

Auf dem Weg zur füllerlosen Lackierung

Inline-Welligkeitsmessung an verzinktem Feinblech

Immer mehr Automobilhersteller fordern von den Stahlherstellern, in Bezug auf die Feingestalt der Oberfläche verzinkter Bänder neben der Rauheit auch die Welligkeit zu kontrollieren. An der elektrolytischen Beschichtungsanlage 3 setzt die thyssenkrupp Steel Europe AG seit einigen Monaten ein neues Messsystem von Amepa ein. Die Linie ist die weltweit erste, in der die Welligkeit inline über die gesamte Länge und Breite des Bandes im Routinebetrieb erfasst wird.

Bei der Lackierung von automobilen Außenhautteilen wird der Trend, auf den Füller zu verzichten – also den Decklack direkt auf die kathodische Tauchlackierung (KTL) und damit näher am verzinkten Blech – aufzubringen, immer ausgeprägter. In der Folge hat die Feingestalt der Bandoberflächen im Bereich von wenigen Zehntel μm deutlich an Bedeutung gewonnen. So ist neben der Rauheit auch die Welligkeit für den optischen Eindruck der lackierten Fahrzeugoberfläche und ihre Anmutung am fertigen Fahrzeug sehr wichtig geworden, denn sie begünstigt unter anderem Effekte wie beispielsweise die „Orangenhaut“.

Während die Rauheit schon seit Langem zuverlässig inline erfasst wird, konnte das Maß der Welligkeit, der Wsa-Wert, bisher nur offline, stichprobenartig und indirekt anhand von Labormustern des fertigen Coils ermittelt werden. Der Grenzwert zwischen „gut“ und „schlecht“ ergab sich oft indirekt: Um einen spezifikationsgerechten Wsa-Wert zu erzielen, werden die Einflussfaktoren Rauheit (Ra) und Spitzenanzahl (Rpc) innerhalb definierter Grenzen eingestellt und überwacht.

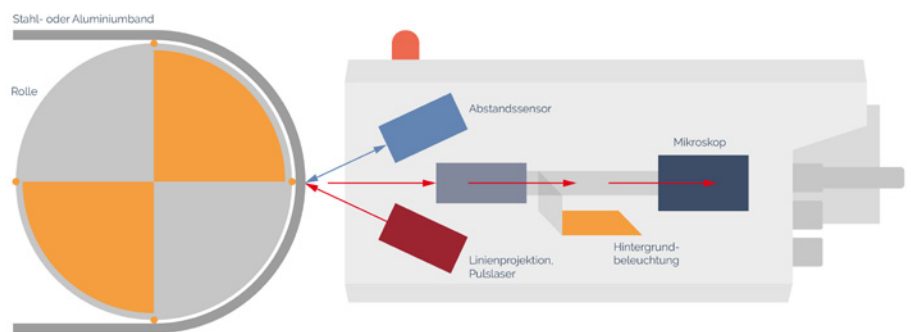
Die Automobilunternehmen fordern jedoch mehr und mehr von den Stahlherstellern, Bänder mit geringem Wsa-Wert zu liefern und es ist abzusehen, dass sie ihre Zulieferer vertraglich auf niedrige Werte festlegen.

Das Ziel

Deshalb war es Ziel von thyssenkrupp Steel Europe, den Wsa-Wert direkt an der fertigen Bandoberfläche zu erfassen. Dies nicht nur punktuell, sondern während der laufenden Produktion in Echtzeit – sowohl über die gesamte Länge als auch die Brei-



Ein Linearantrieb traversiert den Sensor über die gesamte Breite des Bandes (Bild: Amepa GmbH)



