

Metallurgische Prozeßtechnik in einem Stahlwerk mit breitem Erzeugungsprogramm

Hans-Eike Wiemer, Jürgen Cappel, Axel Klärner, Arnold Pfeiffer und Klaus Wünnenberg

Zielsetzung. Das gemeinsame Hüttenwerk von KHS und HKM in Duisburg-Huckingen teilt die Produktion von 4,5 Mio. t/a je zur Hälfte unter den Partnern auf. Dabei werden etwa 70 % über Brammenstrangguß für Feinblech und Grobblech sowie 30 % als Rundstrangguß für nahtlose Rohre hergestellt. Die Sekundärmetallurgie nimmt eine zentrale Rolle sowohl für die Anforderungen an die Qualität als auch für die Planungsabläufe ein.

Zusammenfassung. Die Prozeßtechnik und der Planungsablauf im Stahlwerk dieses integrierten Hüttenwerks mit einem breit gefächerten Lieferprogramm werden beschrieben. Die Anlagen sind auf die genaue Einstellung auch niedrigster Gehalte im Stahl ausgerichtet. Dieses gilt ebenso für die Temperatur und den Phosphorgehalt am Ende des Konverterprozesses. Mit einem Dispositionsmodell werden die Abläufe im Stahlwerk geplant und gesteuert.

Bei der sekundärmetallurgischen Nachbehandlung ist es wichtig, einen reproduzierbaren Prozeßablauf, eine vorhersehbare Logistik, eine eng begrenzte Blasendtemperatur ohne Nachblasen, einen geringen Kühlschrottvverbrauch und einen hohen Anteil Direktabstich zu erreichen. Am Beispiel verschiedener Stahlsortengruppen werden die Besonderheiten der metallurgischen Behandlung dargestellt.

Mit der Gründung der Hüttenwerke Krupp Mannesmann (HKM) besitzen die beiden Unternehmen Krupp Hoesch Stahl AG (KHS) und Mannesmannröhren-Werke AG (MRW) in Duisburg-Huckingen eine zukunftssichere Stahlbasis.

Die Erzeugungskapazität mit 4,5 Mio. t/a und einem breit gefächerten Lieferprogramm wird auf die beteiligten Unternehmen KHS und MRW hälftig aufgeteilt, **Bild 1**. Etwa 70 % der Gesamtmenge werden über Brammenstrangguß für Feinblech bis zu ULC/IF-Güten, für Bau- und Kohlenstoffstähle sowie für Grobblech für geschweißte Rohre einschließlich HIC-beständigen und HSLA-Güten erzeugt. Der Rest von 30 % wird als Rundstrangguß für nahtlose Rohre, Schienen, Schmiedehalbzeug, Sonder- und Wälzlagerstahl hergestellt.

HKM ist ein integriertes Hüttenwerk mit Sinteranlage, Kokerei, Hochofenwerk und Stahlwerk. Die Weiterverarbeitung von Brammen und Rundstäben erfolgt an verschiedenen Standorten von KHS und MRW.

Konverterbetrieb

Das Blasstahlwerk arbeitet mit zwei Konvertern mit Wechselgefäß und Bodenspülung [1]. Die umfangreiche Sekundärmetallurgie [2] wird später ausführlich beschrieben. Auf je zwei Brammen- und Rundstranganlagen [3, 4] wird

der Stahl in verschiedenen Formaten abgegossen, **Bilder 2 und 3**.

Die sekundärmetallurgischen Anlagen bilden im Stahlwerk das funktionale und räumliche Bindeglied zwischen dem Konverterbetrieb und den Stranggießanlagen. Hier wird die Stahlzusammensetzung durch Zugabe von Legierungsmitteln fein eingestellt und die metallurgische Behandlung zur Stahlechtschwefelung, zur Verbesserung des oxidischen Reinheitsgrads, zur Einstellung der Gießtemperatur sowie Maßnahmen zur Erzielung einer guten Ver gießbarkeit durchgeführt.

Als Vorstufe für die Pfannenmetallurgie muß der Konverterbetrieb eine festgelegte Menge Flüssigstahl von durchschnittlich 250 t je Schmelze mit der vorberechneten

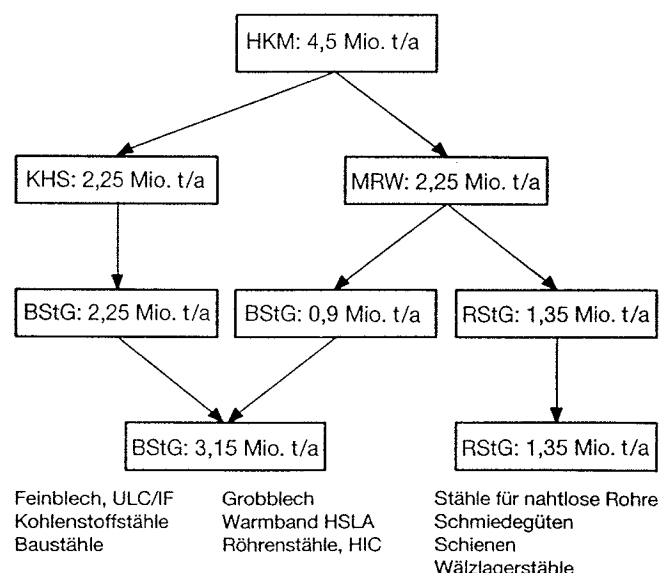


Bild 1. Erzeugungskapazität des Stahlwerks

Vorgetragen bei den Duisburger Universitätstagen „Sekundärmetallurgie 1996“ am 28. Juni 1996 in Duisburg.

