

# Neue Aspekte bei der Qualitätsüberwachung von Aluminiumhalbzeugen

F. Gaczensky, M.-M. Radomski, C. Rink, K. Christofori; Nachterstedt, Langebrück

Die Qualitätsanforderungen an die Halbzeugfertigung haben in den letzten Jahren stetig zugenommen. Hochwertige Produkte und Einsparungspotenziale bestimmen die Wettbewerbsfähigkeit der Halbzeugfertiger. Hohe Maßstäbe in Schnelligkeit, Präzision und Leistung stehen für den Namen Novelis. Als Tochterunternehmen der Hindalco Industries Limited ist Novelis weltweit führend im Bereich der Aluminium-Walzproduktserzeugnisse und im Getränkedosen-Recycling. Der technologische Fertigungsablauf im Werk Novelis Nachterstedt war Thema einer Analyse, die sich mit verschiedenen Messverfahren zur Qualitätserfassung beschäftigte. Hier wurden unter neuen Gesichtspunkten Testmessungen, Variantenvergleiche und die Bewertung existierender Messmittel durchgeführt, die im nachfolgenden Artikel vorgestellt werden. Geschwindigkeit, Banddicke und Bandkantenqualität sind einige der wichtigsten Messgrößen, die in Schwerpunktanlagen wie Kaltwalzwerken, Bandbehandlungsanlagen und Adjustagelinien technologisch unter einem besonderen Fokus stehen.



Fotos + Grafiken: Novelis

Abb. 1: Gesamtansicht des Werkes Novelis Nachterstedt

Fig. 1: Overall view of the Novelis plant in Nachterstedt

## New aspects for monitoring the quality of aluminium semis

F. Gaczensky, M.-M. Radomski, C. Rink, K. Christofori; Nachterstedt, Langebrück

In recent years the quality required from aluminium semi-fabricated products has risen continually. The competitiveness of a manufacturer of aluminium semis is significantly influenced by the quality of its products and the savings potential offered to customers

through the use of those products. The name Novelis reflects high standards in speed, precision and efficiency. As a subsidiary of Hindalco Industries Ltd, Novelis is the world leader in the manufacture of rolled aluminium products and the recycling of aluminium bever-

## Novelis – largest supplier of rolled aluminium products

With approximately 12,300 employees and operations in eleven countries worldwide, Novelis is the largest global supplier of rolled aluminium products. The company produces premium aluminium sheet and foil for a wide range of applications, including automotive, transportation, packaging, construction, industrial and printing markets throughout North and South America, Europe and Asia.

The Nachterstedt plant [Fig. 1] is one of six Novelis production sites in Germany, including the joint venture at Alunorf, and is one of the most modern plants in the Novelis group. Within Novelis Europe the Nachterstedt plant belongs to the Advanced Rolled Products manufacturing sector and offers a wide range of premium aluminium products. Since the founding of the plant in 1968 and particularly during the past

13 years major investments have been made at the Saxony-Anhalt plant. The most recent investments have included two strip-treatment lines (which combine levelling, annealing, degreasing, pretreatment, lacquering and coating in one line) and four laser cutting machines [Fig. 2].

Production begins with the delivery of hot and cold rolled material from the Novelis plant at Sierre (Switzerland) and

age cans. This article presents an analysis that was made of the various quality measurement techniques used during the production process at the Novelis plant in Nachterstedt. In this analysis, the current measurement techniques were evaluated and compared as described in the present article. Speed, strip thickness and strip edge quality were several of the most critical parameters examined at key production stages such as cold-rolling, continuous treatment and finishing.

Every individual production step has strict quality requirements, and therefore needs a high degree of precision in the measurement techniques used. To facilitate improvements, a baseline analysis of existing measurement →

Höhere Qualitätsanforderungen bedingen eine exaktere Ausrichtung der Technologie in den einzelnen Produktionsabläufen und setzen damit neue Ansprüche an die Messtechnik. Um Verbesserungen in die Wege zu leiten, wurde eine Istanalysen der vorhandenen Messabläufe durchgeführt. Ausgangspunkt bildete eine Studie aus dem Jahre 2007, welche die verschiedensten Einsatzmöglichkeiten berührungsloser Messverfahren untersuchte [2].

Im Bereich der Glüh- und Lackieranlagen wurden unter anderem die Reckprozesse genauer untersucht. Hierbei bestand die Aufgabe, den Reckgrad genauer zu bestimmen, den Schlupf zu detektieren und dann den Prozess zu optimieren. Im Bereich der Adjustagelinien galt es, Qualitätsabweichungen wie zum Beispiel

Laufspuren durch Drehimpulsmessräder zu minimieren und die Bandgeschwindigkeit direkt zu messen. Im Bereich der Querteilanlagen sollen die in der Norm geforderten Toleranzwerte weiter reduziert werden.

Folgende Qualitätspunkte standen bei den Ingenieuren auf der Aktionsliste zur Verbesserung:

- Längen- und Breitenfertigung
- Sichelformeffekte
- Randwelligkeiten
- Diagonalitäten.

