

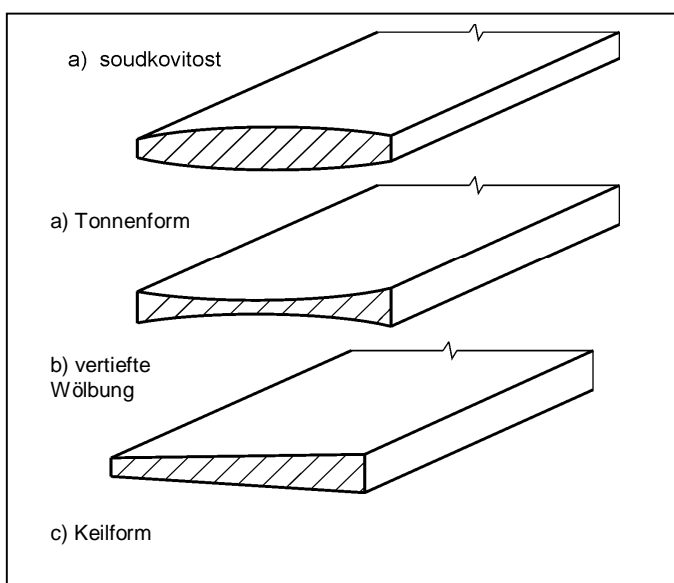
## MESSEN VON BANDPROFILIEN

**UVB TECHNIK s.r.o.**

**Autoren:** Ing. Robert Karásek, Ing. Pavel Vitoslavský

### EINLEITUNG:

Kein einziges, des am besten hergestellten Metallbandes kann die idealen geometrischen Formen, d. i. im Quer- und Längsschnitt des Rechtecks, die ideale Geradheit und die ideale Oberflächenebenheit erzielen. Das hergestellte Band wird immer diesem Ideal nahe kommen, so dass es schwierig ist, in Extremfällen die Unterschiede zu finden. Ein solches Band kann vom wirtschaftlichen Aspekt uninteressant sein. Deswegen werden die Bänder in Maß- und Formtoleranzen gefertigt, die durch die jeweiligen Normen vorgegeben sind. Für Grundtypen eines unvollkommenen Querbandprofils kann die Bombierung (Tonnenform) (siehe Bild Nr. 1 a), die vertiefte Wölbung (Bild Nr. 1 b) und die Keilform (Bild Nr. 1 c) gehalten werden.



*Bild Nr. 1 Grundtypen eines unvollkommenen Querbandprofils*

In der Praxis kommen jedoch mehrere weitere Typen zum Vorschein, zu denen auch diejenigen gehören, die z.B. infolge des Verschleißes oder der Beschädigung

der Arbeitswalzen des Walzgerüsts verursacht werden. Jedenfalls ist es vom Gesichtspunkt der

Produktionsqualität sowie wegen optimaler Nutzung der Arbeitswalzen erforderlich, das Querbandprofil zu verfolgen.

### EINGESETZTE MESSMETHODEN DER QUERBANDPROFILE

Derzeit wird das Bandprofil meistens auf ausgeschnittenen Proben mit Hilfe von Handmikrometern an einigen festgelegten Punkten gemessen, die Messwerte werden vorwiegend manuell in die Tabelle eingetragen und anschließend grafisch, bzw. auch mit Berechnung für die Bewertung des Musterprofils eingearbeitet. Diese Methode ermöglicht nur eine sehr grobe Darstellung des Bandprofils, und infolge der Messgenauigkeit und des Wechsels des Mitarbeiters, der die Messung vornimmt, können die einzelnen Proben miteinander nicht genau verglichen werden, um die kleinen Bandprofiländerungen beurteilen zu können. Als wesentlicher Nachteil zeigt sich auch der große Arbeitsaufwand der vorgenommenen Messungen.

Bei der Anwendung des X-Strahl-Dickemessers mit Scannermechanismus kann nur eine Orientierungsmessung des Bandprofils vorgenommen werden – infolge des sich bewegenden Bandes wird das Band in der Querrichtung gemessen, wodurch die Messung infolge der geänderten Dicke in der Längsrichtung entwertet wird. Auch im Falle des stillstehenden Bandes wird von einer Kante zur anderen Kante nicht ganz gemessen, darüber hinaus wird die Messung nicht punktiert, sondern durch die Durchleuchtung der Fläche von einigen Zentimetern Durchschnitt vorgenommen. Bei der Onlinemessung mit Hilfe der Mehrpunkt-X-Strahl-Dickemesser, die mehrere Detektoren im Messkopf haben, kann das Profil auch nur in einer begrenzten Punktmenge gemessen werden, und so steht wieder nur eine Orientierungsinformation über das Bandprofil zur Verfügung.

