

## Gicht:RASS

Verfahren zur tomographischen Gichtgastemperatur- und Geschwindigkeitsmessung in einem Hochofen

<b>Programm / Ausschreibung</b>	Bridge, Bridge_NATS, Bridge_NATS 2016	<b>Status</b>	abgeschlossen
<b>Projektstart</b>	01.11.2017	<b>Projektende</b>	31.01.2021
<b>Zeitraum</b>	2017 - 2021	<b>Projektlaufzeit</b>	39 Monate
<b>Keywords</b>	blast furnace; radio-acoustic temperature measurement; ultrasound sounding; Bragg condition; microwave temperature measurement		

### Projektbeschreibung

Zur Erzielung einer optimalen Produktqualität bei minimalem Energieeinsatz im Hochofen ist es von entscheidender Bedeutung, dass die Materialverteilung im oberen Teil des Hochofens, der Gicht, optimal gestaltet ist. Die Materialverteilung, der sogenannte Möller, soll über seinem Querschnitt einer gewünschten Verteilung folgen und sich gleichförmig und stetig nach unten in die Aufschmelzzone bewegen. Somit kann eine übermäßige Abnützung der Ofenauskleidung verhindert werden und eine optimale Ausnützung der Energie des von unten durch die Windformen eingeblasenen Gases erzielt werden. Die Hauptidee, die diesem Antrag zugrunde liegt, ist, die strömungsmechanischen Eigenschaften des von unten in den Hochofen eingeblasenen und sich dabei stetig abkühlenden Volumenstroms zumindest indirekt zu erfassen. Ein sehr guter Indikator für die strömungsmechanisch korrekte Schichtung des Koks-Eisenerzgemischs ist die geometrisch korrekte Verteilung der Gasgeschwindigkeit und der Temperatur der Gichtgase im Raum über dem Möller. Während mechanische Einrichtungen zur Verteilung des Materials im Hochofen kommerziell verfügbar sind und ein Messgerät für die dreidimensionale Verteilung des Möllers selbst von voestalpine entwickelt wurden, gibt es keinerlei Messeinrichtungen zur Vermessung der dreidimensionalen Geschwindigkeits- und dreidimensionalen Temperaturverteilung im Hochofenkopf. Diese Informationen sind aber notwendig, um die räumliche und zeitliche Verteilung der Energie des Gases zu berechnen und schlussendlich zu optimieren.

Durch gezielte Steuerung der Begichtung soll die Oberfläche des Möllers in einer optimalen Weise aufgebaut werden. Auch die Bildung unerwünschter Hohlräume in der Schichtstruktur könnte detektiert werden, da die Gase bevorzugt über diesen strömungsdynamisch geringeren Widerstand sehr rasch aufsteigen und dabei ihre Wärmeenergie nur in geringem Umfang an die Erzsichten abgeben. Diese daher überdurchschnittlich heißen oben austretenden Gasströme (so genannte „Durchbläser“) sollen gemessen werden, bzw. antragsgemäß messbar gemacht werden. Wenn man also in der Lage ist die Temperaturverteilung über dem Möller sehr gut ortsaufgelöst zu ermitteln, sollte es möglich sein diese problematischen 'hot spots' zu erkennen und durch gezielte Änderung der Beschickung deren Ausbildung bzw. Auswirkungen unter Umständen zu vermindern. Aufgrund der in diesem Bereich des Hochofens vorherrschenden Umgebungsbedingungen (Temperaturen im Fehlerfall größer 800°C, ständige Beschickung mit Eisenerz und Koks im Tonnen-pro-Minute-Bereich, Stäube, hochgiftige Rauchgase, etc.) können herkömmliche Temperaturmessverfahren zum Beispiel über Sonden, laser-optische Verfahren oder Infrarotthermometrie nicht oder nur punktweise eingesetzt werden. Das Ziel des beantragten Projekts ist es die Machbarkeit

eines nichtinvasiven, nicht-optischen Verfahrens über einen zu entwickelnden Prototyp zu demonstrieren. Als zu untersuchende Methode wird die in der Meteorologie bereits seit einiger Zeit eingesetzte Geschwindigkeits- und Temperaturprofilmessung der Atmosphäre bis in den Stratosphärenbereich basierend auf dem radio-acoustic sounding system (RASS) kombiniert mit einem sound detecting and ranging (SODAR) Konzept und dessen Übertragung in den Hochofenbereich vorgeschlagen.

Es soll nicht unerwähnt bleiben dass nicht nur eine Verbesserung der Begichtung des traditionellen Hochofenprozess von Interesse ist. Aktuelle Bestrebungen gehen in Richtung Verringerung oder möglicherweise sogar völliger Ersatz von Kohle als Reduktionsmittel durch (alternativ erzeugten) Wasserstoff. Ein Schlüssel um solche Bestrebung vorantreiben zu können ist die Bereitstellung von Messtechnik wie die hier vorgestellte, die wesentlich detailliertere Einblicke in die tatsächlichen Reduktionsvorgänge ermöglicht.

## **Abstract**

To obtain the highest product quality with minimum energy consumption of pig-iron from a blast furnace process the distribution of the material on the so-called furnace top is of utmost importance. Every few minutes (typically two), approximately 10 tons of different materials (coke, sinter, and ore) are charged into the furnace. The shape of this burden surface (called the "Möller") significantly influences the stream of the hot gas from the tuyères at the bottom of the furnace to the furnace top. The burden or load should continuously and evenly settle while the reduction process forms iron and slag, utilizing the energy from the gas stream as efficiently as possible.

Mechanical equipment to control the distribution of the material is commercially available from several companies. voestalpine has already put a major effort into developing measurement equipment to monitor the shape of the burden surface, leading to the 'blastdar' system, a massive multiple-input multiple-output imaging radar to monitor the burden surface in real-time. However, measurement equipment that delivers information regarding the full 3-dimensional distribution of the gas's velocity and 3-dimensional gas's temperature is not available. But knowledge on both is necessary to calculate the distribution of the gas's energy in the furnace top highly resolved in time. So if one were able to measure, in a spatially resolved manner, the velocity and temperature of top gases in the furnace top one could infer the distribution of the gas's energy. This in turn would enable to shape the burden surface in an optimized way to utilize energy as efficiently as possible. Due to the very harsh environmental conditions at the furnace top almost all known methods of velocity and temperature measurement are infeasible.

As already mentioned, existing top gas distribution measurement systems based on acoustic pyrometry deliver only 2D information, have a long measurement period, and deliver no velocity information. Furthermore, they are very expensive. A large number of openings (typically 10) have to be drilled into the blast furnace shell. Other indirect methods determine only the average temperature of the top gas in the gas exhausts or allow for point wise measurements with thermocouples. Thus, the ultimate goal of the research project applied for is to utilize a radio-acoustic sounding system (RASS) combined with a sound detecting and ranging system (SODAR) as it is used already for the measurement of velocity and temperature profiles of the lower to upper atmosphere and adapt and apply it to the very harsh conditions prevailing in the blast furnace top.

It is furthermore worth mentioning that not only the improvement of the traditional blast furnace charging process is of interest. Actual ideas to reduce or even substitute coke as reduction agent in blast furnaces by hydrogen will change the reduction process in the blast furnace. The proposed new measurement system will help to enable successful introduction of such technologies by giving much more detailed insight into the actual reduction process.

## **Projektkoordinator**

- Universität Linz

## **Projektpartner**

- voestalpine Stahl GmbH