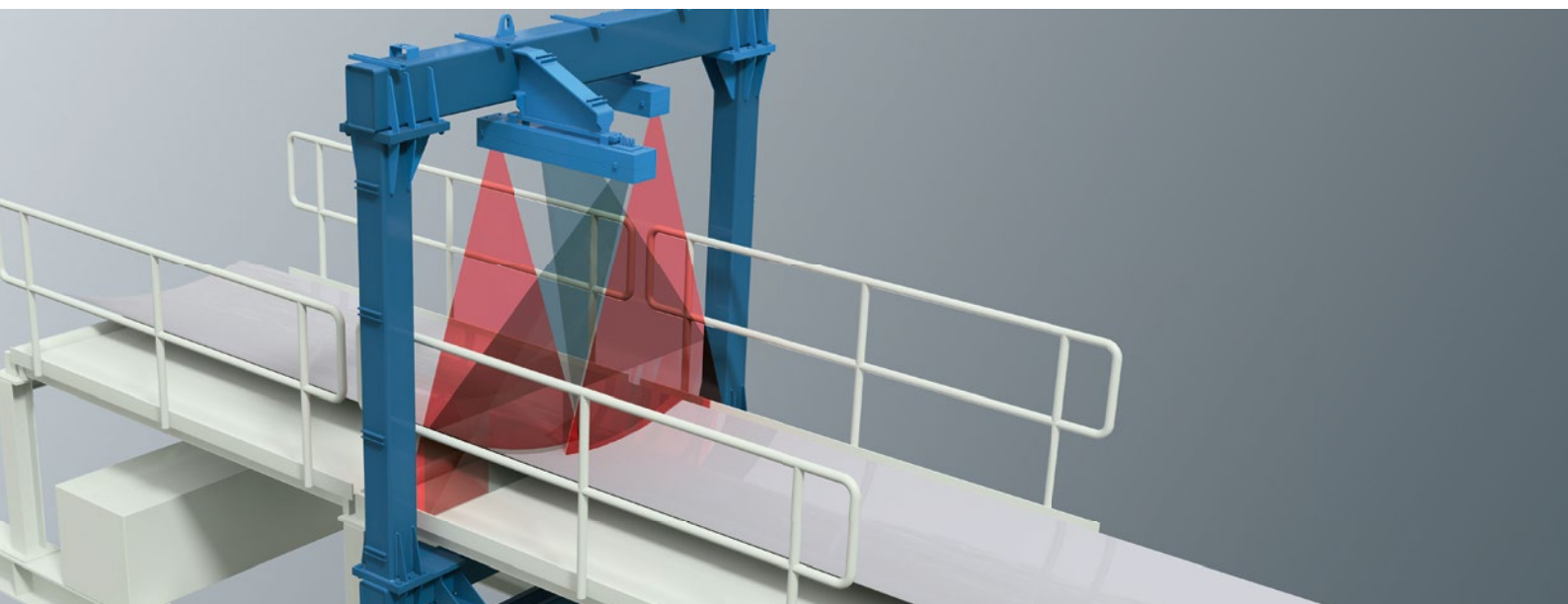


alpha.cb



Laseroptische Querbogenmessung

Reprint aus STAHL + TECHNIK 4.2019

Salzgitter optimiert Beize mit Lasermessung

Querbogen-Messsystem optimiert den Richtprozess

In der Kontibeize 2 der Salzgitter Flachstahl GmbH messen Lasermesssysteme den Querbogen des Bandes sowohl am Einlauf als auch am Auslauf des Beizteils. Die Messergebnisse werden dazu genutzt, den Richtprozess des vor dem Beizteil angeordneten Streckbiegerichters zu optimieren. Dadurch wird eine bestmögliche Planlage sowohl für die Kontibeize 2 als auch für die nachgelagerten Prozesse erreicht.

In der Kontibeize 2 der Salzgitter Flachstahl GmbH wird das Band vor dem Beizen in einem Streckbiegerichter gerichtet und vorentzundert. Bei diesem Vorgang soll auch der Querbogen des Bandes minimiert werden, um möglichst ebene Bänder an die nachfolgenden Prozesse zu liefern. Die Beize behandelt Bänder mit Breiten zwischen 800 und 1.920 mm und einer Dicke von 1,5 bis 6 mm; die Geschwindigkeit am Einlauf des Beizteils beträgt bis zu 265 m/min, die am Aufwickelhaspel im Auslauf bis zu 500 m/min.

