

Metallurgie und Umwelttechnik
SMS group GmbH

Thermische Energierückgewinnung in Stranggießanlagen und in Brammenanlagen

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 30570 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dipl.-Ing. Claus Witterstein

Juli 2015

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	30570	Referat	24/2	Fördersumme	105.632 €
----	--------------	---------	-------------	-------------	------------------

Antragstitel Thermische Energierückgewinnung in Stranggießanlagen und in Brammenanlagen

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
31 Monate	09.10.12	26.04.2015	

Zwischenberichte	4
------------------	---

Bewilligungsempfänger

SMS Siemag AG
Eduard-Schloemann-Straße 4
40237 Düsseldorf

Tel 0211 811 4246

Fax

Projektleitung

Hr. Witterstein

Bearbeiter

Kooperationspartner

Zielsetzung und Anlaß des Vorhabens

Allein in NRW werden rund 33 % des in Deutschland erzeugten Stahls produziert. 2007 betrug die Jahresproduktion 16 Mio. Tonnen nahezu vollständig als Strangguss. Je Tonne Stahl beträgt der Wärmeinhalt ca. 368 kWh/t. Bei einer Stranggussanlage mit einer Kapazität von ca. 1 Mio. t Rohstahl entweichen aus dem Erzeugnis $3,7 \times 10^5$ MWh/a Wärme an die Umwelt. Diese wird zurzeit nicht verwertet.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

In Salzgitter betreibt die Salzgitter Flachstahl GmbH unter anderem die beiden Stranggießanlagen SGA4 und SGA1. Die darauf erzeugten Brammen werden über einen gemeinsamen Rollgang transportiert. Die Brammen haben etwa eine Oberflächentemperatur von 800 bis 900 °C. Die Strahlungswärme dieser Brammen soll über geeignete Wärmetauscher genutzt werden. Dazu soll in dem Wärmetauscher Sattdampf produziert werden. Dieser Sattdampf soll in das 8 bar Werksnetz eingespeist werden und ersetzt dann andere zum Teil fossil befeuerte Wärmequellen.

Im ersten Arbeitsschritt werden die Wärmemengen in ihrem zeitlichen Verlauf erfasst. Dazu ist es notwendig, die tatsächlichen Oberflächentemperaturen der Brammen zu messen und deren Strahlungsverhalten zu erfassen. Ebenso ist aus der Leittechnik der beiden Gießanlagen der zeitliche Verlauf der produzierten Brammen sowie deren Geometrie abzuleiten.

Aus diesen Daten kann dann die technisch optimale Größe des Wärmetauschers ermittelt werden, die zum einen benötigt wird, um die Wärme möglichst optimal aus den Brammen aufzunehmen und auf der anderen Seite die Wärmemenge in das Werksnetz einzuspeisen.

Dabei sind die unterschiedlichen Betriebsfälle der beiden Stranggießanlagen und die Anforderungen an die weitere Verarbeitung der Brammen zu berücksichtigen.

Dazu ist in geeigneter Weise auf die Steuerung des Rollgangs einzuwirken.

Ergebnisse und Diskussion

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Strahlungswärme aus heißen Brammen in einem großtechnischen Maßstab zurückgewonnen und zu Sattdampf umgewandelt werden kann. Der Sattdampf wird in das Werksnetz eingespeist und erhöht damit die Stromproduktion der Energiezentrale des Stahlwerks.

Die Leistungsdaten entsprechen den vorausberechneten Werten (im Mittelwert), die Leistungsspitzen fallen jedoch weit höher als erwartet aus. Somit ergibt sich langfristig ein Potential zur Leistungssteigerung.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Anlage wird erstmalig auf der Fachmesse METEC vom 16. – 20.06.2015 in Düsseldorf vorgestellt. Es wird zur Zeit ein Produktflyer erstellt.

Fazit

Die Pilotanlage zeigt, dass die Strahlungswärme aus Brammen zur Sattdampferzeugung im technischen Maßstab genutzt werden kann und weiteres Potential zur Leistungssteigerung vorhanden ist. Der Schwerpunkt der Produktentwicklung wird zum einen auf der Kostensenkung und zum anderen auf die Applikation auf ähnliche Anwendungsgebiete liegen.