Dr.-Ing. Hans-Eike Wiemer, Direktor, Bereichsleiter, Stahlerzeugung; Dr.-Ing. Jürgen Cappel, Betriebschef, Schmelzbetrieb und Pfannenbehandlung; Ing. (grad.) Axel Klärner, Betriebsleiter, Behandlungsanlagen; Dipl.-Ing. Arnold Pfeiffer, Betriebschef, Verfahrenstechnik Stahlwerk, Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH, Duisburg; Dr.-Ing. Klaus Wünnenberg, Obering., Metallurgie, Mannesmannröhren-Werke AG Mannesmann-Forschungsinstitut, Duisburg.

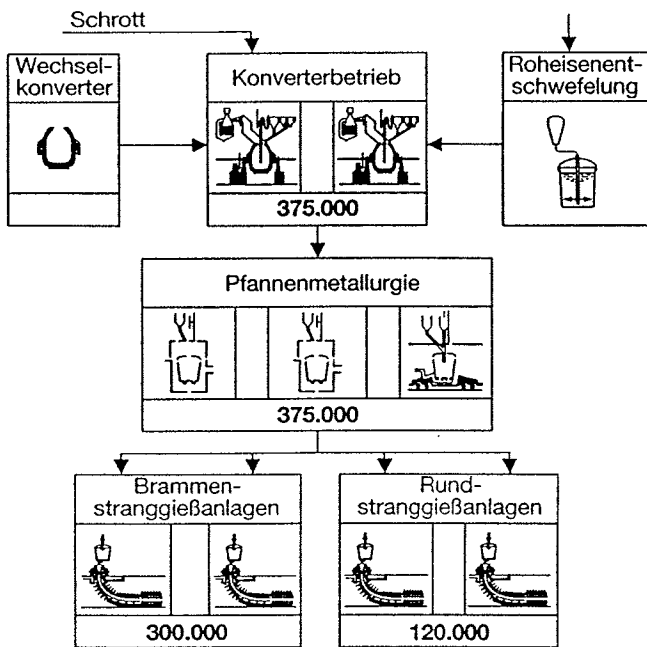


Bild 2. Produktionsanlagen des Stahlwerks

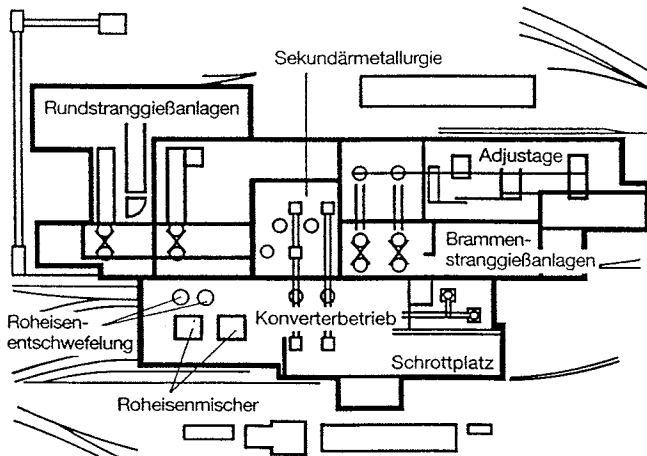


Bild 3. Anordnung der Stahlwerksanlagen

Abstichtemperatur und Zusammensetzung bereitstellen. Dabei hängt die Blasendtemperatur nicht nur von der Stahlzusammensetzung und der Gießtemperatur ab, sondern richtet sich auch entscheidend nach dem Behandlungsweg.

Tafel 1. Ergebnisse der Prozeßsteuerung

Vergleichmäßigung Prozeßablauf			
Verbesserung Stahlausbringen			
Feuerfestverbrauch			
Logistik			
Erhöhung Produktionsleistung			
Schrotteinsatz			240 kg/t _{II}
Kalkverbrauch			37 kg/t _{II}
Temperatur Blasende			$\sigma = \pm 6,0 \text{ }^\circ\text{C}$
Kühlschrottverbrauch			$\sim 7,5 \text{ kg/t}_{II}$
Stahlrückführung wegen Temperatur			< 0,1 %
Fehlschmelzen wegen Phosphor			< 0,1 %
	gesamt	[P] $\geq 0,015 \text{ %}$	[P] < 0,015 %
Nachblasen	8 %	5 %	20 %
Direktabstich	70 %	90 %	0 %

Während die niedrigen Kohlenstoffgehalte bei Blasende mit Hilfe der Bodenspüler und die notwendigen Schwefelgehalte über die Roheisen- und Stahlschwefelung problemlos eingestellt werden können [5], bedarf die Entphosphorung beim Blasstahlprozeß besonderer Anstrengung [6]. Hierfür steht ein ausgereiftes Prozeßmodell zur Verfügung, mit dem über statische und dynamische Wärmebilanzrechnungen die Blasendtemperatur und über eine gezielte Eisenverschlackung ein niedriger Phosphorgehalt eingestellt werden können, Bild 4 [7]. Die in Tafel 1 dargestellten Ergebnisse sind Voraussetzung für eine störungsfreie, zeitgerechte und verfahrenstechnisch optimale Sekundärmetallurgie. Dabei sind ein reproduzierbarer Prozeßablauf, eine vorhersehbare Logistik, eine eng begrenzte Blasendtemperatur ohne Nachblasen, geringer Kühlschrottvverbrauch und ein hoher Anteil Direktabstich wichtige Gesichtspunkte.