Die Einstellung des Streckbiegerichters erfolgt anhand einer Sollwerttabelle. In ihr sind die Vorgaben für die Eintauchtiefen der Richtrollen in Abhängigkeit von den mecha-

nischen Kenngrößen und den Abmessungen des Bandes hinterlegt. Basis dieser Tabelle bildeten Werte, die im Rahmen von Versuchsprogrammen für unterschiedliche Bandsorten empirisch ermittelt wurden. Die Bewertung konnte dabei aber stets nur durch Abschätzung des vorhandenen Querbogens erfolgen. Dadurch berücksichtigte diese Tabelle ausschließlich die bei diesen „Momentaufnahmen“ gewonnenen Ergebnisse. Sonderfälle, zum Beispiel aufgrund abweichender technologischer Werte, wurden weder erkannt, noch konnte auf diese reagiert werden.

Außerdem mussten die Werte aufwendig eingepflegt werden und die Einstellung

des Streckbiegerichters konnte nur mit erheblichem Zeitversatz optimiert werden.

Um bei unterschiedlichen technologischen Werten der Bänder eine Planlage zu erzielen, die hohen Ansprüchen genügt, suchte das Team nach einer Lösung, die alle für den Richtprozess relevanten Parameter – auch für neue, höherfeste Stahlsorten – reproduzierbar berücksichtigt und so zu einer zuverlässigen Sollwerttabelle führt.

Informationen für das Richten und nachfolgende Prozesse

Ziel war es deshalb, den Querbogen aller Bänder am Einlauf der Beize kontinuierlich zu messen, die Messergebnisse für die Optimierung der vorhandenen Sollwerttabelle zu verwenden und sie in einem weiteren Schritt für die automatische Regelung der Eintauchtiefen zu nutzen.

Außerdem sollte der Querbogen der Bänder mit einem zweiten Messsystem am Auslauf der Beize gemessen werden, um zum einen die Produktqualität zu dokumentieren und zum anderen die Messwerte an nachfolgende Prozesse zu übermitteln – zum Beispiel an das Tandemgerüst, um die Bedienmannschaft zu informieren, dass einzelne Bänder schwierig einzufädeln sind.

Wegen der hohen Messgenauigkeit und der einfachen Integrierbarkeit lag es nahe, optische Systeme zu installieren. Für das System am Einlauf der Beize ergab sich aufgrund der örtlichen Gegebenheiten als einziger möglicher Einbauort nur der Bereich zwischen einer Umlenkrolle hinter dem Streckbiegerichter und dem Einlauf des Beizteils. An dieser Stelle läuft das



Das System am Einlauf der Kontibeize ist zwischen dem S-Rollensatz und dem Prozessteil installiert (Foto: Salzgitter Flachstahl)

Christian Belde, Betriebsingenieur Kontibeize 2, Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter; Dr. Patrick Overath, Senior Software Application Engineer, Nokra GmbH, Baesweiler

Band in etwa 9 m Höhe über Hüttenflur. Aus Gründen der Arbeitssicherheit sollte die Messanlage kompakt sein, um Mitarbeitern bei Wartungsarbeiten ein möglichst sicheres Umfeld zu bieten. Hinzu kam, dass der Bauraum nach oben durch den Hallenkran begrenzt ist.

Weiterhin musste die Messanlage schnell demontierbar sein, um die darunterliegende Revisionsöffnung des Einlaufspeichers bei Wartungs- und Reparaturarbeiten nicht zu versperren.

Laserlichtschnittverfahren als Lösung

Auf der Suche nach einem geeigneten Lieferanten stieß das Projektteam auf Nokra. Die Spezialisten aus Baesweiler bei Aachen schlugen für beide Messorte Laserlichtschnittsysteme mit jeweils zwei Kameras vor.