Zur Ausprägung einer Sichelform während des Blechzuschnittes kann es durch konkav gefertigtes Vormaterial oder im Laufe des Weiterverarbeitungsprozesses kommen. Durch die inkorrekte Druckverteilung und die daraus resultierende Konusform des Materials, wölbt sich dieses zu einer sogenannten „Sichelform“ [Abb. 5]. Eine Sichelform ist definiert durch die Geradheit eines Bleches mit der Länge L. Im Prozess des Warm- und Kaltwalzens kann es zu einer einseitigen Druckverteilung auf dem Halbzeug kommen. Hierbei bildet sich dann ein keilförmiges Material aus, wie in Abb. 5 zu sehen ist. Durch gezielte Druckverteilung während des Richtprozesses kann dieser Fehler ausgeglichen werden [2]. Die Sichelformausprägung wurde über den Weg der Dickenabweichung detektiert. Es wurden berührungslose Messverfahren unterschiedlicher physikalischer Wirkprinzipien untersucht und auf ihre Einsatztauglichkeit an einer Querteilanlage geprüft. Hierbei reagiert jedes dieser physikalischen →



Abb. 2: Laserschnittzentrum

Fig. 2: Laser-cutting centre

the joint venture at Norf [Fig. 3]. These coils are then cold-rolled at Nachterstedt. The plant supplies a number of different rolled surface structures: the standard product is of mill-finish quality; EDT (Electro Discharge Textured) products are supplied to the automotive industry; various surface roughness characteristics are produced; and a stainless steel-effect finish is also available. Most of the material is

further processed through the continuous treatment lines and finishing lines (slitter, cut-to-length), with some also being cut to shape at the laser-cutting centre. A large proportion is annealed, degreased, pretreated, lacquered and finished in the strip-treatment lines. The strip-treatment unit, also known as the continuous annealing and coating line (GLA) [Fig. 4], can apply a special anodising process also known as the TAF

(Thin Anodised Film) process. This not only provides a more corrosion-resistant surface due to the aluminium oxide produced, but can also apply a very thin filament layer with an enlarged surface area, which gives higher strength in the case of adhesively-bonded aluminium surfaces. Each of these production steps provides aluminium products either for further in-house processing or as high-quality material ready for dispatch.

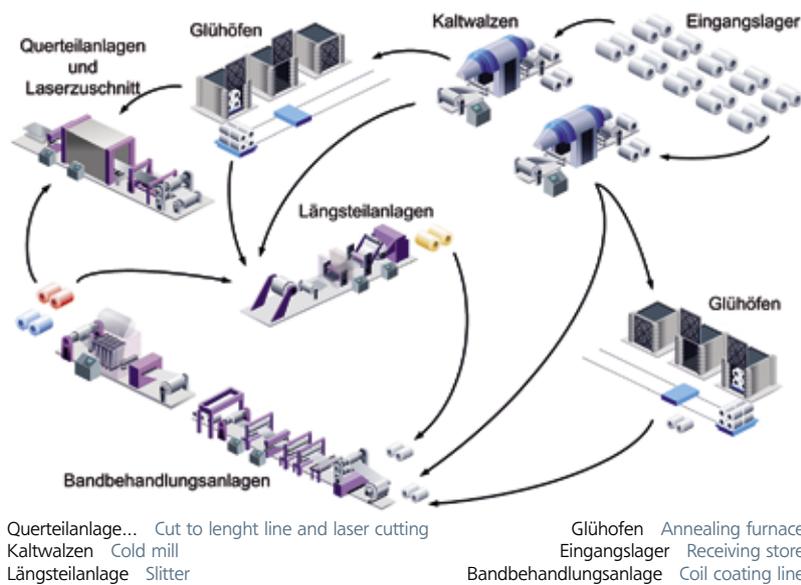


Abb. 3: Technologieschema Werk Nachterstedt

Fig. 3: Technology organisation at the Nachterstedt plant

Wirkprinzipien unterschiedlich auf Temperaturen, Material, Schwankungen im Verarbeitungsprozess und Verunreinigungen. Die induktive Messtechnik zeigte sich dabei als sehr stör anfällig. Die kapazitive sowie die Wirbelstrommesstechnik waren da eher geeignet. Misst man somit die Dicke des Materials kann eine eventuelle Abweichung erkannt und durch horizontales Anstellen der Richtkassette ausgeglichen werden. Auch hier befindet sich im Hause Novelis eine etablierte Anwendung der Dickenmessung über die Bandbreite am Standort Norf [3]. Im Bereich der optischen Messverfahren wurden Lasertriangulationssensoren, Lichtgitter, LDV und LED Messgeräte verglichen. Durch das Prinzip der Triangulation und Lichtgitterverfahren konnten Materialunplanheiten wie Randwellen automatisch vermessen werden. Damit wurde es auch möglich, im Richtprozess automatisch zu positionieren. Der Vorteil: Es kann auf unterschiedliche Qualitätsabweichungen schnellstmöglich reagiert werden, um gezielt Randwellen oder Sichelformerscheinungen entgegenzuwirken.