Der schlackenfreie Abstich mit dem Mannesmann-Schwimmstopfen, Bild 5 [8], vermeidet das Mitlaufen größerer Schlackenmengen in die Gießpfanne und ist eine unabdingbare Voraussetzung für die gesamte metallurgische Pfannenbehandlung.

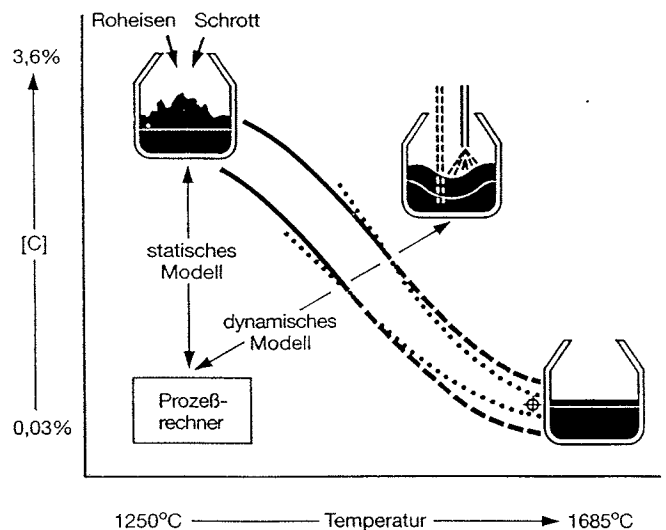


Bild 4. Prozeßmodell für den Konverter

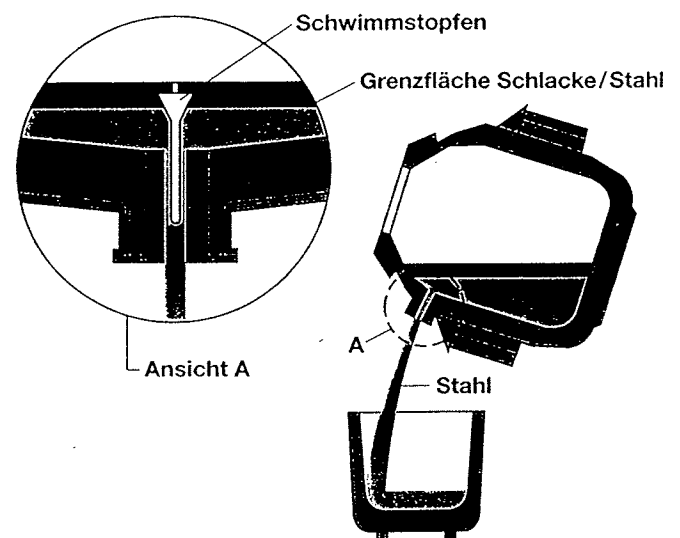


Bild 5. System zur Kontrolle des Schlackemitlaufs beim Abstich

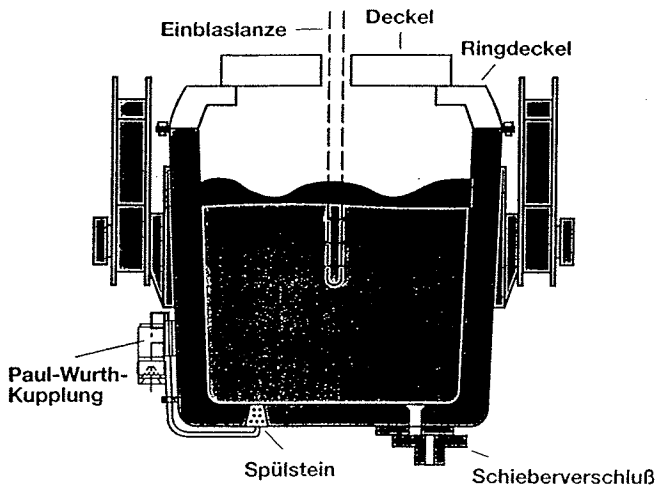


Bild 6. Stahlgießpfanne

Sekundärmetallurgie

Die Stahlgießpfanne ist heute nicht nur Transportmittel zwischen den Verfahrensstufen, sondern insbesondere ein Reaktor für die umfangreiche Kette metallurgischer Behandlungsverfahren. **Bild 6** zeigt die dafür benutzte basisch ausgekleidete Stahlgießpfanne mit Deckelsystem, Schieberverschluss und Bodenspülern. Mit einer Tauchlanze zum Einblasen von Argon werden Stahl und Schlacke stark vermischt, so daß die Reaktionen an der Phasengrenze schneller und vollständiger ablaufen können. Ähnliches gilt für die Pfannenstandentgasung, bei der die noch intensivere Wirkung durch die Bodenspülung im Vakuum sowie die Gasentwicklung bei der Entkohlung hervorgerufen wird. Der große Reaktionsraum mit „Freibord“ verhindert dabei ein Überschwappen des Pfanneninhalts.