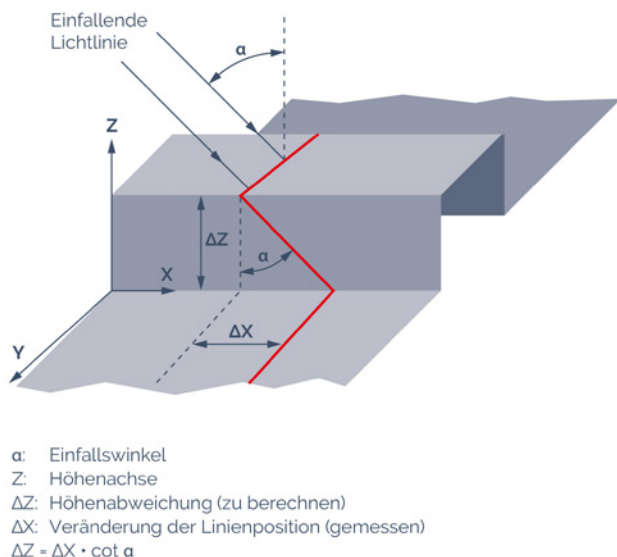
Der Laser (rot) projiziert eine Linie auf das Band, die mikroskopisch auflösende Kamera (schwarz) „sieht“ das Bild auf der Oberfläche des Bandes (Bild: Amepa GmbH)

te der Bänder. Mit einem System für die Kontrolle der Welligkeit sollte den Bedienern die Möglichkeit gegeben werden, beim Erreichen objektiv bestimmter Eingriffsgrenzen sofort zu agieren.

Amepa hatte zu diesem Zeitpunkt sein Welligkeitsmesssystem zur Marktreife entwickelt. Basis war das Rauheits-Messsystem SRM, das sich bei tkSE und anderen Stahlherstellern in vielen Werken bereits bewährt hat. Es lag also nahe, das

neue System zu erproben. Die elektrolytische Beschichtungsanlage EBA 3 im Werk Dortmund sollte die Vorreiterrolle für den Konzern übernehmen.

Ein wesentlicher Aspekt war, dass die Daten der neuen Anlage sehr gut mit denen der Rauheitskontrolle in den vorgelagerten Prozessstufen verglichen werden konnten: Die Messverfahren für Rauheit (Ra) und Spitzenanzahl (Rpc) haben dieselbe Basis, auch die Datenformate sind kom-



Das Lichtschnitt-Prinzip: Das Laserlicht fällt unter einem Winkel auf die Bandoberfläche, die Kamera erfasst deren Versatz (Bild: Amepa GmbH)

patibel. So war der Weg zu einer ganzheitlichen, Aggregate übergreifenden Qualitätskontrolle vorgezeichnet, die auf objektiven Daten beruht.

Von der Rauheit zur Welligkeit

Die Grundlage der Welligkeitskontrolle ist das SRM-System für die optische Rauheitsmessung, das Amepa um die Kontrolle der Welligkeit erweitert hat. Deshalb erfasst das neue System mit einem Sensorkopf sowohl die Rauheit als auch die Welligkeit gleichzeitig.

Die Inlinemessung der Rauheit mit dem SRM-System beruht auf dem Laser-Licht-

schnittverfahren, einer zweidimensionalen Lasertriangulation: Bei diesem berührungslosen Messverfahren wird eine extrem feine Laserlinie in einem definierten Winkel auf die Oberfläche des Bandes projiziert. Eine integrierte, mikroskopisch auflösende Kamera nimmt ein Bild dieser Linie auf. Aus deren Kontur wird das Oberflächenprofil mithilfe von Bildverarbeitungs-Algorithmen bestimmt.

Im Gegensatz zu vergleichbaren Rauheits-Messsystemen ist der Sensor deutlich kompakter, denn er enthält auf der Empfangsseite lediglich eine einzige Kamera. Das Messprinzip ist von der Beschaffenheit der Oberfläche unabhän-

gig. Der Durchmesser der Rolle, über der der Sensor montiert ist, wird bei der Auswertung berücksichtigt.

Während die Laserlinie für die Messung der Rauheit üblicherweise quer zur Walzrichtung angeordnet ist, ist die Laserlinie für die Erfassung der Welligkeit in Walzrichtung ausgerichtet.