Lichtgitter eignen sich in Kombination mit einem Linearwegsystem gut für eine genaue Breitenvermessung. Hierbei stellt sich das Linearwegsystem auf die jeweilige Breite des Bandes ein, sodass die Sensoren immer genau die Bandkanten beleuchten.

Die Differenzen im Bezug auf den Referenzwert ergeben dann die genaue Breite. Leider eigneten sich die kapazitiven, Wirbelstrom- und induktiven Verfahren nur bedingt für die Längen- und Breitenmessungen. Die Vermessung von langen und breiten Aluminiumblechen bis 15 Meter Länge unter Einhaltung der vorgegebenen Norm war so nicht realisierbar.

Für die Erfassung von Längen- und Geschwindigkeiten stellte sich das Gerät ASCOSpeed 5500 des Sensoranbieters Micro-Epsilon als Favorit heraus.

Mit der ASCOSpeed-Technologie werden seit mehr als drei Jahren Bandgeschwindigkeiten sicher erfasst, berührungslos sowie schlupffrei und ersetzen damit problembehaftete me-

thods was performed. The scope of the analysis began with a study dating from 2007, which had examined a wide variety of possible non-contact measurement methods [2].

In the area of the annealing and lacquering lines, the levelling process, among other things, was investigated in more detail. Here the task was to determine more accurately the degree of levelling, to detect slippage, and then to optimise the process. In the area of the finishing lines it was necessary both to minimise quality deviations such as run-through streaks by means of counter measuring wheels and also to measure strip speed directly. In the area of the cut-to-length the task was to improve tolerance values specified in the standards.

For the engineers, the following quality characteristics were on the action list for improvement:

- length and width production
- sickle-shape effects
- edge undulation
- diagonality.

A sickle shape can be produced during sheet cutting if the starting material is concave, or if pressure distribution is incorrect during a further processing stage. Incorrect pressure distribution results in the material taking on a conical shape, and it curves into a sickle shape [Fig. 5]. A sickle shape is defined by the straightness of a sheet with length L. During the processes of hot and cold rolling the pressure distribution on the strip may be one-sided. This then results in a wedge-shaped material, as can be seen in Fig.



Abb. 4: Glühlackieranlage (GLA)

Fig. 4: Annealing and coating line (GLA)

5. This defect can be prevented by controlled pressure distribution during the levelling process [2]. The creation of the sickle shape was detected through the thickness variation. Non-contact measurement methods that operate according to various physical principles were investigated and tested for their suitability for use on a cut-to-length line. Each of these physical working principles reacts differently to temperatures, material, fluctuations in the processing method and impurities. The inductive measurement technique was found to be very susceptible to interference. Accordingly, the capacitive and the eddy-current measurement methods were deemed more suitable. If the thickness of the material is measured by these methods any deviation can be recognised and compensated by horizontal adjustment of the levelling cassette. At the Norf site, there is an established thickness measurement application across the width of the strip [3]. In the context of optical measurement the following methods were compared: laser triangulation sensors, light gratings, LDV and LED measuring instruments. By means of the principle of triangulation and light grating methods, flatness defects such as edge undulation could be measured automatically. Thus, it was also possible to position automatically in the levelling process. The advantage: various quality deviations can be reacted to as quickly as possible so as to counteract edge undulations or sickle-shape phenomena in a controlled manner.

In combination with a linear positioning system, light gratings are well suited for accurate width measurement. For this, the linear positioning system was set for the respective strip width so that the sensors always illuminated the strip edges accurately. The differences relative to a reference value then gave the exact width. Unfortunately, the capacitive, eddy-current and inductive methods were not consistently suitable for the length and width measurements. Thus, it was not possible to measure long and wide aluminium sheets up to 15 metres in length to within the specified standards. →

chanische Geber. In der Aluminiumindustrie hat sich diese Technologie mittlerweile etabliert, wozu auch die Anwendungen im Werk Nachterstedt beitragen konnten.

Die eingriffsfreie Geschwindigkeitsmesstechnik ist für die Nachterstedter eine seit langem bewährte Technik. Lasermessgeräte an der Kaltwalze von Achenbach [Abb. 6] und Weißlichtgeschwindigkeitsmessgeräte an den Längsteilanlagen sind seit mehreren Jahren im Einsatz. Während die Laser mit der Gefahrenklasse 3B besondere Betriebs- und Arbeitsschutzvorkehrungen benötigen, ist die Weißlichttechnik absolut ungefährlich. Aber auch sie hat ihre Nachteile. Spiegelnde Oberflächen und Reflexionsänderungen führen bei unruhigem Bandlauf zu Problemen. Die Weißlicht-Halogenquelle ist viel zu träge, um hier in der Intensität angepasst zu werden. Mit der Sensorempfindlichkeit lässt sich zwar regeln, aber die Dynamik ist begrenzt. Der Sensor wird durch sein eigenes Licht geblendet und kann somit kurzzeitig nicht messen. Auch beim Laser ist diese Problematik bekannt. Ursache dafür ist der fein gebündelte Laserstrahl, der auf glänzenden Oberflächen leicht wegreflektiert wird. Eine breite Streukeule wird nicht ausgebildet und das diffus gestreute Licht ist in der Intensität viel zu gering, um auf dem Detektor ein Messsignal zu generieren. Wird der Laserstrahl allerdings direkt in die Empfangsdiode zurückreflektiert, kann es sogar zu einem Ausfall dieser Technik kommen. LED-basierende Systeme haben

