

Revolutionäre Messtechnik für extreme Betriebsbedingungen

Radarmesssysteme zur Materialdetektion und Breitenmessung in Warmwalzwerken

Stahlproduzenten wünschen sich in den nächsten Jahren, ihre Messsysteme zu modernisieren bzw. durch neue zu ersetzen, bei denen aufwendige Präventionsmaßnahmen zur Arbeitssicherheit entfallen. Anstelle von radiometrischen und optischen Systemen sollen robuste radarbasierte Systeme treten, die eine berührungslose und hochpräzise Erfassung von Brammen, Bändern und Grobblech ermöglichen. In diesem Beitrag werden die gewonnenen Erfahrungen mit zwei Messsystemen in verschiedenen Warmwalzbereichen vorgestellt

ASINCO ist Pionier der radarbasierten Messtechnik im Prozessbereich [1] und verfügt über jahrelange Erfahrung in der Entwicklung, dem Bau und dem Test von Radar-Messtechnik für Anwendungen in Walzwerken. Die revolutionäre Radar-Messtechnik von ASINCO eröffnet neue und einzigartige Möglichkeiten, metallische Objekte zuverlässig zu erkennen sowie Geometrie, Form und Bewegung von Metallerzeugnissen in rauer Umgebung inline und berührungsfrei zu messen.

Das Messprinzip der ASINCO Systeme basiert auf dem Radarprinzip, d. h. der

Erfassung von weit entfernten Objekten durch Empfang von reflektierten elektromagnetischen Wellen. Da sich elektromagnetische Wellen auch bei Dunkelheit ausbreiten und Nebel oder Wolken nahezu ungehindert durchdringen können, können ASINCO-Radarsensoren die Position von Messobjekten auch dann bestimmen, wenn diese Objekte aufgrund schlechter Oberflächenbeschaffenheit, widriger Arbeitsbedingungen, schlechter Witterung oder Dunkelheit für das menschliche Auge unsichtbar sind. Die Radarsensoren der ADLER Serie sind für verschiedene Ein-

satzorte in der Stahl- und Metallbranche optimiert; sowohl die einstellbaren Parameter wie Samplerate, Filter, Frequenz und Frequenzhub, als auch spezielle FFTs, höhere Algorithmen zur Signalauswertung bzw. Signalaufbereitung, aber auch die Anpassung der quasioptischen Linsen sind die besonderen technologischen Entwicklungen und Features, die die ADLER Sensoren und Messsysteme einzigartig machen. **Bild 1** zeigt mehrere Radar-Messsysteme der ASINCO im Prüffeld, wo sie vor der Auslieferung zum Endkunden getestet werden.



Bild 1. ADLER Radar-Messsysteme im Prüffeld: komplexe Radar-Reflexschranke zur Steuerung von Schopfscheren, einfache Radar-Reflexschranke zur Materialdetektion, Radar-Breitenmesssysteme (Bild: ASINCO)

Prof. Dr.-Ing. Mohieddine Jelali, Dr.-Ing. Loui Al-Shrouf, Dr.-Ing. Dirk Zander, ASINCO GmbH, Duisburg – Kontakt: mohieddine.jelali@asinco.de

ADLER Radarsensoren

Herzstück der ASINCO Messsysteme sind die Radarsensoren vom Typ ADLER RS 120 (**Bild 2**). Diese haben eine sehr hohe Mittenfrequenz von 122,5 GHz bzw. eine entsprechende Wellenlänge von 2,5 mm. Das ermöglicht es, Brammen/Bänder auch auf größere Distanzen zielsicher und unabhängig von Störeffekten zu erfassen. Die Frequenzbandbreite (auch Frequenzhub genannt) der Radare kann je nach geforderter Messgenauigkeit bzw. Systemanforderungen heute zwischen 0,25 und 5 GHz, zukünftig sogar bis zu 20 GHz eingestellt werden. Der Frequenzhub bestimmt die Auflösung des Sensors. Das Sensorsetup (Frequenzbandbreite, Sweep-Zeit, Mittenfrequenz, Öffnungswinkel der Radarlinse) wird individuell für die jeweilige Messstelle eingestellt.