Um das Höhenprofil zu erhalten, nimmt die Hochgeschwindigkeitskamera in schneller Folge jeweils 30 bis 50 mikroskopische Bilder der Linie hintereinander auf und setzt sie leicht überdeckend zu einem Gesamtbild zusammen. Da die Bildaufnahme mit der Geschwindigkeit des Bandes synchronisiert ist, ist die Zuordnung der Bilder eindeutig. Auf diese Weise entsteht auf der Oberfläche des Bandes eine virtuelle Laserlinie, die mehrere Perioden der ein bis fünf mm langen Wellen überstreicht. Daraus wird das Höhenprofil in Walzrichtung – und somit der Wsa-Wert – abgeleitet. Hinzu kommt, dass alle Bildpunkte einen festen Bezugspunkt zueinander haben. Dies stellt sicher, dass unsichere oder fehlende Datenpunkte interpoliert werden können.

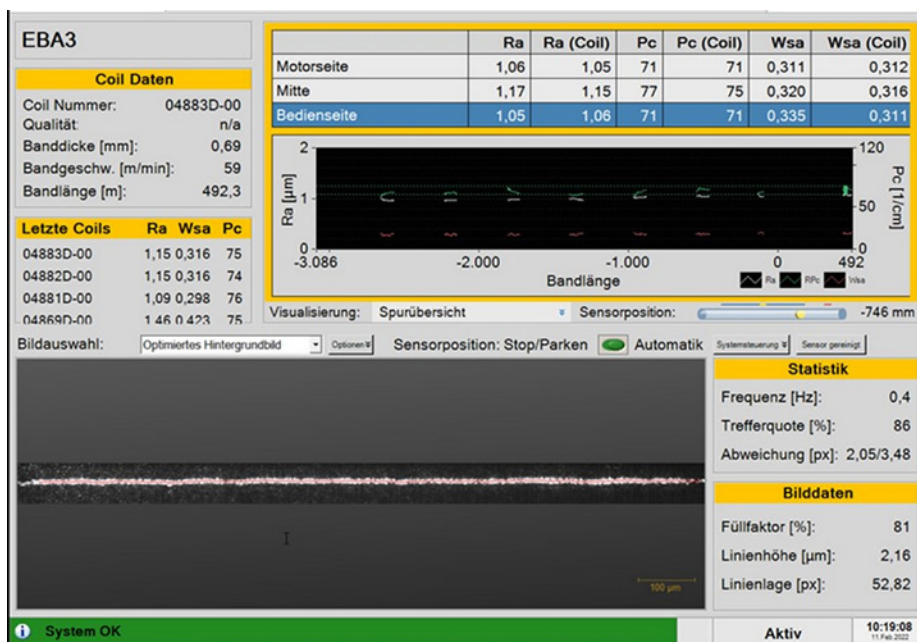
Das Projekt

Im Auslauf der elektrolytischen Beschichtungsanlage 3 wurde der Sensor an einer Rolle montiert, an der vorher ein System für die Schichtdickenmessung installiert war. Die vorhandene Konstruktion wurde zum einen für die Aufnahme der neuen Traversiereinheit und zur Entkopplung der Anlagenschwingungen modifiziert.

Die formelle Inbetriebnahme wurde im Oktober 2021 erklärt. Seitdem arbeitet das neue System zuverlässig. Somit ist die elektrolytische Beschichtungsanlage 3 die weltweit erste elektrolytische Verzinkungsanlage mit einer Kontrolle der Welligkeit, die im Dauerbetrieb in die Produktion eingebunden ist.

Nach wie vor liefert das System auch die Rauheitskennwerte. Alle Daten werden kontinuierlich aufgezeichnet und im Leitstand visualisiert. Ist eine Eingriffsgrenze für die Rauheit erreicht, wird sofort in den Prozess eingegriffen. Seit Dezember 2021 werden – bezogen auf die Rauheit – aus den Werten auch Sperr- und Freigabeentscheidungen abgeleitet.