dieses Manko in weit geringerem Maße. Die Beleuchtungscharakteristik mit vielen Einzelstrahlen unterschiedlicher Winkel begünstigt einen sicheren Betrieb auf hochglänzenden Oberflächen deutlich. Vorteilhaft kommt hinzu, dass einzelne Tröpfchen aus der Dampfphase der Walzemulsion deutlich weniger stören als bei der Laser-Doppler-Technik, die vor mehr als 30 Jahren für die Messung von Partikeln in Strömungen entwickelt wurde.

Fundament für die herausragende Marktstellung ist das technische Konzept des ASCOSpeed von Micro-Epsilon. Beleuchtungsseitig verbindet es die Vorteile hinsichtlich Langlebigkeit und Präzision der Laser mit der Robustheit und Einfachheit eines Weißlichtgerätes. Eine Hochleistungs-LED ist als Halbleiterlichtquelle für die hervorragenden Anwendereigenschaften verantwortlich. Das Licht besitzt zwar schmalbandige Charakteristik, aber die Wellenlänge ist hier funktionsunbedeutend. Im Gegenteil, während beim Laser die Laserwellenlänge aufwendig stabilisiert werden muss, weil deren Konstanz die Referenzfähigkeit und damit die Genauigkeit beeinflusst, ist bei der ASCOSpeed-Technologie die Referenz durch die Strukturbreite des Siliziumempfängers gegeben. Eine besondere Langzeitstabilität und Konstanz wird durch den mikrolithografischen Prozess der Halbleiterfertigung sichergestellt.

In der geforderten Applikation an der Querteilanlage (Bandgeschwindigkeiten zwischen 1 bis 40 m/min) hat →

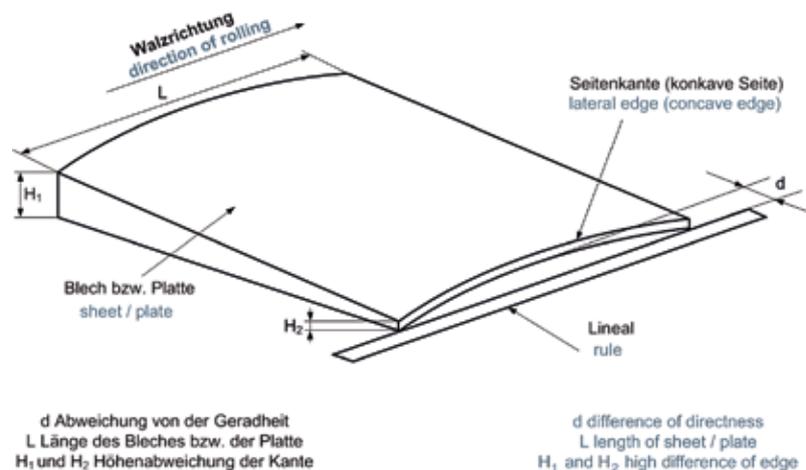


Abb. 5: Sichelform, schematische Darstellung Fig. 5: Sickle shape, illustrated schematically

das ASCOSpeed 5500 für die Schnittvorgabeberechnung ein Drehimpulsmessrad ersetzt und lieferte trotz Bandschwankungen, spiegelnden Oberflächen und folienbeschichteten Oberflächen stabile Messwerte. Aufgrund der hohen Strahlenschutzbedingungen hat man sich jetzt bei Novelis aus Sicherheitsgründen für die LED basierende Messtechnik entschieden.

Im Bereich der Kaltwalzgerüste und Adjustagelinien beschäftigte man sich mit der Erfassung und Beurteilung der Bandkantenqualität. Hierbei wurden zu folgenden Punkten Lösungsvorschläge erarbeitet, welche auch für weitere geplante Versuche in Nachterstedt im Fokus stehen werden:

- Kantenrisserkennung
- Schnittgraderkennung
- Bandbreitenüberwachung.

Zur Erfassung der Kantenqualität werden Lichtgitter genutzt, die über die Bandkanten positioniert werden. Hierbei gilt es bei üblichen Prozessgeschwindigkeiten von Kaltwalzgerüsten und Längsteillinien Bandkantenfehler zu identifizieren. Ziel ist es, vorbeugend Kanteneinrisse und fehlerhaften Schnittgrad zu erkennen. Diese Fehler können sonst erhebliche Schäden und Stillstandszeiten an Kaltwalzgerüsten, Längsteillinien und Bandbehandlungsanlagen verursachen.