Inhaltsverzeichnis

Projektkennblatt	2
Zusammenfassung	5
Einleitung	6
Hauptteil	8
Fazit	12

Zusammenfassung

Ziel der Pilotanlage ist es zu zeigen, dass die Nutzung von Strahlungswärme von Brammen auf einem Rollgang in stahlwerksgerechter Ausführung großtechnisch möglich ist und der Brammentransport und Logistik nicht beeinflusst wird.

Die Pilotanlage erzeugt die vorausberechnete mittlere Dampfleistung in der Größenordnung von 1.000 kg pro Stunde, die Spitzenwerte sind jedoch weit größer als vorausberechnet und betragen ca. 2.000 kg pro Stunde.

Der Brammentransport wird durch die Pilotanlage zur Rückgewinnung aus heißen Brammen nicht beeinträchtigt. Der Temperaturabbau ist selbst für diejenigen Brammen, die im Heißeinsatz gefahren werden, vernachlässigbar im Vergleich zu dem Temperaturabbau durch den weiteren Transport bis zum Walzwerk.

Die Anlage kann u.a. für diesen Fall auch im Modus ohne Energierückgewinnung betrieben werden.

Weitere Maßnahmen sind eine Verbesserung der Auslastung und eine Vergleichmäßigung der übertragenen Wärme mit dem Ziel den Durchschnittswert zu erhöhen und somit mit der gleichen Anlagentechnik mehr Satttdampf zu erzeugen.

Im Weiteren müssen die Investitionskosten reduziert werden, um die Anlagentechnik wirtschaftlicher zu bauen.

Die Anlage wurde in Salzgitter zusammen mit dem Kooperationspartner Fa. Salzgitter Flachstahl GmbH gebaut.

Einleitung

Beim Gießen von Stahl in einer Stranggießanlage wird in der Kokille zunächst eine Strangschale gebildet, die im weiteren Verlauf durch Rollenkontakt sowie aufgespritztes Wasser so lange weiter abgekühlt wird, bis der Strang durcherstarrt ist. Die in diesem quasi Endlosprozess hergestellten Gießprodukte werden in der Regel mittels einer Brennschneidmaschine auf geforderte Längen abgetrennt.

Brammen sind quaderförmig gegossen mit den typischen Dimensionen 12 m Länge, 200 – 250 mm Dicke und 1 bis 2,5 m Breite. Nach dem Ablängen haben diese Brammen immer noch eine Temperatur bis max. 1100°C. Diese Brammen werden dann über Rollgänge und weitere Transporteinrichtungen z. B. Krane in ein Brammenlager gelegt, wo sie in Stapeln auf Temperaturen um ca. 100°C oder niedriger abgekühlt werden.

Die im Material gespeicherte Restwärme bleibt beim heutigen Stand der Technik ungenutzt.

Allein an den in NRW installierten Stranggießanlagen fallen ca. 42 MW verwertbarer Strahlungswärme an.

Das Vorhaben zielt auf die Entwicklung geeigneter Verfahren zur Energierückgewinnung mittels modularer Komponenten, die in einer Demonstrationsanlage in der rauen Umgebung eines Stranggießwerkes die geplanten Ergebnisse nachweisen sollen.

Nach dem heutigen Stand der Technik werden die Brammen lediglich über den Rollgang transportiert und zur weiteren Verladung/Verarbeitung zwischengelagert. Lediglich ein kleiner Anteil an heißen Brammen wird im sogenannten Heißeinsatz direkt weiterverarbeitet.

Im Ergebnis strahlen die Brammen Ihre gespeicherte Energie in die Umgebung ungenutzt ab, ggfs. ist der Rollgang mit Strahlungsschutzhauben ausgestattet, um die umliegende Anlagentechnik vor der Wärmestrahlung zu schützen.