Die metallurgischen Reaktionen, insbesondere im Hinblick auf eine wirksame Entschwefelung, laufen unter einer synthetischen Schlacke ab, die durch Zugaben von Kalk, Flußspat und Tonerde beim Abstich der Schmelze gebildet wird. Die eigentliche Behandlung der Schmelze in der Pfanne beginnt nach dem Abstich auf dem Stahlwagen durch Bodenspülen mit Argon. Nach dem Umsetzen der Pfannen entweder in eine der beiden Vakuumanlagen oder in den zusätzlichen Behandlungsstand wird die Pfannenmetallurgie fortgesetzt, **Bild 7**. Ziele sind dabei die Einstellung der Zusammensetzung und der Temperatur des Stahls in engen Grenzen sowie in den Vakuumanlagen, **Bild 8**, eine zusätzliche Absenkung des Stickstoff- und Wasserstoffgehalts. Gleichzeitig können dort die Kohlenstoffgehalte auf < 30 ppm verringert werden. Als letzter Schritt vor Abgabe der Schmelzen an die Gießanlagen wird in den meisten Fällen Calciumdraht zur Einschlußmodifikation in die Schmelze eingespult. Dadurch verbessert sich auch die Vergießbarkeit entscheidend, was insbesondere wegen der en-

gen Tauchausgußquerschnitte bei Rundstrangguß notwendig ist.

Verfahrenslinien

Die vergleichsweise große Vielfalt von Gießanlagen, Strangabmessungen und insbesondere das breit gefächerte Erzeugungsprogramm erfordern sehr unterschiedliche metallurgische und verfahrenstechnische Abläufe, die sich auch gegenseitig nachteilig beeinflussen können.

Aus **Bild 9** ergeben sich die drei Verfahrensstufen Konverterbetrieb, Sekundärmetallurgie und Stranggießen. Die beiden *Rundstranggießanlagen* erzeugen zusammen etwa ein Drittel der Gesamtproduktion. Durch die Stahlschwefelung nach dem MPE-Verfahren (Mannesmann-Pfannen-Entschwefelung) und eine angeschlossene Calciumbehandlung wird eine ausgezeichnete Vergießbarkeit erreicht. Bei Stählen mit gesteuertem Schwefelgehalt sind dabei besondere Maßnahmen notwendig. Die Gütenpalet-

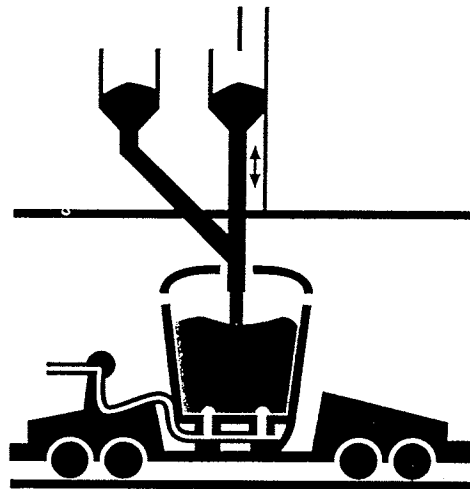


Bild 7. Pfannenbehandlung auf dem Übergabewagen



Bild 8. Standentgasungsanlage

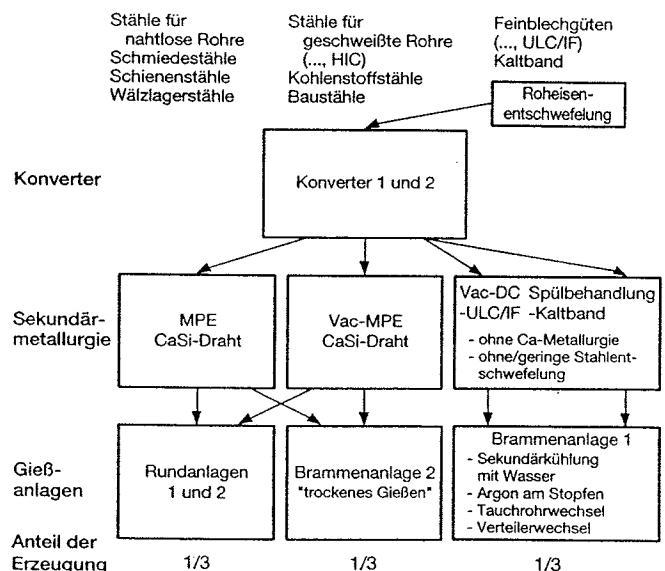


Bild 9. Verfahrenslinien im Stahlwerk

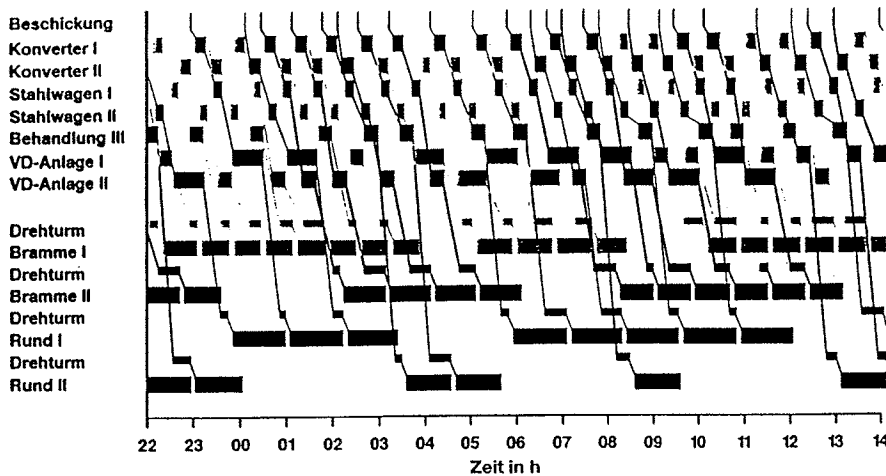


Bild 10. Dispo-Fertigungsplan

te umfaßt Stähle für nahtlose Rohre, Schienen, Wälzlager und Schmiedeeinsatz.