Novelis setzt im Inspektionsbereich der Bandanlagen auf etabliertes Knowhow der Firma ISRA-Parsytec. Mittels industrieller Bildverarbeitung auf der Basis von CCD-Kamerasystemen können auch kleinste Fehler



Abb. 6: Kaltwalzwerk

sofort eindeutig erkannt und reproduzierbar identifiziert werden. Aktuell im Einsatz sind Oberflächeninspektionssysteme an der GLA und der neuen CESL (Can End Stock Line).

### Mit Master-Slave zu hochgenauen Reckgraden

ASCOSpeed Master-Slave [Abb. 7] heißt ein neues Modell des Sensoranbieters Micro-Epsilon. International führend im Bereich Wegmesstechnik/Abstandsmesstechnik ist das Unternehmen jetzt auch in der Sparte Geschwindigkeitsmesstechnik am Start und das äußerst erfolgreich. ASCOSpeed gibt es seit 2006. Wie alle Vorgängermodelle gibt es messtechnisch keine Unterschiede. Nur in der Auswertetechnik des Sensors haben die Optosensorik-Experten aus dem Dresdner Kompetenzzentrum gehörig zugelegt. So sind alle Modelle abwärtskompatibel, das bedeutet, dass das neue High-End-Gerät alle vorherigen Modelle in der Funktion ersetzen kann, was ein nicht unerheblicher Vorteil bei der Lagerhaltung im Werk ist.

Die Notwendigkeit einer exakten Reckgradmessung ergibt sich aus der hohen Qualitätsanforderung seitens der Planheit der Finalprodukte. Aluminiumbleche, die heute im Offsetdruck als Druckmatrizen eingesetzt werden, dürfen keine Bandwelligkeiten mehr haben, da sonst die Qualität des Druckbildes nicht mehr gewährleistet ist. Kaltgewalzte Bänder allerdings weisen nach dem Glühen immer Spannungen auf, die dann in einer gewissen Welligkeit des Bandes

zutage treten. Während der Verarbeitung sind die Bandunebenheiten jedoch nicht sichtbar. Grund dafür ist die elastische Dehnung des Bandes. Die Planheit misst man heute mit Planheitsmessrollen, die den Kräfteintrag über die Bandbreite lokal erfassen.

Will man die

Fig. 6: Cold-rolling mill

For the determination of lengths and speeds, the ASCOSpeed 5500 instrument from the sensor supplier Micro-Epsilon proved optimal. With ASCOSpeed technology, strip speeds have been determined reliably with no contact and no slippage for more than three years, and, as a result, this method has replaced problematic mechanical devices. Meanwhile, the ASCOSpeed technology has become well established in the aluminium industry, partially due to the successful applications at the Nachterstedt plant.

The non-contact speed measurement technique is a method that has given good results in Nachterstedt. Laser measuring instruments on the Achenbach cold mill [Fig. 6] and white-light speed measurement units on the slitting lines have been in use for many years. Whereas laser gauges of hazard Laser Class 3B require special operating and working protection precautions, the white-light technique involves no risk at all. The white-light technique does, however, also have its drawbacks: shiny surfaces and reflection variations lead to problems if the passline is not steady. The white light halogen source reacts much too slowly to adapt its intensity in this context. Although the sensor sensitivity can be adjusted, the dynamics are limited. The sensor is dazzled by its own light and for brief periods is therefore unable to measure. The same problem is evidenced with lasers as well. This is due to the finely focused laser beam, which is easily reflected away from shiny surfaces. A wide scatter lobe is not formed and the intensity of the diffusely scattered light is much too low to generate a measurement signal at the detector. If the laser is reflected directly back into the receiver diode, however, this can even result in failure. LED-based systems are far less prone to this drawback. The illumination characteristic with many individual beams at different angles clearly fosters reliable operation on high-gloss surfaces. A further advantage is that isolated droplets from the vapour phase of the rolling emulsion interfere much less than in the case of the laser-Doppler technique which was developed more than thirty years

ago for the measurement of particles in flowing fluids.

The basis for the outstanding market position of ASCOSpeed is its technical concept developed by Micro-Epsilon. On the illumination side this combines the advantages of the durability and precision of the laser with the robustness and simplicity of a white-light instrument. A high-power LED, being a semiconductor light source, is responsible for the outstanding service properties. It is true that the light has a narrow-band characteristic, but in this case the wavelength is important for functionality. As a point of contrast, whereas with a laser the laser's wavelength has to be elaborately stabilised because its constancy influences the reference capability and hence accuracy, in the case of ASCOSpeed technology the reference is given by the structural width of the silicon receiver. Stability and constancy over very long times are ensured by the micro-lithographic process of semiconductor production.