Der von Nokra vorgeschlagene Messrahmen hat auf der einen Seite eine so niedrige Bauhöhe über dem Band, dass es den Krantransport nicht behindert, auf der anderen Seite sind die optischen Komponenten so weit von der Bandoberfläche entfernt, dass kein Risiko einer mechanischen Beschädigung besteht. Sende- und Empfangsoptik sind etwa 1.900 mm über der Passline angebracht. So entspricht das System deutlich besser den Anforderungen als Anlagen mit einer einzigen, weit entfernten Kamera oder solchen mit mehreren, die sehr nah an der Bandoberfläche hätten montiert werden müssen.

Das System erfasst einen Messbereich von 500 mm Höhe über der Passline. Die Messunsicherheit der Höhenmessung liegt bei $\pm 0,3$ mm. Mit rd. 3.200 Pixel über die Breite der bis zu 1.920 mm breiten Bänder beträgt die Auflösung des Systems quer zur Bewegungsrichtung von 0,6 mm.

Doch im Auswahlprozess spielten auch andere Aspekte eine wichtige Rolle: Die einfache Integration in das vorhandene Umfeld, das Projektmanagement und natürlich die Kosten.

Bei der Medienversorgung hat das System von Nokra im Vergleich mit anderen Anbietern deutliche Vorteile, denn es benötigt weder Druckluft noch eine Wasserkühlung, was sowohl bei den Investitions- als auch bei den Betriebskosten einen deutlich spürbaren Kostenvorteil mit sich bringt. Ein gekapseltes Gehäuse schützt die Optik vor Staub, Spritzwasser und Wärmeeinwirkung.



Das System am Auslauf der Kontibeize (Foto: Salzgitter Flachstahl)

Schmalbandige Filter in der Empfangsoptik schirmen Fremdlicht ab.

Bei der elektrischen Integration zeigte Nokra schon in der Angebotsphase Flexibilität. Das Projektteam hatte die Absicht, Infrastrukturelemente wie Schaltkästen entsprechend den im Werk üblichen Standards selbst beizustellen. Da Nokra schon in der Angebotsphase die detaillierte Beschreibung der Schnittstellen geliefert hat, war der Leistungsumfang jedes Projektpartners zu einem sehr frühen Zeitpunkt klar definiert. Unter anderem wegen der einfachen mechanischen und elektrischen Integrierbarkeit, der hohen Kompetenz von Nokra mit optischen Systemen in der Hüttenindustrie und der damit einhergehenden geringen Projektkosten fiel die Entscheidung schließlich zugunsten von Nokra.

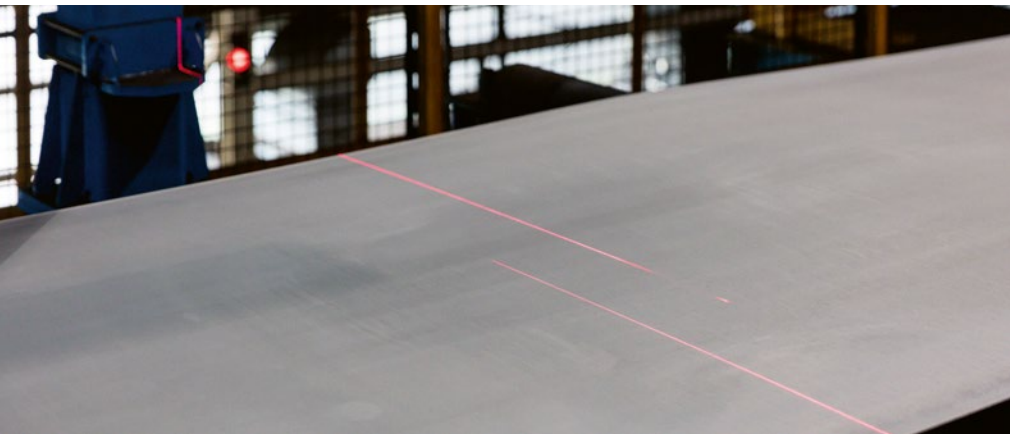
Nach der erfolgreichen Werkstattvorabnahme bei Nokra in Baesweiler hat das Unternehmen die Systeme zum vereinbarten Zeitpunkt geliefert. Die Montage des Messrahmens nahm lediglich zwei Schichten während eines geplanten Stillstandes der Beize in Anspruch, denn im Wesentlichen waren lediglich der Messrahmen auf vorbereitete Fundamente aufzusetzen und Kabel anzuschließen.