Ein weiteres Drittel der Gesamterzeugung wird auf der *Brammenanlage 2* abgegossen. Es handelt sich dabei um Stähle für geschweißte Rohre mit Anforderungen an die HIC-Beständigkeit, Baustähle und Kohlenstoffstähle. Die Schmelzen werden mit oder ohne Vakuumverfahren stahlschwefelt und Ca-behandelt. Sie zeigen eine ausgezeichnete Vergießbarkeit. Wegen der hohen Anfälligkeit dieser Stahlsorten gegen Kühlspannungsrisse wird in dieser Gießanlage vollständig auf Spritzwasser verzichtet [9]. Die Wärme wird beim „trockenen Gießen“ von den Stützrollen aufgenommen und über deren Innenkühlung abgeführt.

Das letzte Drittel der Produktionsmenge übernimmt die *Brammenanlage 1*. Der Qualitätsfächer umfaßt Feinblechgüten bis hin zu ULC- und IF-Stählen, die weitgehend ohne Stahlschwefelung und ohne Ca-Behandlung erzeugt werden.

Bei diesem Verfahrensweg wird das flüssige Roheisen vor dem Einsatz in den Konverter entschwefelt. Die sehr niedrigen Kohlenstoffgehalte für die ULC- und IF-Stähle werden durch die Vakuummentkohlung eingestellt. Wegen der nicht zulässigen Ca-Behandlung wird das Zusetzen der Tauchausgüsse („Clogging“) an der Gießanlage durch die Einleitung von Argon in den Verteilerstopfen weitgehend vermieden. Bei sehr langen Sequenzen besteht darüber hinaus die Möglichkeit, die Tauchrohre oder sogar den gesamten Verteiler zu wechseln.

Die auf dieser Brammenanlage erzeugten Stahlsorten sind weniger rißempfindlich, so daß sie mit Spritzwasser unterhalb der Kokille gekühlt werden können. Die damit verbundene höhere Erstarrungsgeschwindigkeit erlaubt gegenüber der „trockenen Fahrweise“ ein schnelleres Gießen mit höherer Leistung.

Aus Bild 9 geht deutlich hervor, daß die Besonderheiten des Stahlwerks bei HKM in der Sekundärmetallurgie mit Vakuumanlagen und Pfannenbehandlungsstand sowie der basisch ausgekleideten Gießpfanne als Reaktor liegen. Die Stranggießanlagen sind vielseitig nutzbar, flexibel und der Aufgabenstellung angepaßt. Die Verfahrenstechnik ist demgegenüber konventionell.

Der Konverterbetrieb zeichnet sich durch eine ausgefeilte Prozeßsteuerung mit verfahrenstechnisch und metallurgisch guten Kennzahlen sowie niedrigen Verarbeitungskosten aus. Diese Vorteile kommen allen Schmelzengruppen in gleicher Weise zugute.

Logistik

Die komplexen Abläufe im Stahlwerk erfordern eine ausgefeilte Logistik [10]. Hierzu wurde ein Dispositionsmodell entwickelt, das alle Vorgänge im Stahlwerk plant und steuert. Bild 10 zeigt als Beispiel den Ablauf während zweier Schichten. Hierbei müssen komplexe Gesichtspunkte berücksichtigt werden:

- Versorgung von 4 Stranggießanlagen mit unterschiedlichen Gießzeiten,
- über 2 Vakuumanlagen und 1 Spülstand,
- aus 2 Konvertern,
- mit 1 Roheisen-Chargierkran,

- bei dem sehr breit gefächerten Erzeugungsprogramm im Hinblick auf Stahlgüten und Strangabmessungen.

Über der horizontalen Zeitachse werden alle in den Stofffluß integrierten Anlagen des Stahlwerks verfolgt, die auf der Ordinate aufgelistet sind. Die Belegungszeit jeder Anlage ist in Balkenform abgebildet, der Fertigungsablauf der einzelnen Schmelzen wird durch Verbindungslinien gekennzeichnet. Der Verfahrensablauf für die jeweilige Gießanlage ist auf dem Monitor farblich dargestellt.

Die Produktionsbetriebe des Stahlwerks richten sich nach den im Fertigungsplan vorgegebenen Zeitpunkten. Bei Störungen verändern sich die Belegungsdauern der aktuellen Schmelzen automatisch. Drohende Konflikte werden dem Disponenten rot angezeigt, so daß er eingreifen kann und sich dabei angepaßte Verfahrensabläufe entwickeln.

Pfannenbehandlung verschiedener Stahlsortengruppen

Allen bei HKM hergestellten Stahlsorten ist gemeinsam, daß die sekundärmetallurgische Behandlung auf die Einstellung der Legierungsgehalte und der Stahltemperatur in engen Grenzen abzielt. Dieses erfordern sowohl die Qualität der erzeugten Produkte als auch der störungsfreie Gießablauf. Darüber hinaus werden alle Maßnahmen für die Einhaltung eines guten Reinheitsgrads ergriffen.

Sauergasbeständige Großrohrstähle. Während des schlackenfreien Abstichs werden die Hauptlegierungsbestandteile, die Desoxidationsmittel und die Schlackenbildner in die Pfanne zugegeben, Bild 11. Hierzu gehören insbesondere Mangan, Silicium, Niob und Aluminium. Kalk und Flußspat bilden mit der bei der Desoxidation gebildeten Tonerde eine reaktionsfähige Schlacke, die bei intensiver Durchmischung mit dem Stahl während der Vakuumbehandlung den Schwefelgehalt auf niedrigste Werte von ≤ 10 ppm absinken läßt. Der Aluminiumgehalt geht dabei von anfangs 550 auf 230 ppm zurück.