In the required cut-to-length application (strip speeds from 1 to 40 m/min) ASCOSpeed has replaced a counter-measuring wheel for calculating the cutting specification, and it provides stable measurement values despite strip variations, reflective surfaces or foil-coated surfaces. Because of the strict radiation protection provisions, for safety reasons Novelis has now decided to use the LED-based measurement technique.

In the area of the cold-rolling mills and finishing lines the task is to detect and evaluate strip edge quality. In that context proposed solutions have been worked out for the following points, which will also be at the focus of further tests planned in Nachterstedt:

- recognition of edge cracks
- recognition of the cutting quality
- monitoring of strip width.

To monitor the edge quality, light gratings are used which are positioned over the strip edges. This procedure identifies strip edge defects at the normal processing speeds of cold-rolling mills and slitting lines, with the aim of recognising edge cracks and defective cutting quality for preventive purposes. Otherwise, such defects can cause considerable damage and →

Planheit verbessern, muss man das Band leicht überstrecken. Dadurch werden quasi zu kurze Bandabschnitte den längeren angeglichen und die Bandwellen ausgeglichen. Das Band wird über S-Rollen-Sätze vorgespannt und durch große Recktrommeln in Streckung gebracht. Dabei müssen die Antriebe der Recktrommeln zueinander eine geringe Drehzahldifferenz besitzen, die über die Durchmesser der Recktrommeln eine Streckung in den plastischen Bereich des Bandes bewirkt. Der Reckgrad ergibt sich dann aus der relativen Differenz zwischen Einlauf- und Auslaufgeschwindigkeit. Zugwechsel, Schlupf und Abrieb an den Recktrommeln, unterschiedliche Oberflächenqualitäten der Produkte machen die Erfassung des Reckgrades zu einer anspruchsvollen Messaufgabe.

Geber an den Walzen mitteln über die gesamte Umschlingungsfläche und sind in der Dynamik sehr träge, bedingt durch die großen Massen der Recktrommeln. Zug- oder Geschwindigkeitsänderungen werden so unzureichend detektiert und bedingen mögliche Qualitätseinbuße. Ein Schlupf von größer 0,7% zwischen Band und Recktrommeln kann schon zu sichtbaren Kratzern führen.

Eine berührungsfreie Geschwindigkeitsmessung hingegen misst eingriffsfrei und damit trägheitslos. Mit der punktuellen Messung kann man direkt auf dem Zenit der Recktrommel die Bandgeschwindigkeit erfassen. Damit lässt sich ausschließen, dass sich schon eine elastische Streckung des Bandes aufgebaut hat, bevor das Band in den Umschlingungsbereich gelangt.

Mit dem ASCOSpeed Master-Slave [4] lässt sich ohne externe Auswertetechnik dynamisch und eingriffsfrei der Reckgrad bestimmen. Zwei Geschwindigkeitsmessgeräte (Master und Slave) erfassen die jeweilige Geschwindigkeit einlauf- und auslaufseitig [Abb. 8, 9]. Der Master bekommt den Messwert der Bandgeschwindigkeit in digitaler Form vom Slave, verrechnet diesen mit seinem eigenen und gibt als Ergebnis den Reckgrad aus. Master und Slave sind komplett identisch und werden erst vom Inbetriebnehmer in ihrer Funk-

tion zugeordnet. Die Parametrierung bestimmt, welches der beiden Geräte als Master arbeitet und welches als Slave. Der Master ist für die ganze Messablaufsteuerung verantwortlich. Er liefert einen Synchrontakt, der einen völlig synchronen Betrieb beider Geräte garantiert. So ist ein Zeitversatz einzelner Messungen ausgeschlossen, welcher bei Beschleunigungen zu unerlässlich großen Differenzen und damit zu Störungen führen würde.

Das technische Konzept der Micro-Epsilon ist so flexibel, dass der Betreiber die Mittelung zum Reckgrad selbst einstellen kann, üblicherweise nach Lauflängen. Eine zeitliche Mittelung, ebenfalls einstellbar, ist hier von Nachteil, da die Ensembleanzahl dann geschwindigkeitsabhängig ist. Ein internes Protokoll gleicht die Systemzeiten beider Messgeräte zyklisch miteinander ab und stellt damit sicher, dass durch Störung eines der Geräte, die paarweise Zuordnung der Rohwerte nicht verloren geht. Der Reckgrad steht dann für technologische Auswertungen und für die Regelung der Anlage zur Verfügung.