Die Sensoren arbeiten nach dem sogenannten FMCW-Prinzip (FMCW: Frequency Modulated Continuous Wave). Dabei wird die Frequenzverschiebung zwischen dem gesendeten und empfangenen Signal ausgewertet. Zu diesem Zweck wird ein zeitkontinuierliches, frequenzmoduliertes Signal übertragen, das im Verhältnis zur Signallaufzeit sehr lang ist.

Ohne zusätzliche Schutzbehausung sind die Sensoren in einem Temperaturbereich von -40 bis +85 °C einsetzbar; weitere Sensordaten sind in **Tabelle 1** angegeben. Für die jeweilige Applikation werden die Sensoren zusätzlich in ein Schutzgehäuse eingebaut, welches je nach Umgebungsbedingungen belüftet, wassergekühlt oder klimatisiert wird. Ein typisches Gehäuse zur Aufstellung der Radarsensoren ist in **Bild 3** dargestellt. Durch diese Konstruktion des Sensorgehäuses ist es möglich, das System am Einsatzort präzise einzurichten. Die vertikale Verschiebung, die Neigung in Messrichtung und die Schwenkung in Messrichtung sind einstellbar.

Aufgrund der gegebenen Freiheitsgrade zum Feinjustieren des Sensors wird die Konstruktion eines geeigneten Ständerwerks deutlich vereinfacht und wird in Absprache mit den Verantwortlichen (Wartung/Messtechnik) bei den Anlagenbetreibern konzipiert und gebaut.

Bild 3. ADLER RS 120 in einem Schutzgehäuse, hier installiert auf einem I-Träger
(Bild: ASINCO)



Bild 2. Varianten der ADLER Sensoren RS 120 (Bilder: ASINCO)

Radar-Reflexschranke für die Steuerung der Schopfschere

Die im Vorgerüst von Warmbandwerken gewalzten Vorbänder weisen Formabweichungen am Kopf und Fuß auf, sog. „Walzunge“ und „Fischschwanz“. Eine Schopfschere vor dem ersten Fertigerüst sorgt dafür, dass die Kopf- und Fußenden der Vorbandstreifen ein definiertes Profil haben und ein stabiles Ein- und Ausfädeln in folgende Walzgerüsten gewährleistet ist.

Die ASINCO Radar-Reflexschranke, ADLER Reflex CS 120, dient der Erfassung von Kopf und Fußenden von Brammen/Vorbändern und besteht im Wesentlichen aus zwei auf Ständern installierten Radarsensorsystemen und einem Dreifachreflektor (**Bild 4**). Die Sensoren und Reflektoren befinden sich außerhalb des Rollgangs; dadurch können die Brammen/Vorbänder nicht beschädigt werden.

Der Radarsensor emittiert Millimeterwellen geringer Intensität auf den Reflektor der gegenüberliegenden Seite, diese werden hier reflektiert und vom Sensor empfangen. Wird diese unsichtbare Schranke durch das Walzprodukt unterbrochen, dann detektiert der Sensor das Unterschreiten eines der drei Reflektoren-Peaks.

Durch den Einsatz von mehreren in Reihe geschalteten Radarsensor/Reflektor-Systemen kann eine genaue und redundante Kopf- und Fußerkennung realisiert werden.

Die ASINCO Radar-Reflexschranke ist eine Weltneuheit und wurde erstmalig im April 2019 „scharf“ geschaltet. Das Sensorsystem erfasst berührungslos Kopf und Fußende von Vorbändern an der Schopfschere im Warmwalzwerk der Arcelor-Mittal Bremen GmbH (**Bild 5**). Drei bis vier Millionen Tonnen Stahl werden jährlich durch die Schere basierend auf den Sensorsignalen der ADLER Reflex CS 120B geschopft. Die Radar-Reflexschranke arbeitet trotz unterschiedlicher Walzwerksumgebungen (hohe Temperaturen, starke Dampfentwicklung, unterschiedliche Lichtverhältnisse, etc.) zuverlässig und gewährleistet eine Erkennungsquote > 99,9 % und eine Fehlauflösungsquote von 0 %.