Die Genauigkeit der Rauheitskontrolle wird täglich durch manuelle taktile Gegenmessungen an Proben überprüft, die den ortsgleichen Inline-Werten gegenüberge-



Die Oberflächenparameter werden im Leitstand angezeigt (Bild: Amepa GmbH)

stellt werden. In Bezug auf die Welligkeit wird zurzeit ein Prüfverfahren erarbeitet, mit dem Proben bei einem zertifizierten Labor in Dortmund gemessen und verglichen werden.

Erste Erfahrungen

Die Inbetriebnahme des Systems bedeutet für die Qualitätssicherung einen deutlichen Gewinn: Als Ergänzung zu der nachgeschalteten, punktuellen Labormessung erfolgt eine kontinuierliche Inline-Qualitätskontrolle. Während des laufenden Prozesses können bei Bedarf sofort Gegenmaßnahmen ergriffen werden. Dann können zum Beispiel die Abscheidebedingungen der Verzinkung angepasst werden, um Rauheit und Spitzen zu beeinflussen.

Die Mitarbeiter der Qualitätssicherung bezeichnen das System als „Geschenk“: Es bringt eine wesentliche Erleichterung der täglichen Arbeit mit sich und macht es deutlich leichter, Qualitätsentscheidungen fundiert zu treffen. Bereits jetzt wird der Ra-Wert im Rahmen des Soll/Ist-Vergleiches für die Bewertung von Bändern verwendet, zum Beispiel für Sperrung oder Freigabe von Coils.

Das Mehr an Informationen über die Verteilung von Rauheit und Welligkeit über die gesamte Länge und Breite des Bandes eröffnet eine Fülle neuer Möglichkeiten,

die Qualität weiter zu steigern und sie an die Erfordernisse des füllerlosen Lackierens anzupassen. So sind die neuen Daten ein wichtiger Baustein auf dem Weg zum digitalen, smarten Coil, denn über einen wichtigen Oberflächenparameter stehen jetzt mehr Daten zur Verfügung.

Die Zukunft

Bereits jetzt ist offensichtlich, dass die Welligkeit in den kommenden Jahren fester Bestandteil vieler Kundenspezifikationen sein wird. Schon in naher Zukunft werden mehr und mehr Aufträge aus der Automobilindustrie zu erfüllen sein, bei denen der Wsa-Wert als bestellter und zu garantierender Kennwert einzuhalten ist. Die Inline-Kontrolle des Wsa-Wertes ist dann unverzichtbar. Mit der neuen Anlage kann tkSE liefern.

Der Schritt von der punktuellen Offline-Kontrolle des Wsa-Wertes zum kontinuierlichen Inline-Betrieb hat aber eine viel weiterreichende Bedeutung: Jetzt besteht zum Beispiel die Möglichkeit, die Welligkeitswerte mit den Bedingungen in verschiedenen Prozessstufen zu korrelieren – beispielsweise mit denen in der Kaltwalzstraße, der Contiglühe oder der elektrolytischen Beschichtungsanlage 3. Viele offene Fragen können dann geklärt werden: Verstärken sich bestimmte Zustände in



Der Sensor ist am Auslauf der Beschichtungsanlage installiert

(Bild: thyssenkrupp Steel Europe AG)

den vorgelagerten Anlagen positiv oder negativ, ergänzen sie sich oder heben sie sich gegenseitig auf?

Damit öffnet das Welligkeitsmesssystem die Tür zu einer umfassenden Untersuchung der Ursachen von Welligkeitsschwankungen. Wenn die Einflussfaktoren entlang der Prozesskette bekannt sind, wird die Welligkeit in Zukunft gezielt gesteuert werden können – unabhängig von subjektiven Einschätzungen und auf Basis konkreter Daten.

Dr.-Ing. Marc Blumenau, Frank Panter, thyssenkrupp Europe AG, Dortmund;

Dr.-Ing. Wolfgang Bilstein, Ansgar Berlekamp, Amepa GmbH, Würselen – Kontakt: ansgar.berlekamp@amepa.de