So ein ASCOSpeed Master-Slave Modell kann allerdings auch in einer Prozesslinie zur direkten Schlupferfassung eingesetzt werden. Über dem Band angeordnet, misst es die exakte Bandgeschwindigkeit. Die im Schlupf zu überprüfende Rolle wird mit ihrem Impulsgeber auf das ASCOSpeed →



Fotos: Micro-Epsilon

**Abb. 7: ASCOSpeed misst die Bandgeschwindigkeit**

**Fig. 7: ASCOSpeed measures the strip speed**

geschaltet. Dazu besitzt dieses Modell extra einen Drehbereingang. Der Drehgeber wird wie ein Slave-Gerät behandelt. Die Differenz ist dann der Schlupf. Stellt man die Alarmfunktion aktiv auf Überwachung der Differenzgeschwindigkeit, kann man mit dem Gerät einen Schaltausgang aktivieren, der einer übergeordneten Anlage das Überschreiten eines vorgegebenen Schlupfwertes signalisiert und damit auch das Durchrutschen der Walzen anzeigt.

### Zusammenfassung

Der technologische Fertigungsablauf im Werk Novelis Nachterstedt war Thema der vorliegenden Analyse, die sich mit verschiedenen Messverfahren zur Qualitätserfassung beschäftigte. Höhere Qualitätsanforderungen bedingen eine exaktere Ausrichtung der Technologie in den einzelnen Produktionsabläufen und setzen damit neue Ansprüche an die Messtechnik. Ausgehend von den vorhandenen Messabläufen könnten durch Einsatz neuer Messtechnik Qualitätsverbesserungen erzielt oder Verbesserungspotenziale erarbeitet werden. Grundlegende Prozessgrößen wie Geschwindigkeit, Banddicke und Bandkantenqualität wurden dabei ebenso betrachtet wie spezielle Problemstellungen, wie Sichelformausbildung an der Querteilanlage, Reckprozesse an Glüh- und Lackieranlagen, Kantenqualitätserfassung für den Einsatz im Kaltwalzwerk und an den Längsteilscheren sowie die optischen Oberflächeninspektionssystemen zur Qualitätskontrolle der Finalprodukte.

Für die prozessübergreifenden

Messgrößen Geschwindigkeit und Bandlänge fiel die Entscheidung zugunsten der ASCOSpeed-Technologie aus dem Hause Micro-Epsilon, die keine Strahlenschutzauflagen benötigt und durch eine sichere Funktion trotz Bandlaufschwankungen auf spiegelnden Oberflächen und folienbeschichteten Oberflächen überzeugte.

### Literatur

- [1]www.novelis-nachterstedt.de; www.novelis.com
- [2]Gaczensky, F.: Automatische Messsysteme zur Qualitätskontrolle an Aluminiumhalbzeugen, Diplomarbeit, Hochschule Magdeburg-Stendal, 2007
- [3]Kalhofer, S.; Hofmann, F.; Herrmann, H.-J.; Onderka, B.; Christofori, K.: Inline Dimension and Profile Measurement of Aluminium Plates for Hot Rolling. APT Aluminium Process Technology, Giesel Verlag, Volume V Issue 1, February 2008, page 23-26
- [4]ASCOSpeed, Betriebsanleitung, Micro-Epsilon Optronic GmbH, Dresden, 2009

### Autoren

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Falk Gaczensky ist Prozessingenieur in den Bereichen Kaltwalzen und Bandanlagen im Werk Novelis Nachterstedt.

Dipl.-Ing. Marc-Michael Radomski ist als Produktionsleiter zuständig für die Bereiche Kaltwalzen, Bandanlagen und Continuous Improvement im Werk Novelis Nachterstedt.

Dr.-Ing. Carsten Rink ist Werkleiter des Novelis-Standorts in Nachterstedt.

Dr.-Ing. Klaus Christofori ist als Produktmanager innerhalb der Micro-Epsilon-Gruppe tätig und verantwortlich für die Geschwindigkeitsmesstechnik. Er ist seit über 20 Jahren mit messtechnischen Aufgaben in der Aluminiumindustrie vertraut.

downtimes in the case of cold-rolling mills, slitting lines and strip processing lines.

In the strip surface inspection process Novelis relies on the established expertise of the company ISRA-Parsytec. By means of industrial image-processing through the use of the CCD camera systems, even the smallest defects can immediately be clearly recognised and reproducibly identified. Currently in use are surface inspection systems on the GLA and the new CESL (Can End Stock Line).

### Highly accurate levelling with the Master-Slave

A new model from the sensor supplier Micro-Epsilon is known as the ASCOSpeed Master-Slave [Fig. 7]. Already leading internationally in the sector of displacement measurement technology, with the introduction of the ASCOSpeed in 2006 the company has now made a successful start in the field of speed measurement methods. Like all its precursor models, there is no difference in the measurement technique. Only in the evaluation technique have the optical sensor system experts from the Competence Centre in Dresden made appropriate changes. Thus, all the models are downward-compatible, meaning that the new 'high-end' instrument can replace any of the preceding models in its function, which is a great advantage for stock maintenance in the plant.

The need for exact stretch-degree measurement arises from the strict quality requirement for flatness of the final products. Aluminium sheet presently used in offset printing dies must



Abb. 8: Installation ASCOSpeed Reckanlage einlaufseitig ...  
Fig. 8: ASCOSpeed installation on the run-in side of the levelling unit ...