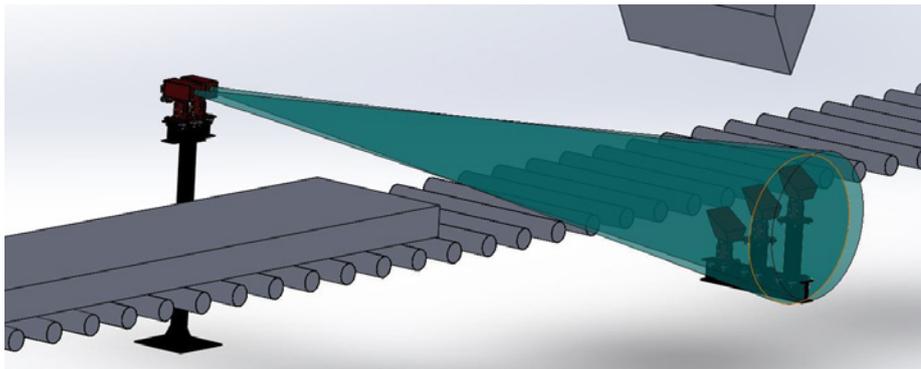


Bild 4. Prinzip und Standard-Konfiguration der ASINCO-Reflexschranke für Schopfscheren (Bild: ASINCO)

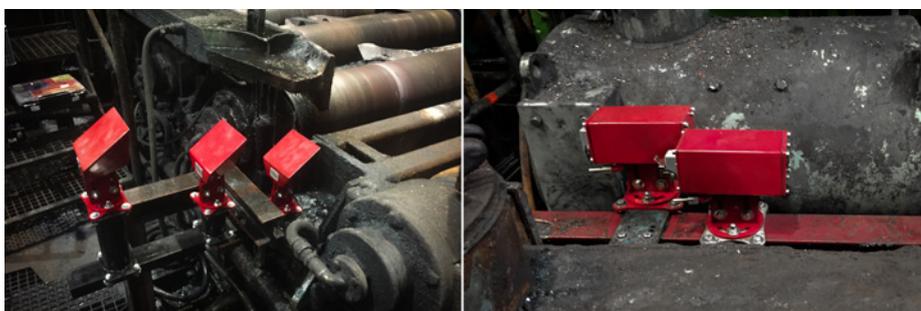


Bild 5. Installierte ASINCO Reflexschranke vor der Schopfschere bei ArcelorMittal Bremen, rechts: ASINCO-Radarsensoren, links: Dreifachreflektor (Foto: ASINCO)

Nach bestem Wissen stellt diese Anwendung die erste in der Geschichte der Prozessmesstechnik dar, dass ein so kritisches Aggregat wie die Schopfschere im Warmwalzwerk basierend auf Radar-Sensorsignalen gesteuert wird. Axel Engelmann, Support Manager und Leiter des Projektes bei ArcelorMittal Bremen kommentiert diese Weltinnovation:

„Die Radarmesstechnik fasziniert mich und das Unternehmen hat entschieden, diese neue robuste Technik in unserem Werk zu nutzen. Die Zusammenarbeit mit der ASINCO GmbH war sehr erfolgreich. Insbesondere die Philosophie der offenen Lösungen, die einfache Kalibrierung, die Wartung und der Service sind hervorzuheben.“

Radar-Breitenmessung für Vorstraßen in Warmwalzwerken

Die ASINCO Radar-Breitenmessung, ADLER WIDTH HR 120, besteht aus zwei kompakten Messeinheiten, die jeweils links und rechts vom Rollgang installiert werden. Jede Messeinheit besteht aus einem bis vier Radarsensoren (**Bild 7**), die nach einem eingetragenen Gebrauchsmuster [3] von ASINCO eingesetzt werden. Die Konfiguration und Anordnung der Radarsensoren in beiden Messeinheiten sichern die Erfassung des Zielobjektes (Bramme, Vorband, Grobblech, etc.) mit einer Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit im Sub-mm-Bereich, selbst unter widrigsten Einsatzbedingungen (Dämpfe, Staub/Emulsion in der Atmosphäre, hohe Temperaturen) und Störungen (Bandschwingungen und/oder Randwelligkeiten).