Die Onlinemessanlage Shapemeter, die direkt in die Fertigungsanlage eingebaut wird, gibt die Information über den Zug in den einzelnen Linien, die mit dem Bandprofil zusammenhängen, muss aber nicht unbedingt seine genaue Widerspiegelung sein. Diese Messung wird außerdem nur in einigen Sektionen vorgenommen. Dieses Gerät ist eine höchst nützliche Hilfe für die Querprofil- und Ebenheitssteuerung des Kaltbandes, es bietet jedoch keine Beurteilung von kleinen Profiländerungen, die z. B. durch die Abnutzung der Walzen verursacht werden.

Eine weitere, oft benutzte Offline-Messmethode von Bandprofil ist die Nutzung von Messtischen, auf denen die Dicke der eingespannten Probe mit dem beweglichen Messkopf erfolgt und der Messwert auf die Papierrolle der Aufzeichnungsanlage übertragen wird. Man kann auch kleine Bandprofiländerungen der einzelnen Proben vergleichen, es fehlt jedoch eine numerische Profilauswertung und Datenspeicherung. Eine oft auftretende Untugend dieser Anlage ist die Notwendigkeit einer mechanischen Einstellung nach der Messdicke und -breite der Probe.

### **MESSSYSTEM FÜR BANDPROFIL VON DER FIRMA UVB TECHNIK S.R.O.**

Das Messsystem MPP ist für die vollautomatische Messung der Profildicke von der ausgeschnittenen Metallbandprobe im Labor vorgesehen. Die neue Methode der vollautomatischen Messung des Bandprofils ermöglicht eine sehr einfache Einlegung der Messprobe in den Aufnehmer der Messanlage, in den sie geklemmt wird und dadurch wird bei der Messung die Rechtwinkligkeit der differential eingeschalteten Dickeberührungsgeber zur Fläche des gemessenen Bandes garantiert. Die Messung ist vollautomatisch – nach der Betätigung des Tasters fährt der Messkopf an die Messprobe und verschiebt sich über die ganze Bandbreite. Dabei liest die Auswertungseinheit die Dickewerte während des eingestellten Zeitabschnitts ein und wertet das Profil des Bandes aus. Der Messer muss nicht auf die nominal gemessene Banddicke und Bandbreite mechanisch eingestellt werden. Nachdem der Messkopf das Ende der Probe erreicht hat, wird die Messung automatisch beendet und der Messkopf kehrt wieder in seine Ausgangsposition zurück. Die Messdaten werden automatisch in die Auswertungseinheit auf der Basis eines PCs übertragen, auf dem Bildschirm wird das Bandprofil mit einer Genauigkeit von 1 µm angezeigt. Die Daten werden automatisch nach Standardformeln, mit denen die Keil- oder Tonnenform ermittelt wird, bzw. nach den vom Kunden definierten Formeln und Kriterien ausgewertet. Es besteht die Möglichkeit, das Messprotokoll in grafischer oder numerischer Form zu drucken, bzw. die Daten über das Netz in das übergeordnete System zu übertragen. Die Daten werden für den späteren Einsatz archiviert.



*Bild Nr. 2 MPP - Gesamtansicht*



*Bild Nr. 3 MPP - Spannzange für die Einlegung der Probe*

### **Die Auswertungseinheit ermöglicht**

- die Eingabe von Identifizierungsdaten der Messung (Name der Bedienungsperson, Bandbündnummer, Bandmaterial),
- die Eingabe des nominalen (Soll)-Wertes der Dicke und der zugelassenen Toleranzen,
- die digitale Anzeige des Messdicke (statisch und durchlaufend),
- die Anzeige des Abweichungsverlaufs von der nominalen Dicke (Bandprofilendiagramm: Abstand von der Kante / Abweichung der Dicke),
- **die Anzeige des Toleranzbildes für die Einhaltung der Geradheit** – nähere Erklärung weiter,
- **die arithmetische Parameterberechnung der Profilform** („crown“ – Bombierung, „wedge“ – Keilform, „feather edge“ – Kantenabschrägung,

„thickness differences“ – Abweichungen der Dicke)  
 – auf Anforderung können noch weitere  
 spezifizierte Formeln ins Programm integriert  
 werden,