Da die Schnittstellen lange Zeit vor dem Liefertermin im Detail abgestimmt waren, hatte das Projektteam bei Salzgitter bereits vor der Lieferung der Messanlage die Einbindung in die Prozesssteuerung programmiert und sowohl die gesamte Elektrotechnik als auch die Schnittstellen im Vorfeld umfassend getestet. So ging das Messsystem

Die Technik im Detail

Beim Lichtschnittverfahren projiziert ein lotrecht montierter Laser eine Laserlinie auf das Band. Eine in der Sensoreinheit enthaltene, unter einem Winkel angeordnete Kamera „sieht“ diese Linie. Ist kein Querbogen vorhanden, erkennt die Kamera eine gerade Linie. Ist die Oberfläche gekrümmt, sieht sie stattdessen eine Kurve, aus der die Höhenlage jedes Oberflächenelementes errechnet wird.

An der Kontibeize 2 sind wegen der Breite des Bandes von bis zu 1.920 mm zwei Laserkamerasysteme angeordnet, die jeweils etwa die Hälfte der Breite abdecken. So wird die geforderte Auflösung quer zur Walzrichtung erzielt. Die Linien sind in Bandlaufrichtung leicht versetzt, um ein Übersprechen zwischen beiden Kameras zu vermeiden. Die Systemsoftware korrigiert den Versatz der Linien in Walzrichtung rechnerisch.



Die Laserlinien sind in Bandlaufrichtung leicht versetzt, um Übersprechen zwischen beiden Kanälen zu vermeiden (Foto: Salzgitter Flachstahl)

unmittelbar nach dem Ende der Montage in Betrieb.

Da Nokra die Laserquelle und die Kamera in einem gemeinsamen Gehäuse fest miteinander verbindet, brauchte die werkseitige Kalibrierung bei der Inbetriebnahme lediglich mit einem Messlineal überprüft zu werden.

Erste Betriebserfahrungen

Das System am Einlauf misst den Querbogen kurz hinter dem Streckbiegerichter. Es erfasst jedes einzelne Band über seine gesamte Länge; die Messergebnisse werden angezeigt und gespeichert. Diese Daten bilden die Grundlage der Optimierung der Tabelle der Eintauchtiefen im Streckrichter.

Die Anlage am Auslauf dokumentiert den Querbogen des gebeizten Bandes. Sie ist

erforderlich, weil das Band zwischen dem Beizbecken und der Aufhaspel noch zahlreiche Umlenkungen und Verformungen erfährt, die das ursprüngliche Richtergebnis verändern und einen Einfluss auf die Ebenheit haben können.

Diese vollständige Dokumentation ist insbesondere für Bänder wichtig, die nach dem Beizen direkt an externe Endkunden ausgeliefert werden. Mithilfe der Daten können aber auch interne Kunden wie die Tandemstraße über Bänder mit ausgeprägtem Querbogen informiert werden.

Außerdem erlaubt dieses zweite System die weitere Verfeinerung der Tabelle der Eintauchtiefen, denn es können nicht nur die Werte vom Einlauf der Beize einfließen, sondern auch die vom Auslauf.

Die Messwerte werden dem Anlagenpersonal im Steuerstand angezeigt. Au-

ßerdem werden sie per Telegramm an das vorhandene Level-2-System gesendet und in das firmenweite Level-3-Qualitätssystem weitergeleitet. Die Fernwartung ermöglicht es den Ingenieuren von Nokra, von Baesweiler aus in das System einzugreifen.