Eine aktuelle Installation der ASINCO Radar-Breitenmessung in Auftrag der Primateals Technologies GmbH erfolgte in der zweiten Jahreshälfte von 2020 vor dem Staucher in einem Warmwalzwerk. Auch dieser Radar-Messsystem-Einsatz ist eine Weltneuheit im Walzwerksbereich, da zum ersten Mal eine radarbasierte Breitenmessung eine hochzyklische Breitenregelung (engl.: feedforward and feedback width control) in einem Staucher eines Warmwalzwerkes mit Online-Messwerten versorgt hat.

Die Kalibrierung der ASINCO Radar-Breitenmessung wird bei unterschiedlichen Referenzabständen bzw. Referenzbreiten von Prüfkörpern vorgenommen. Diese werden an Stelle des Materials an dem Messort eingesetzt; anschließend wird der Kalibriervorgang durchgeführt. Die daraus ermittelten Kalibrier-

Radar-Messsysteme für die Metallindustrie

Die ASINCO GmbH in Duisburg hat sich auf die Entwicklung und Lieferung von Radar-Messsystemen für den industriellen Einsatz in der Stahl- und Nichteisenmetallindustrie spezialisiert. Das junge Unternehmen, das 2012 von Prof. Jelali gegründet wurde, beschäftigt heute etwa 25 Mitarbeiter und bietet hochinnovative Sensor- und Messsysteme. ASINCO entwickelt individuelle Radar-Sensor- und -Messsysteme für fast beliebige Kundenanwendungen [2]. Dies reicht vom Design und der Entwicklung der Frontend/Backend-Platinen und Embedded Software auf Mikrocontroller, über das Linsendesign und die Linsenqualifizierung, bis hin zur Entwicklung von Schutzgehäusen für den Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen. ASINCO verfügt über mehrere Referenzen für Radar-Messtechnik in Warmwalzwerken und kann auch zugeschnittene Radar-Lösungen für andere Einsatzbereiche wie Hochöfen und Stranggießanlagen liefern.

ASINCO

faktoren werden in der Messsoftware gespeichert. Die Bedienung und Visualisierung der Messdaten und der Kalibrierung geschieht über die zugehörige HMI-Maske.

Weitere Radar-Messsysteme der ASINCO

ASINCO hat weitere Radar-Messsysteme für unterschiedliche Anwendungen im Walzwerk, aber auch in Stranggießanlagen im Angebot bzw. in der Entwicklung [2].

„Unsere revolutionäre Radar-Mess-technik hat aufgrund ihrer Robustheit und Langlebigkeit das Potential, optische, radiometrische und sonstige Systeme abzulösen.“, sagt Dr.-Ing. Loui Al-Shrouf, Leiter Radar-Messtechnik bei der ASINCO GmbH. „Die neuen Radar-Messsysteme von ASINCO

- sind sehr smart und kompakt,
- arbeiten berührungslos und außerhalb des Rollganges,
- arbeiten sehr zuverlässig in rauen Walzwerksumgebungen (hohe Temperaturen, Staub, starke Dampfentwicklung, unterschiedliche Lichtverhältnisse, etc.) (im Gegensatz zu komplexen optischen Systemen),
- nutzen elektromagnetische Millimeterwellen niedriger Leistungen und sind ungefährlich (vorteilhaft im Vergleich zu radiometrischen Reflexschranken),
- erfordern keine ständige und aufwendige Reinigung der Sensoren/Reflektoren (im Gegensatz zu Photozellen und Kameras),
- weisen sehr niedrige Betriebskosten (TCO) auf (im Gegensatz zu Photozellen, die dauerhaft unter Luftdruck sein müssen, um sie sauber zu halten),
- erfordern keine Präventionsmaßnahmen zur Arbeitssicherheit (im Gegensatz zur Lasertechnik oder Radiometrie).“

so Dr. Loui Al-Shrouf, Leiter der Abteilung „Applikationsentwicklung Radar-messtechnik“ bei ASINCO.