Ziel dieser Pilotanlage war es, eine Anlagenkonfiguration zu finden, die es ermöglicht diese ungenutzte Strahlungswärme für unterschiedliche Brammengrößen nutzbar zu machen.

Als Wärmeträgermedium wurde Wasser ausgewählt, welches als Arbeitsmedium in einem Naturumlaufdampferzeuger eingesetzt wird, um damit Sattdampf zu erzeugen.

Da die Pilotanlage in einem Integrierten Hüttenwerk aufgestellt wird, in dem ein Sattdampfnetz mit 7 bar betrieben wird, wurde diese Druckstufe auch für die Pilotanlage ausgewählt.

Der erzeugte Sattdampf wird in das Werksnetz eingespeist und stützt dieses, so dass mehr Dampf für die Stromerzeugung vorhanden ist.

Im ersten Arbeitsschritt wurden die Brammen-Herstelltdaten der Gießmaschinen in Bezug auf Brammenabmessungen (Länge und Breite) statistisch ausgewertet und diejenige Größe ausgewählt, die die beste Auslastung und gleichmäßige Wärmebelastung erwarten lässt.

Die übrigen Parameter (Länge der Wärmetauscher und Abstand der Wärmetauscher zur Bramme) sind durch den bestehenden Rollgang anlagentypisch vorgegeben und wurden in die weitere Planung übernommen.

Die Leistung für ein Wärmetauscherpaket mit gesamt 12 m Länge sowie einer Breite von 2.200 mm beträgt ca. 750 kW, entsprechend einer Leistung von 1000 kg Sattdampf pro Stunde.

Die Elektro- und leittechnische Ausrüstung muss dem Standard der Bestandsanlage entsprechen. Zusätzlich sind die Anforderungen nach der Druckgeräterichtlinie zu beachten.

Hauptteil

Darstellung der Arbeitsschritte

Ausgehend von der Anlagenkonfiguration in dem existierendem Rollgang wurden die Größen der Wärmetauscher in Abhängigkeit der statischen Verteilung der produzierten Brammen festgelegt.

Um die avisierte thermische Leistung von ca. 1.000 kg pro Stunde Sattedampf (entspricht einer Leistung von ca. 750 kW) zu erzeugen, wurden auf dem Rollgang 3 Rollgangsabschnitte ausgewählt.

Die Breite der Wärmetauscher entspricht dem statistischen Mittel der produzierten Brammen. Eine unterschiedliche Temperaturverteilung der Brammen wurde nicht berücksichtigt.

Die Auslegung des Dampferzeugers erfolgte nach dem sogenannten Prinzip des Naturumlaufs. Dies bedeutet, dass der Umlauf des zu verdampfenden Wassers durch den Dichteunterschied zwischen Fallrohr und Steigrohr selbständig läuft und somit auf eine externe Pumpe (und damit externe Stromversorgung) verzichtet werden kann.

Das teilweise verdampfte Wasser, das aus einer Mischung von Dampf und Wasser besteht, wird über die sogenannten Steigrohre zur Trommel geleitet, wo dieses Wasser-Dampf-Gemisch in Wasser und Dampf getrennt wird.

Der Dampfanteil strömt über Verbindungsleitungen zu der Sattedampfübergabestelle zum Werksnetz.

Die Heizflächen werden mit dem in der Trommel abgetrenntem Wasser versorgt. Die verdampfte Wassermenge wird dem System über die Speisewasserleitung als Kaltkondensat wieder zugeführt.

Die Anlage ist mit einer Vorrichtung zur Vorwärmung mittels Sattedampf ausgestattet. Dazu wird Sattedampf aus dem Werksnetz entnommen und damit die Anlage vorgewärmt, wenn die Anlage kälter als 100 °C ist. Aus Gründen der Bilanzierung wird diese Menge ebenso gemessen wie die an das Werksnetz abgegebene Sattedampfmenge.

Eine Störung der Anlage zur Energierückgewinnung darf auf keinen Fall die Brammenproduktion bzw. den Abtransport der Brammen beeinflussen. Ebenso muss die Anlage zur Energierückgewinnung in allen Betriebsfällen auch bei einer Störung in der Rollgangsteuerung sicher betrieben werden können.

