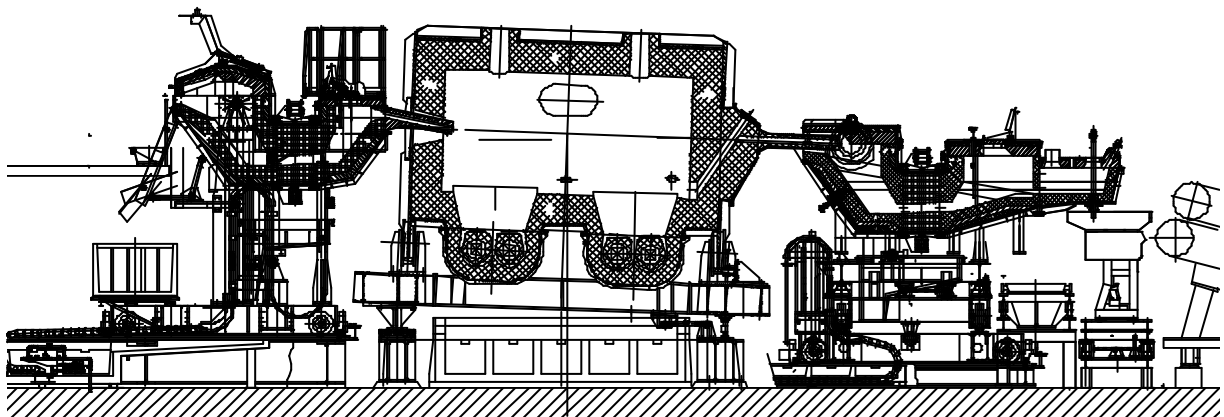


Abb. 3: Seitenansicht der Ofenlinie (Zur besseren Verdeutlichung ist der Schnitt entlang der Linie geführt).

Der Abschlackofen

Außer Flüssigkupfer in der Nähe des Liquiduspunktes produziert jeder Schachtofen unvermeidliche Schlacke, die aus der Linie entfernt werden muß. Abb. 5 zeigt das Layout des installierten Abschlackofens mit einer Kapazität von 6 t und einem integrierten Induktor, der die zwei Ofenkammern durch die Induktorrinnen miteinander verbindet. Das flüssige Kupfer fließt aus einer Überführungsrinne vom Schachtofen in die erste Kammer des Abschlackofens. Diese Kammer kann durch einen hydraulisch betätigten Deckel zum Abschlacken geöffnet werden. Dies geschieht bei laufender Produktion über die Rückseite des Ofens.

Von der Abschlackkammer gelangt das Kupfer in die Transferkammer aus der es durch ein Überführungsrohr in den Halteofen gelangt. Auf seinem Weg muß das Kupfer die drei Induktorrinnen passieren, die insgesamt eine Heizleistung von 250 kW haben. Der Induktor kompensiert die Wärmeverluste und heizt das Kupfer von ca. 1100 °C auf 1120 °C auf. Hierzu wird die Ofenleistung durch ein in der Transferkammer befindliches Thermoelement geregelt.

Mechanisch besteht der Ofen aus drei Teilen, die aneinander geflanscht sind. Dementsprechend kann der Induktor analog zu einem doppelupigen Rinneninduktor ausgetauscht werden. Er ist mit trockener saurer Feuerfestmasse zugestellt.

Hinsichtlich seiner Entschlackungswirkung ist der Ofen einer konventionellen Abschlackbox deutlich überlegen. Sobald das Metall in den Ofen fließt, wird seine Geschwindigkeit wegen seines relativ großen Kammervolumens deutlich verkleinert. Außerdem befinden sich die Rinnenkanäle relativ weit unterhalb des Badniveaus. Beide Eigenschaften garantieren eine 100 %ige Trennung der Schachtofenschlacke unter allen denkbaren Prozeßbedingungen. Abhängig von der Kathodenqualität wird der Ofen etwa zwei- bis dreimal pro Schicht entschlackt.