Literatur

- [1] Jelali, M.; Zander D.; Nüßler, D.: Inline-Messung mit Radartechnik – eine Revolution in der Prozessautomation?, stahl und eisen 136, Nr. 1, 2016, S. 60/68
- [2] www.radarmesstechnik.de
- [3] Al-Shrouf, L.; Zander, D.: Einrichtung zum Messen der Breite eines durch Bandwalzen erzeugten Metallbandes, Eingetragenes Gebrauchsmuster Nr. 20 2016 008 273, ASINCO GmbH, Duisburg, Juni 2017

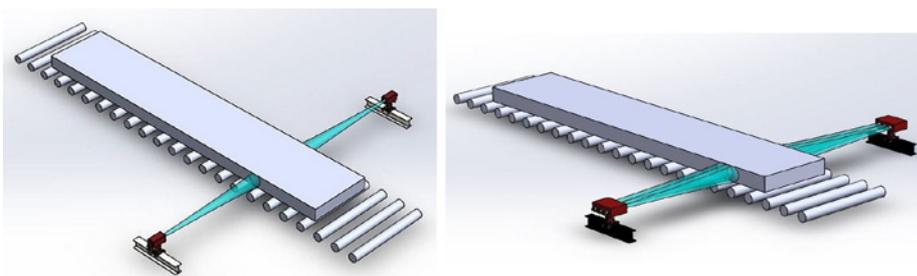


Bild 6. Radar-Breitenmessung mit 2 Radarsensoren (links) bzw. 6 Radarsensoren (rechts) (Bilder: ASINCO)

Tabelle 1. Technische Daten und Leistungsmerkmale der Radarsensoren ADLER RS 120

Mittenfrequenz	122,5 GHz (Wellenlänge 25 mm)
Azimut 3 dB Strahlbreite	typisch/wählbar 6°/12°
Elevation 3dB Strahlbreite	typisch/wählbar 6°/12°
Wiederholgenauigkeit	bis < 1 mm
Messrate	≥ 250 Hz
Abstand Sensor - Messobjekt	0,25 - 50 m (Spezialanwendungen auch größer)
Schutzart	IP69K
Temperaturbereich Sensor	- 40 bis +85 °C
Temperaturbereich Schutzgehäuse	≤ 400 °C
Schnittstellen	I/O-Link

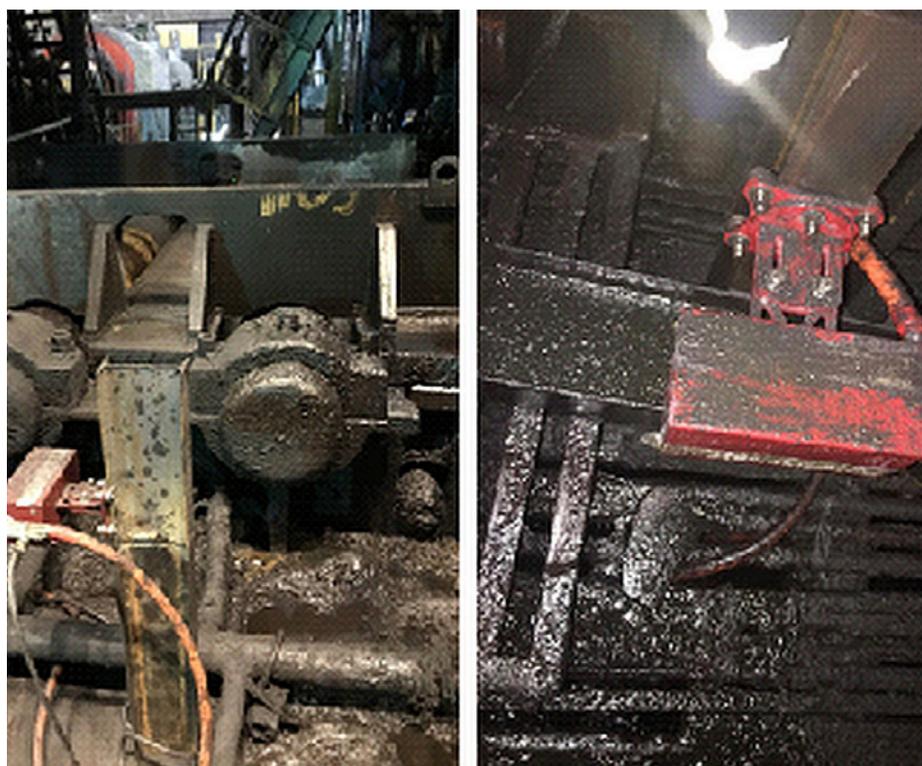


Bild 7. Installierte Radar-Breitenmessung vor dem Staucher im Warmwalzwerk (Fotos: ASINCO)