Abb. 9: ... und auslaufseitig  
Fig. 9: ... and on the run-out side

have no strip undulations at all, since otherwise the quality of the printed image is no longer guaranteed. After annealing, however, cold-rolled strips always contain stresses which then become apparent in the form of some undulation of the strip. Flatness defects of the strip are not, however, visible during processing, because of the elastic extension of the strip. Flatness is currently measured using flatness measuring rolls which detect force input across the width of the strip.

To improve the flatness, the strip has to be slightly overstretched. This effectively equalises strip sections that are too short with those that are longer, so that strip undulations are eliminated. The strip is pre-stressed by S-roll sets and stretched by large levelling drums. During this phase the drives of the levelling drums must have a slight rotation speed difference which, over the diameter of the drums, brings about a levelling in the plastic deformation range of the strip. The degree of levelling then results from the relative difference between the run-in and run-out speeds. Varying tension, slippage and wear of the levelling drums, as well as different product surface qualities, make the determination of the degree of levelling a difficult measuring task.

Sensors on the rolls produce signals averaged over the entire wrap-around area and, due to the large mass of the levelling drums, are very slow to respond. Thus, tension or speed variations are insufficiently detected and may result in quality deterioration. Slipping by more than 0.7 percent between the strip and the drum can even lead to visible scratches.

In contrast, a non-contact speed measurement method works without engagement and is thus unaffected by inertia. With punctiform measurement the strip speed can be determined directly at the zenith of the drum. In this way the possibility that some elastic levelling of the strip has already built up before the strip reaches the wrap-around zone can be excluded.

With the ASCOSpeed Master-Slave [4] the levelling degree can be determined dynamically and without engagement, without any external evaluation technique. Two speed-

measuring gauges (Master and Slave) determine the respective speed on the run-in and run-out sides [Figs. 8 and 9]. The Master receives the measured strip speed from the Slave in digital form, compares it with its own value, and emits the degree of levelling as the result. The Master and Slave units are completely identical and are allotted their respective tasks only by the commissioning agent. Parameter assignment determines which of the two units works as Master and which as Slave. The Master is responsible for all the measurement process control. It generates a synchronising cycle which ensures completely synchronous operation of both units. This excludes any time-lag between individual measurements, which would result in inadmissibly large differences during accelerations, and hence, errors.

The technical concept of Micro-Epsilon is so flexible that the operator himself can adjust the averaging, usually in accordance with the strip length position. A time-related average, also adjustable, is a disadvantage here because the ensemble number is then speed-dependent. An internal protocol equalises the system times of the two measuring units cyclically with one another and thus ensures that the paired association of the raw values is not lost if one or the other unit develops a fault. The degree of levelling is then available for technological evaluations and for the regulation of the equipment.

Thus, an ASCOSpeed Master-Slave can certainly also be used in a process line for direct slippage determination. Positioned above the strip, it measures the exact strip speed. The roll to be checked for slippage is switched with its pulse encoder output to the ASCOSpeed. For this purpose, as an additional advantage, this model has a pulse encoder input. The shaft encoder is then treated as a Slave unit, and the difference is then the slippage. If the alarm function is set actively to monitor the speed difference, then a switching output can be activated by the unit, which signals to a higher-level unit that a specified slippage value has been exceeded and thus also indicates overrunning of the rolls.

## Summary

The production process in Nachterstedt was the object of the present analysis, which dealt with various quality measurement methods. Every individual production step has strict quality requirements necessitate a more exact focus of the technology in the individual process sequences, and therefore requires a high degree of precision and advanced functionality in the measurement technology used. Building upon existing measurement procedures, the use of new measurement techniques can achieve quality improvements or develop improvement potentials. In this analysis, basic process parameters such as speed, strip thickness and strip edge quality were considered just as carefully as special problems such as sickle-shape formation in the cut-to-length lines, levelling processes in annealing and lacquering equipment, edge quality detection for use in the cold-rolling plant and the slitting shears, and optical surface inspection systems for quality control of the final products.

For the process-overlapping parameters of speed and strip length the ASCOSpeed technology supplied by Micro-Epsilon was chosen because of its superior and more reliable functioning, irrespective of strip movement variations, reflective surfaces and foil-coated surfaces, and without requiring radiation protection covers.

## References

see listing, German text.

## Authors

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Falk Gaczensky is a process engineer in the cold-rolling area and continuous treatment lines at the Novelis plant in Nachterstedt.

Dipl.-Ing. Marc-Michael Radomski is Manufacturing Unit Leader and, as such, responsible for the cold-rolling department, continuous treatment lines and continuous improvement at the Novelis plant in Nachterstedt.

Dr.-Ing. Carsten Rink is General Manager of the Novelis facility in Nachterstedt.

Dr.-Ing. Klaus Christofori is active as product manager in the Micro-Epsilon Group, with responsibility for speed measurement technology. He has had more than 20 years of experience with measurement methods in the aluminium industry.