Andererseits bildet das Überführungsrohr die einzige Öffnung der Transferkammer. Sie leitet das leicht überhitzte und schlackenfreie Kupfer in den Halteofen. Aus diesem Grunde kann die Atmosphäre leicht kontrolliert und Luftkontakt auf einfache und sichere Weise verhindert werden. Als Ergebnis arbeitet dieser Ofen als eine Art Separator zwischen einem mehr oder weniger offenem Schmelzteil und einem geschlossenen Puffer- und Giessteil..

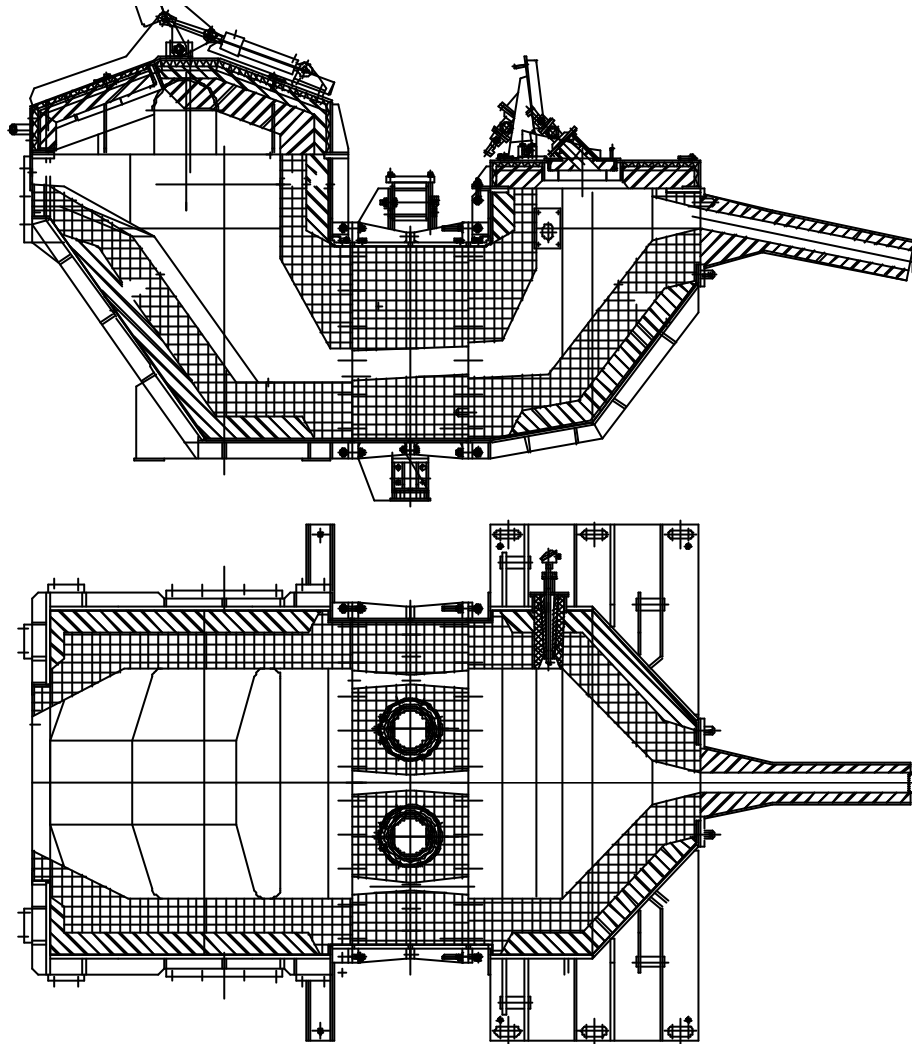


Abb. 5: Abschlackofen mit Siphon und Überführungsrohr

Halteofen

Auf den ersten Blick ähnelt das Erscheinungsbild des MKM-Halteofens sehr stark demjenigen eines konventionellen Contirod-Trommelofens, der einen kontrollierbaren und kontinuierlichen Metallausfluss sicherstellt, welcher unabhängig von der Fließgeschwindigkeit des einlaufenden Metalls ist. Allerdings wird dieser Ofen nicht mit Gasbrennern geheizt, sondern besitzt zwei Rinneninduktoren und der siphonartige Auslauf entnimmt das Metall weit unterhalb des Badniveaus, wobei ein offener Ausfluss vermieden wird. Beide Eigenschaften sind Stand der Technik in OFC-Produktionslinien, bei denen nahezu derselbe Ofentyp als Kathodenschmelzer eingesetzt wird.