Nach den Zugaben von Mangan, Silicium und Niob bleiben diese Gehalte während der Pfannenbehandlung weitgehend unverändert. Im Gegensatz dazu steigt der Phosphorgehalt unter reduzierenden Bedingungen an. Dieses ist ein Hinweis auf geringen Schlackenmitlauf beim Abstich.

Während der Stickstoffgehalt unter Vakuum deutlich von 80 auf unter 40 ppm abnimmt, steigt dieser beim Trans-

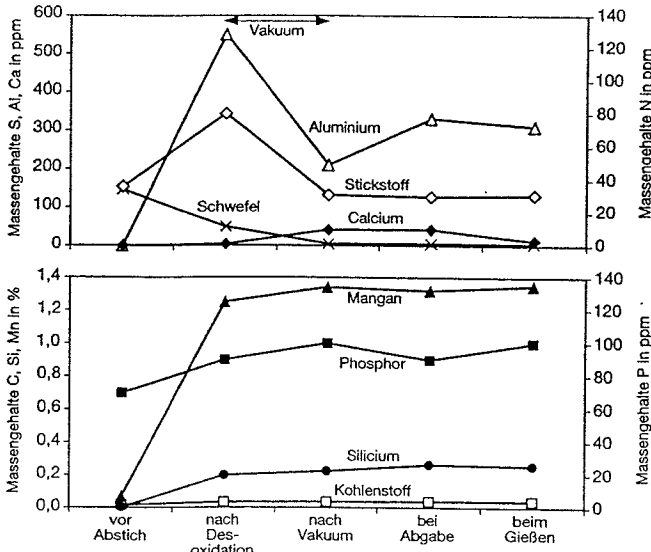


Bild 11. Typischer Behandlungsverlauf einer sauergasbeständigen Großrohrgüte R65VNb

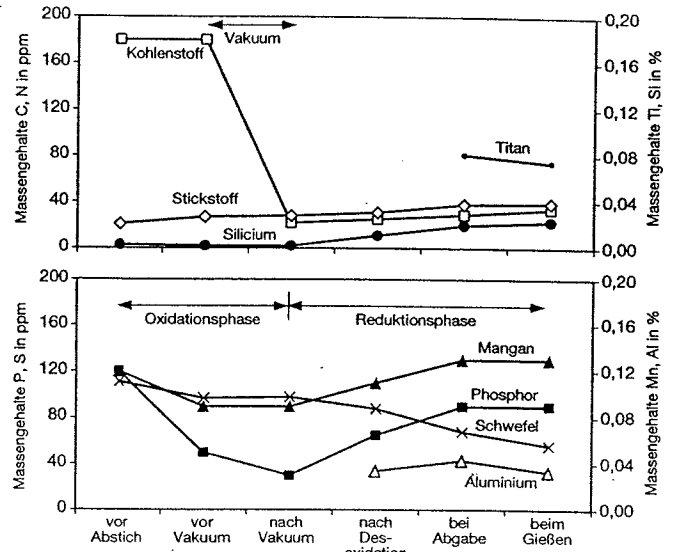


Bild 12. Typischer Behandlungsverlauf einer Feinblechgüte L28Ti

port zur Gießanlage und während des Gießens wieder leicht an.

Als letzter Verfahrensschritt wird nach der Vakuumbehandlung Ca-Draht in die Schmelze eingespult. Die Gehalte liegen bei 50 ppm, was auf eine intensive Dotierung hindeutet, die insbesondere auf die Abbindung des Restschwefels bei der Enderstarrung und die Verringerung von Mangansulfid in der Mittenseigerung hinzielt.

Feinblechgüten. Diese Stähle sind durch sehr niedrige Gehalte an Kohlenstoff und Silicium gekennzeichnet, **Bild 12.** Sie werden weit heruntergeblasen und mit 180 ppm Kohlenstoff unberuhigt abgestochen. Vor dem Einsetzen der Pfannen in die Vakuumanlage brennen unter oxidierenden Bedingungen Mangan und Phosphor weiter ab. Unter der Vakuumbehandlung reagiert der Kohlenstoff mit dem in der Schmelze gelösten Sauerstoff und sinkt auf Werte von rd. 20 ppm ab. In dieser Reduktionsphase steigen Phosphor und Mangan auf Werte von 0,010 % bzw. 0,13 % an. Der Aluminiumgehalt wird nach der Vakuumbehandlung auf rd. 0,040 % eingestellt. Diese Stähle erhalten keine Ca-Behandlung und müssen zur Verbesserung der Vergießbarkeit in der Brammenanlage mit Argon am Verteilerstopfen behandelt werden. Der Titangehalt wird in Abhängigkeit vom Stickstoffgehalt eingestellt.