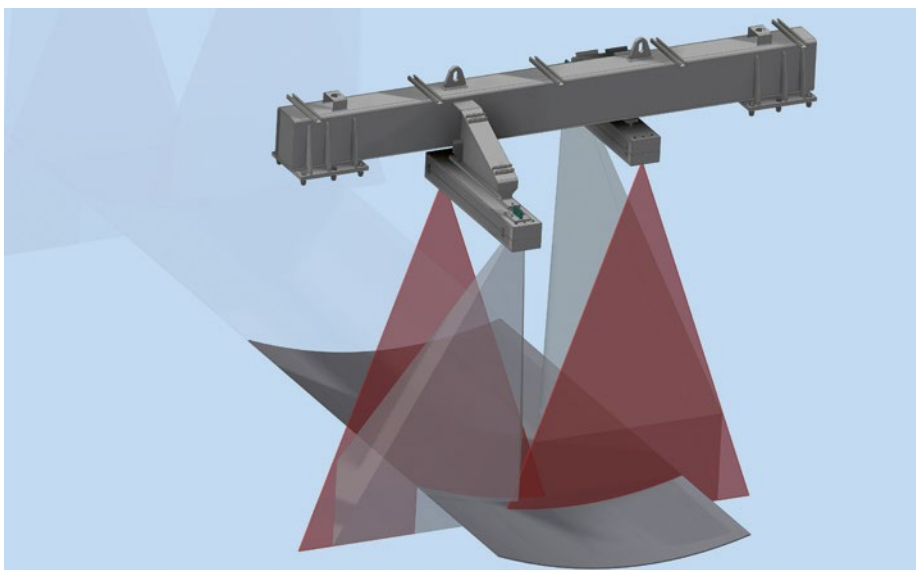
Das Ziel, den Richtprozess zu optimieren, wurde erreicht: In die Tabelle der Eintauchtiefen gehen jetzt nicht nur Stichproben ein, sondern Daten aller Bänder. Da das neue System die Ergänzung der Tauchtiefentabelle außerdem erheblich vereinfacht und beschleunigt, kann diese jetzt sehr zeitnah aktualisiert werden. So kann sie schnell auch an das Verhalten neuer Stahlsorten angepasst werden. Das Ergebnis ist ebenes Band für die nachfolgenden Anlagen wie die Tandemstraße, die Verzinkungslinien oder die organische Bandbeschichtung.

Das System läuft seit dem Abschluss der Inbetriebnahmephase stabil, es gab bisher keine ungeplanten Ausfälle, es arbeitet auch ohne Druckluft und Wasserkühlung zuverlässig. Der in sich gekapselte und mit einem Schutzgehäuse versehene Messbalken hat sich unter den Umgebungsbedingungen an der Beize bewährt. Die einzige Wartungstätigkeit, die erforderlich ist, ist die gelegentliche Reinigung der Glasscheiben.

Ganz wesentlich zum Erfolg hat beigetragen, dass Nokra schon in der Angebotsphase sehr detaillierte Informationen zum Interfacing geliefert und bei der Integration in das bestehende Umfeld hohe Flexibilität bewiesen hat. Ein weiterer wichtiger Aspekt war die umfassende Erfahrung der Mitarbeiter von Nokra bei der Integration optischer Messsysteme in Hüttenwerksumgebungen. So war der Aufwand der Projektgruppe für Planung und Inbetriebnahme gering.

Für die Zukunft plant das Projektteam, die Messergebnisse des Systems am Einlauf der Beize für die Inlineregulierung des Streckbiegerichters zu verwenden und auf die Tabelle der Eintauchtiefen zu verzichten.

Ebenso ist es denkbar, die Ergebnisse der Querbogenmessung auch in die Optimierung der vorgelagerten Prozesse – zum Beispiel beim Warmwalzen – einfließen zu lassen und etwa zu analysieren, welche Abkühl- oder Wickelprozesse das Entstehen von Querbögen begünstigen. Ein erster Schritt in diese Richtung ist, die Topographie vom Einlauf der Beize mit den Heat Maps der Warmbreitbandstraße zu überlagern, um zum Beispiel den Einfluss der Abkühlkurven auf das Entstehen des Querbogens zu analysieren.



Beim Lichtschnitt-Verfahren projiziert ein lotrecht montierter Laser eine Laserlinie auf das Band. Eine in der Sensoreinheit enthaltene, unter einem Winkel angeordnete Kamera „sieht“ diese Linie (Grafik: Nokra)