In Abb. 4 ist eine 3D-Ansicht des MKM-Halteofens dargestellt. Der Ofen ist mit zwei Rinneninduktoren ausgestattet. Er hat ein Gesamtfassungsvermögen von 47 t. Der Nutzinhalt beträgt 34 t. Während der normalen Produktion wird der Nutzinhalt immer auf ca. 12 t gehalten.

Die Heizleistung des Ofens beträgt 500 kW, die durchschnittliche Haltetemperatur wird auf 1135 °C eingeregelt. Als Ergebnis können die folgenden Eigenschaften des Warmhalteofenkonzeptes genannt werden:

- Der Induktor hat eine exzellente Mischwirkung und eine effiziente Heizleistung.
- Die Metalltemperatur kann präzise kontrolliert werden und ist repräsentativ für den gesamten Ofeninhalt.
- Der Ofen arbeitet als Masse- und Wärmereservoir.
- Die intensive Mischung führt zur partieller Entgasung wegen des intensiven Kontakts mit der Holzkohle.
- Das Verhältnis Höhe zur Breite ist im Unterschied zu einem gasbeheizten Ofen unkritisch.
- Die Ofenatmosphäre kann einfach und präzise kontrolliert werden.
- Die umweltrelevanten Vorteile liegen auf der Hand.

Allgemein kann gesagt werden, dass der Halteofen den gesamten Prozess stabilisiert und eine konsistente und verlässliche Metallqualität gewährleistet.

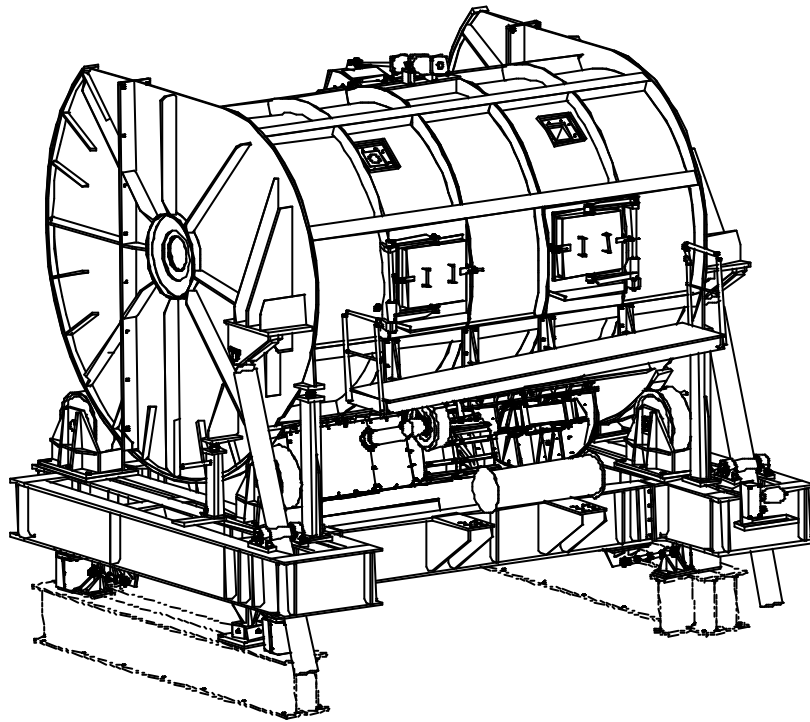


Abb.. 6: MKM-Warmhalteofen

Giessofen mit Vorherd

Abb. 6 zeigt dem MKM-Doppelkammergiessofen der einen integrierten 250 kW – Induktor besitzt und eine Haltekapazität von 9 t hat von denen 3 t effektiv nutzbar sind. Der Ofen besitzt eine Vorherd, der oberhalb der Giessmaschine angeordnet ist und von dem das Metall in den Hezelett-Tundish dosiert wird. Die Dosierrate wird durch einen Stopfen geregelt, der vom Poollevel der Bandgiessmaschine gesteuert wird. Die gekröpfte Anordnung des Vorherdes wurde gewählt, um einen freien Blick auf den