Rundstahl für nahtlose Rohre. Am Beispiel eines Baustahls St 52 wird die Sekundärbehandlung für einen typischen Rundstahl gezeigt. **Bild 13.** Die Schmelze wird beim Abstich aus dem Konverter legiert und desoxidiert. Die Zugabe von Kalk und Flußspat erzeugt eine Entschwefelungsschlacke, so daß im Behandlungsstand beim Bodenspülen mit Argon der Schwefelgehalt auf < 50 ppm abgesenkt werden kann. Dort werden durch kleinere Zugaben die Gehalte an Kohlenstoff, Mangan, Silicium, Aluminium und Vanadium auf die Analysenvorschrift getrimmt. Die Gehalte an Phosphor und Stickstoff ändern sich dabei kaum und liegen bei rd. 170 bzw. 80 ppm. Am Ende der Behandlung auf dem Spülstand erhält die Schmelze eine Ca-Behandlung über Fülldraht, um mit einer Einschlußmodifikation der Tonerde zu einem niedrigschmelzenden Calciumaluminat die Vergießbarkeit zu optimieren. Dieses ist bei den

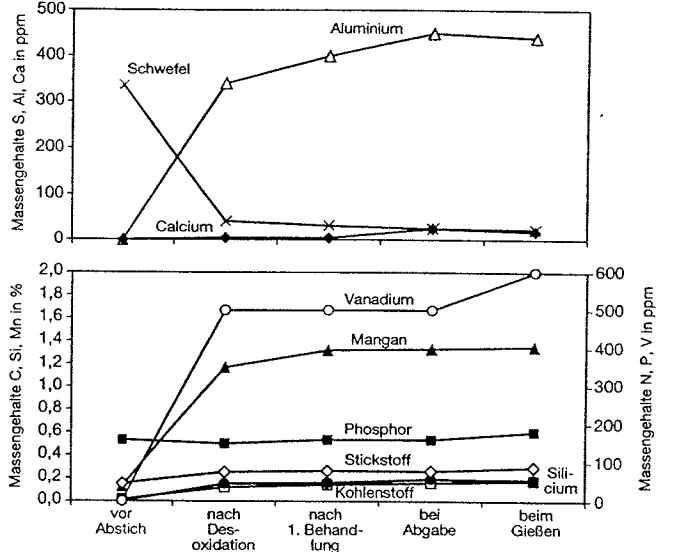


Bild 13. Typischer Behandlungsverlauf einer Rundstranggüte für nahtlose Rohre L52V

Rundstranggießanlagen wegen der engen Tauchausgüsse besonders wichtig. Für die Einhaltung der Reinheitsgradanforderungen an solche Stähle wird die Strömung im Verteiler durch Damm und Wehr für die Einschlußabscheidung günstig geführt.

Rundstahl für besondere Anforderungen an den Reinheitsgrad. Präzisionsrohre für die Papierindustrie und Hydraulik erfordern besonders gute Oberflächen und damit einen hervorragenden oxidischen Reinheitsgrad. Darüber hinaus müssen sie maschinell gut bearbeitbar sein, wofür ein geregelter Schwefelgehalt zwischen 0,015 und 0,030 % eingestellt werden muß. Dieses macht besondere Probleme bei der Calciumbehandlung.

Diese Schmelzen werden ebenso wie die vorher besprochenen Rundstranggüten im Behandlungsstand vorbereitet, **Bild 14.** Hier werden die Gehalte an Kohlenstoff, Silicium, Mangan und Vanadium sowie der Aluminiumgehalt fein eingestellt. Die Schlacke auf der Schmelze enthält wenig Kalk, so daß eine Entschwefelung unterdrückt wird.

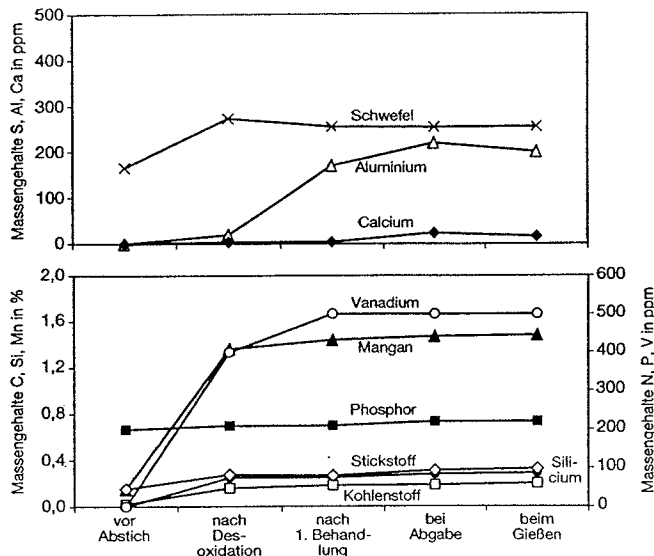


Bild 14. Typischer Behandlungsverlauf einer Rundstranggüte LG52VS für hohe Reinheitsgradanforderungen

Korrekturen des Schwefelgehaltes erfolgen beim Abstich und wenn notwendig am Behandlungsstand.

Solche Stähle werden aus Gründen der Reinheitsgradanforderungen mit besonders engen Tauchausgüssen abge-

gossen, deren Durchmesser bei nur 22 mm liegt. Die Ver gießbarkeit stellt deshalb ein besonderes Problem dar. Das Fenster der Ver gießbarkeit kann nur mit einer abgestimmten Calciumbehandlung getroffen werden, bei der eine vollständige Umwandlung der Tonerde in flüssige Calciumaluminat erreicht, gleichzeitig aber eine Sulfidbildung ausgeschlossen wird. (S 29594)