Folgende Störungen in der Anlage zur Energierückgewinnung aus heißen Brammen sind untersucht und berücksichtigt worden:

Wassermangel z.B. auf Grund von Ausfall der Kondensatversorgung und Ausfall der Spannungsversorgung der Speisepumpen oder der Regelorgane.

Folgende Betriebszustände der Rollgangsteuerung sind berücksichtigt worden:
Die Rollgangsteuerung arbeitet nicht fehlersicher, was dazu führt, dass ggfs. Brammen nicht unter dem Wärmetauscher rausgefahren werden können.

Im Fall einer Störung der Pilotanlage wird die Anlage in den Modus „Betrieb ohne Energierückgewinnung“ umgeschaltet, was dazu führt, dass die Brammen unter den Wärmetauschern nicht angehalten werden, sondern durchfahren.

Die Pilotanlage wird bei Wassermangel drucklos geschaltet und ggfs. mit Trinkwasser notversorgt.

Die Anlagenkonfiguration ist in folgenden Bildern zu sehen:



Bild 1: Anlage mit Dampftrommel, Verrohrung und Wärmetauschern



Bild 2: Blick auf den Brammenrollgang mit Bramme und Wärmetauscher

Die glühenden Brammen werden auf dem Rollgang unter den Wärmetauschern transportiert und bleiben unter dem Wärmetauscher liegen, bis die nächste heiße Bramme auf dem Rollgang antransportiert werden. Die automatisierte Rollgangssteuerung gibt die unter dem Wärmetauscher liegende Bramme frei, diese fährt zum Brammenabtransport. Die neue Bramme bleibt unter dem Wärmetauscher liegen.

Während die Brammen unter dem Wärmetauscher liegen, strahlen diese entsprechend ihrer Oberflächentemperatur zwischen 30 und 45 kW je Quadratmeter auf die Wärmetauscher. In den Wärmetauschern verdampft das Wasser teilweise. Das Wasserdampfgemisch strömt zu der Dampftrommel, der darin abgeschiedene Satteldampf wird an das Werksnetz übergeben.

Die Dampfproduktion beträgt bei voller Beladung mit 2 Brammen ca. 1.200 kg je Stunde.

Die Dampfleistung beträgt im Tages-Mittel ca 650 bis 750 kg pro Stunde, die Spitzenwerte betragen bis zu 2.000 kg pro Stunde.

Die Dampfproduktion ist auf folgendem Diagramm zu sehen:

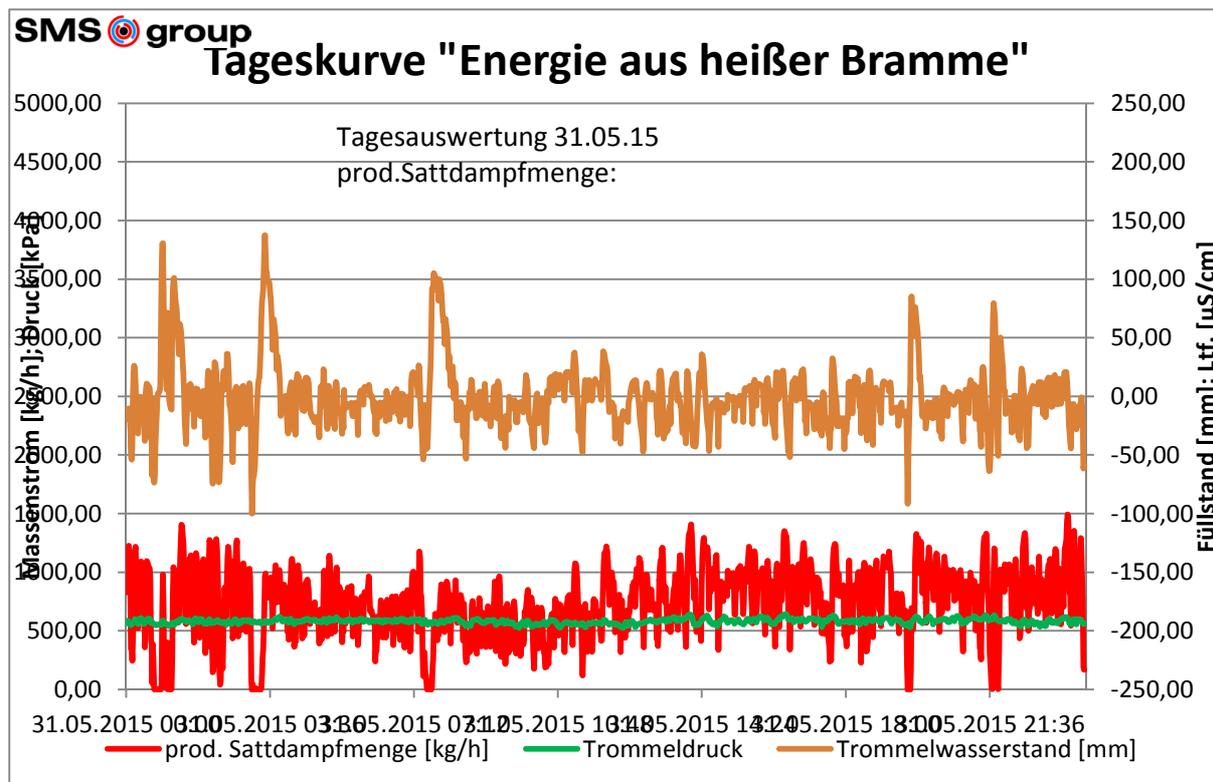


Diagramm 1: Tageskurve Dampfproduktion

Der Trommeldruck wird, nachdem die Anlage mit dem Werksnetz gekoppelt wurde, durch den Werksnetzdruck bestimmt und beträgt ca. 6 bar.

Die Dampfproduktion folgt dem Wärmeangebot aus den Brammen und schwankt mit dem Aus- und Einfahren der Brammen unter den Wärmetauschern. Die Dampfproduktion war im Tagesverlauf nur von mehreren kurzen Phasen, an denen keine Brammen transportiert wurden, unterbrochen.

Der Trommelwasserstand pegelt sich auf Normalwasserstand ein und steigt stark an, wenn nach einer Pause neue Brammen unter den Wärmetauschern transportiert werden. Dies ist auf die in diesem Moment stark einsetzende Verdampfung in den Heizflächen zurückzuführen und wurde anlagentechnisch bei der Auslegung der Komponenten berücksichtigt.

Fazit

Es konnte nachgewiesen werden, dass die Strahlungswärme aus heißen Brammen in einem großtechnischen Maßstab zurückgewonnen und zu Sattdampf umgewandelt werden kann. Der Sattdampf wird in das Werksnetz eingespeist und erhöht damit die Stromproduktion der Energiezentrale des Stahlwerks.

Die Leistungsdaten entsprechen den vorausgerechneten Werten (im Mittelwert), die Leistungsspitzen fallen jedoch weit höher als erwartet aus. Somit ergibt sich langfristig ein Potential zur Leistungssteigerung.

Die Anlage erweist sich als nicht hindernd für den eigentlichen Prozess der Brammenherstellung. Die beim Brammentransport anfallende Wärmestrahlung wird auf einfache und effiziente Weise genutzt. Die Einschränkungen für die Brammentransportlogistik sind vernachlässigbar.

Die zurückgewonnene Energie beträgt ca. 3 % der in den Brammen gespeicherten Energie.

Die Weiterentwicklung der Anlage wird in einer Vergrößerung der Wärmetauscherfläche und damit Vergrößerung der Leistung liegen.

Mit einer Leistungssteigerung werden auch die spezifischen Herstellkosten sinken. Darüber hinaus müssen die Kosten noch weiter gesenkt werden, wie z.B. durch engere Auslegung (geringere Sicherheitszuschläge), Wegfall von Komponenten, Verwendung von Normbauteilen und Wiederholungseffekten im Engineering.