Eingiessbereich der Bandgiessmaschine zu gewährleisten. Im Vergleich zu einer konventionellen Giessrinne ist der Vorherd direkt an den Ofen angeflanscht und hat den Vorteil, nicht durch zusätzliche Gasbrenner während des Giessens beheizt werden zu müssen, da die Wärmeverluste durch den direkten Kontakt mit der Hauptkammer kompensiert werden, die durch den Induktor beheizt wird. Der Vorherd wird lediglich ca. 15 Minuten vor dem Giesstart vorgeheizt. Darüber hinaus wird das Metall dem Stopfen zugeführt ohne vorher eine Kaskade durchlaufen zu haben. Dadurch wird Luftkontakt sicher verhindert.

Bei Giessende wird der Ofen zurückgekippt und der Vorherdinhalt in den Ofen entleert, um die Düse metallfrei zu machen.

An der Rückseite des Ofens befindet sich eine Abschlacköffnung, über die der Ofen auch komplett entleert werden kann.

Das Metall vom Halteofen wird unmittelbar durch die Kippachse des Ofens durch ein Füllrohr zugeführt. Diese Anordnung ist gewählt worden, um sicherzustellen, dass der Giessofen in allen Situationen kontinuierlich gefüllt werden kann, d.h. sowohl in der gekippten Position sowie auch in der Arbeit- und Giessposition. Zusätzlich zu diesen etablierten Eigenschaften ist der Ofen mit Wägezellen ausgestattet. Diese Zellen befinden sich zwischen dem Ofengefäß und dem Kippstuhl und erlauben die Erfassung des Ofengewichtes während des gesamten Giessprozesses. Diese Integration der Gewichtserfassung in das Ofen-Regelkonzept verhindert sowohl das Überfüllen, als auch das zu starke Entleeren des Ofens, stellt einen kontinuierlichen und definierten Metallfluss zur Giessmaschine sicher und repräsentiert so einen weiteren Schritt in Richtung auf eine voll automatisierte Giesslinie.

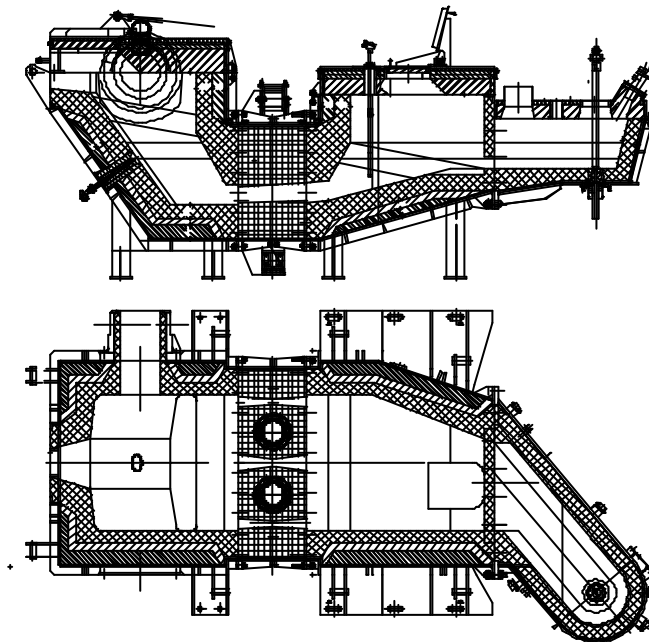


Abb. 7: Doppelkammer-Giessofen mit integriertem Induktor

Zusammenfassung

Induktionsbeheizte Halteöfen sind inzwischen zu einem integrierten Teil von hoch entwickelten kontinuierlichen Giesskonzepten geworden. Die Kombination von Abschlack-, Halte- und Giessöfen für die MKM-Contirod-Linie bildet beispielsweise ein prominentes Beispiel für einen Meilenstein für künftige Produktionslinien. Sie bietet präzise Temperaturkontrolle, hohe Dosiergenauigkeit und konsistente Metallqualität