Schrifttum

- [1] Gruner, H.; Wiemer, H.-W.; Fix, W.; Wünnenberg, K.: Proc. 67th Steelmaking Conf., AIME, Chicago, 1984, S. 113/120.
- [2] Käding, G.; Wiemer, H.-E.; Fix, W.: Proceedings of The Sixth International Iron and Steel Congress, ISIJ, Nagoya, 1990, S. 619/628.
- [3] Liestmann, W. D.; Gruner, H.; Sardemann, J.; Schrewe, H. F.: Proc. 66th Steelmaking Conf., AIME, Atlanta, 1983, S. 217.
- [4] Dubendorff, J.; Sardemann, J.; Wünnenberg, K.: Stahl u. Eisen 103 (1983) Nr. 25/26, S. 1327/1332.
- [5] Gruner, H.; Wiemer, H.-E.; Fix, W.; Wünnenberg, K.: ISM, March 1985, S. 31/36. Stahl u. Eisen 104 (1984) Nr. 11, S. 527/532.
- [6] Ganzow, J.; Müller, N.; Pfeiffer, A.; Wünnenberg, K.: Stahl u. Eisen 104 (1984) Nr. 16, S. 767/773.
- [7] Wiemer, H.-E.; Pfeiffer, A.; Rieche, K.; Wünnenberg, K.: Stahl u. Eisen 115 (1995) Nr. 4, S. 103/110.
- [8] Kobusch, H.; Terjung, K.; Pfaff, W.; Koch, K.-H.: Stahl u. Eisen 86 (1966), Nr. 3, S. 137.
- [9] Gruner, H.; Wesemann, K.-F.; Wünnenberg, K.: Stahl u. Eisen 108 (1988) Nr. 2, S. 73/78.
- [10] Bernatzki, K.-P.; Fengler, D.; Kaiser, H.-P.; Lanzer, W.: Stahl u. Eisen 114 (1994) Nr. 5, S. 89/95.

Berührungslose Messung von Metallbändern

Das kompakte Dickenmeßsystem M 100 der Eberline Radiometrie GmbH, Erlangen, wird überwiegend in kleineren bis mittleren Anlagen eingesetzt. Mit dem on-line gemessenen Querprofil wird die Produktionsanlage so gesteuert bzw. geregelt, daß sich die Dicke des Bandes innerhalb enger Toleranzgrenzen bewegt. Das System besteht aus der Bedieneinheit, einer verkleideten Traversiereinrichtung mit der Meßstellensteuerung und dem Meßkopf. Die Be-

dieneinheit ist mit Folientastatur oder mit Touchscreen lieferbar. Sie läßt sich einfach in vorhandene Schaltschränke oder Pulte einbauen. Alternativ wird sie als Standfußterminal oder als Tragsystem für die Überkopf-Montage angeboten.

Die Meßwerte werden in der Bedieneinheit verarbeitet und als Profil oder als Trenddiagramm dargestellt. Weitere Seiten auf dem Monitor dienen der Dateneingabe und Systembedienung. Zur Beurteilung des Endproduktes können die Häufigkeitsverteilung der Meßwerte (Histogramm) oder

das über die Rolle gemittelte Querprofil (Rollenprofil) angezeigt werden. Die Meßstellensteuerung der M 100 ist direkt an der Meßmechanik installiert und steuert die Funktionsabläufe von Meßmechanik und Meßkopf. Die Elektronikkomponenten des servicefreundlichen Systems sind in einer Busarchitektur miteinander verbunden.

Weitere Informationen: (SK 0400-hom) Eberline Instrumente GmbH Radiometrie Frauenauracher Straße 96 D-91056 Erlangen ☎ (0 91 31) 99 83 63, Fax 99 82 30

Neue Meßempfehlung für Maschinen und Anlagen

Um technische Anlagen sicher, zuverlässig und wirtschaftlich betreiben zu können, müssen ihre Leistungsgrenzen bekannt sein. Dies aber setzt Kenntnisse über das Betriebsverhalten, die jeweiligen Prozesszustände sowie die Bauteilbeanspruchungen der maschinellen Anlagen voraus, die durch Messen gewonnen werden können.

Trotz einer Vielzahl vorhandener Literatur zur Meßtechnik fehlte es bislang an praxisorientierten Unterlagen, die unmittelbar als Anleitung und Hilfe bei betrieblichen Messungen geeignet

sind. Angesichts der zunehmenden Forderungen nach höherer Anlagenverfügbarkeit und besserer Produktqualität gewinnt das Messen im Betrieb inzwischen erheblich an Bedeutung. Im Auftrag des Vereins zur Betriebsfestigkeitsforschung (VBFeh), Düsseldorf, ist dazu jetzt eine neue Meßempfehlung erarbeitet worden. Das Buch soll die heute gegebenen Möglichkeiten der meßtechnischen Ermittlung aufzeigen und das Wissen der mit Meßaufgaben Beauftragten auf den neuesten Stand bringen. Insoweit ist es auch ein zusätzliches Kompendium zu dem 1995 in 3. Auflage im Stahlisen-Verlag, Düsseldorf, erschienenen „Leitfaden für eine

Betriebsfestigkeitsrechnung“. Die Meßempfehlung behandelt u. a. folgende Bereiche: Schwingungs-, Beanspruchungsmessungen, Planung einer Messung, Aufbau einer Meßkette, Durchführung der Messung. Es werden Beispiele für Beanspruchungs- und Schwingungsmessungen an Maschinen und Anlagen erläutert. Die Beschreibung der Eigenschaften typischer Meßaufnehmer sowie der Anforderungen an Trägerfrequenzverstärker und Bandaufzeichnungsgeräte können dem Messenden seine Aufgabe wesentlich erleichtern. Das Buch kann beim Verlag Stahlisen GmbH, Düsseldorf, bezogen werden. (SK 0441)