- Protokolldruck in Tabellen- und grafischer Form,
- Archivierung der Messdaten auf HDD,
- Blättern der archivierten Daten in Tabellen- oder grafischer Form auf dem Bildschirm;

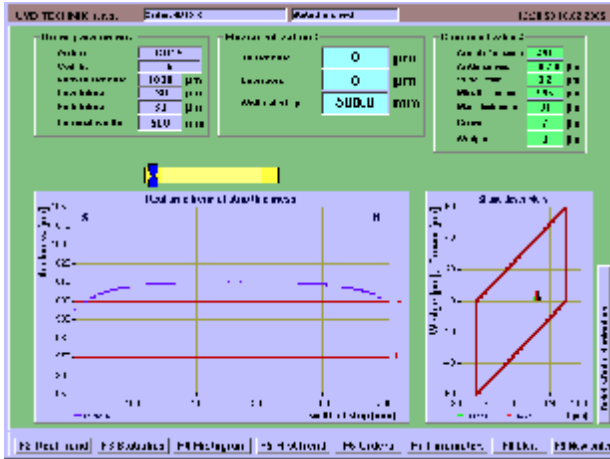


Bild Nr. 4 Programmdarstellung auf dem Bildschirm

<i>Technische Grundparameter</i>	
Dicke des Probandbands	max. 10 mm
Auflösung	0,001 mm
max. Dickemessfehler	± 1 µm
Periode der Probenahme	1 mm
max. Bandbreite (Länge der Probe)	Standardtypen 1500, 2000 mm
Betriebstemperatur	0 °C bis 45 °C

### TOLERANZBILD FÜR DIE EINHALTUNG DER GERADHEIT

Das Ergebnis der grafischen Darstellung auf dem Bildschirm und im Protokoll ist eine übersichtliche Anzeige der Größe der Bombierung C (Crown40) und der Keilform des Bandes W (Wedge40) auf dem Toleranzbild. Der Toleranzbereich ist sowohl vom Bereich der Grenzdicken T<sub>min</sub>, T<sub>max</sub>, als auch vom Bereich der Grenzbombierungen des Bandes (C<sub>max</sub>) begrenzt. Die resultierende Form des Toleranzbereichs (in den Koordinaten C – T) ist ein Rhombus – siehe das Bild – und die zulässigen Bombierungswerte des Bandes C bewegen sich im Bereich von:

$$T - T_{max} < C < T - T_{min}$$

wobei

$$T_{max} \geq T \geq T_{min}$$

$$C_{max} = T_{max} - T_{min}$$

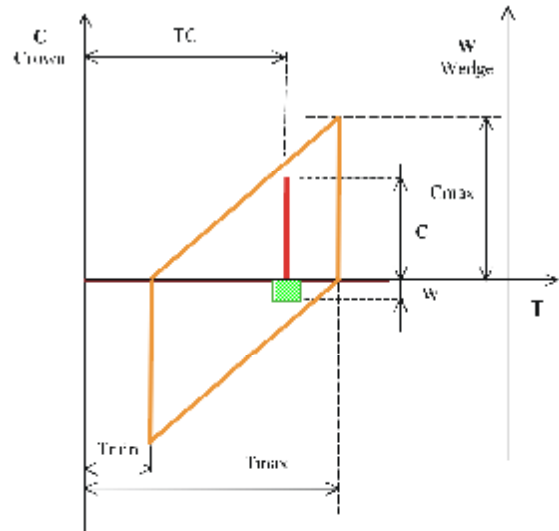


Bild Nr. 5 Toleranzbild für die Einhaltung der Geradheit

### GRUNDFORMELN FÜR DIE BERECHNUNG DER PROFILPARAMETER

#### Bombierung (crown)

Die Crown-Größe wird als Differenz der Dicke in der Mitte des Bandes und des Mittelwertes der Dicke 40 mm von der Bandkante berechnet:

$$Crown40 = TC - \frac{TN40 + TS40}{2}$$

#### Keilform (wedge)

Die Größe der Keilform wird als Differenz der Dicke 40 mm von der Bandkante berechnet:

$$Wedge40 = TN40 - TS40$$

#### Kantenabschrägung (feather edge)

Die Größe der Abschrägung wird als Differenz der Dicke zwischen den Punkten 5 mm und 100 mm von der Kante in Prozent angegeben:

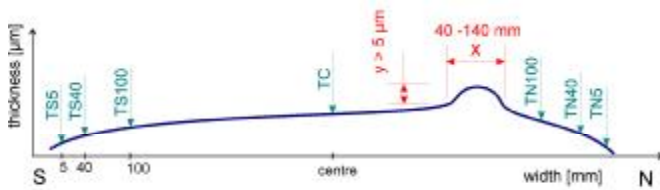
$$FeatheredgeN = \frac{TN100 - TN5}{TN100} * 100\%$$

$$FeatheredgeS = \frac{TS100 - TS5}{TS100} * 100\%$$

## High spot

Der „High spot“ ist die größte Spitzenhöhe in der imaginären theoretischen Bandprofilkurve und seine Größe gibt Auskunft über die Abnutzung der Arbeitswalzen. Das Programm führt die Bearbeitung von Messdaten durch, bildet das Modell des Idealprofils mit der Kurve zweiter Ordnung und anschließend sucht es die mögliche Präsenz des HIGH SPOT in den Daten des gemessenen Profils. Die Lokalisierung des HIGH SPOT ist durch die Erfüllung folgender Voraussetzungen bedingt (siehe das Bild):

Breite 40-140 mm, min. Höhe 5 µm



TC = Dicke in der Mitte  
 TN5 = Dicke der Nordseite 5 mm v.d. Kante  
 TN40 = Dicke der Nordseite 40 mm v.d. Kante  
 TN100 = Dicke der Nordseite 100 mm v.d. Kante  
 TS5 = Dicke der Südseite 5 mm v.d. Kante  
 TS40 = Dicke der Südseite 40 mm v.d. Kante  
 TS100 = Dicke der Südseite 100 mm v.d. Kante

Bild Nr. 6 Bandprofildigramm

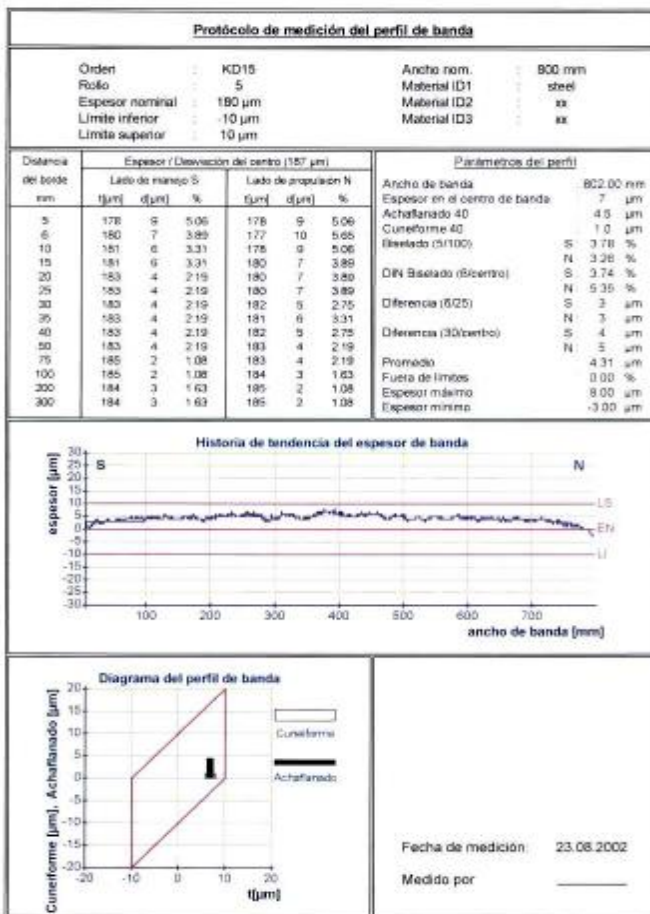


Bild Nr. 7 MPP- Messprotokoll

## ANWENDERERFAHRUNGEN

Die Qualitätsabteilung der Gesellschaft ARCELOR, in der zwei Bandprofilmessgeräte MPP angewendet werden, beantwortete uns ein paar Fragen betreffend der Verwendbarkeit dieser Anlagen in der Praxis. Es muss dazu bemerkt werden, dass es sich um konkrete Anwendungsfälle im Walzwerk handelt, in dem Breitbandstahl produziert wird, wobei das erste Profilmessgerät MPP in der Qualitätsabteilung der Tandemwalzstraße und der Beizanlage und das zweite in der Dünnbandabteilung eingesetzt werden, die in diesem Fall den anschließenden Produktionsschritt darstellt, und deswegen können die nachstehend angeführten Informationen selbstverständlich nicht für alle Materialtypen und Produktionsverfahren verallgemeinert werden:

### 1. Warum kauften Sie das Messgerät und wozu nutzen Sie es:

Den Bedarf an Profilmessgeräten ruft besonders die Produktion einiger Walzmaterialsorten hervor, bei denen es notwendig ist, die Differenz zwischen der Dicke an den Kanten und in der Mitte des Bandes zu überwachen. Beispielsweise das DWI-Material (maximal homogener Stahl mit hoher Reinheitsstufe und mit niedriger Anisotropie, der zum nachfolgenden Tiefziehen angewandt wird) ist das übliche Material für die Herstellung von Blechdosen für die Lebensmittelprodukte (Coca-Cola, Bier u.ä.). Infolge zu großer Dickendifferenzen an der Kante und in der Mitte des Bandes kann es bei der Herstellung dieser Blechdosen zu Fehlerzeugnissen kommen (unterschiedliche Dosenhöhe).

### 2. Welches Verfahren wird bei der Datenauswertung genutzt:

Direkt auf der Kaltbandwalzstraße wird das Bandprofil mit Hilfe des X-Strahlmessers, mit sog. Scanning gemessen (das Band ist in Bewegung, das Messgerät übt eine geradlinige Kkehrbewegung in der zur Walzrichtung senkrechten Richtung aus) und diese Messergebnisse werden anschließend mit dem Profil verglichen, das mit dem Profilmesser im Labor gefertigt wurde. Die wichtigsten kontrollierten Daten sind die Bombierung CROWN und HIGH SPOT. Die Bombierung CROWN ist die Angabe, die Informationen über die Qualität des Walzgutes liefert, wobei man bemüht ist, den Mindestwert zu erreichen. Das Profil konvergiert dabei zu einer Ebenheit von 100 %, mit der jedoch einige Risiken in der Praxis verbunden sind, z. B. eben das Vorkommen von HIGH SPOT, d.i. eine Erscheinung, die dagegen eine übermäßige Abnutzung der Walze im Walzgerüst signalisiert. Die Keilform WEDGE gehört zwar zu den von der Qualitätsabteilung des Dünnbleches kontrollierten Werten, aber nur wegen der Information, die an die Warmwalzproduktion des Eingangsmaterials zurückgeleitet wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Kein zeitgenössisches Warmwalzwerk kann die Querprofilmessung des Bandes entbehren und die jeweilige Qualitätsabteilung führt diese Messung mindestens mit der einfachsten Methode durch. Das bedeutet, dass die Dickenwerte in festgelegten Abständen von beiden Kanten und in der Mitte mit dem Handmikrometermesser gemessen werden und die Messergebnisse in die Tabelle eingetragen werden. Auf dieser Grundlage wird das Diagramm des Querbandprofils erstellt und nach den festgelegten Formeln werden die einzelnen Werte der Unvollkommenheit des Profils, bzw. weitere statistische Angaben ermittelt.

Das MPP-Messgerät ist eine Komplexanlage, die die mühsame und langwierige Messung mit dem Risiko einiger Fehler- und Ungenauigkeitstypen eliminiert, die die manuelle Messung mit sich bringt, und sogar im Vergleich mit den bisherigen Labormessgeräten dieses Typs gleich ein paar Neuerungen darstellt.

Die Probe wird in das Messgerät eingespannt und die Schutzkappe wird geschlossen. Danach führt das Messgerät eine Dickemessung auf jedem Millimeter der Bandbreite mit kontinuierlicher Kontaktmethode durch, und dadurch wird der ausreichend genauere Verlauf des Bandprofils sichergestellt. Im Augenblick der Beendigung der Messung ist außerdem das

Messprotokoll, einschl. des Diagramms und aller notwendiger Werte verfügbar, bzw. sind die Daten im Computernetz sofort zugänglich. Die Professionellen werden eine ganze Reihe Details würdigen, die die Arbeit mit dem Messgerät und Programm erleichtern, wie z. B. die genaue Diagrammbezeichnung nach der Lage des Bandes zum Walzgerüst (die Antriebs- und Bedienungsseite, bzw. die Bezeichnung Norden und Süden), die mögliche Definierung und Planung von Messungen einzelner Bunde, die mögliche Suche im Archiv aller gemessenen Bunde, die Selektion nach den festgelegten Kriterien (z. B. nach dem Datum, der Dicke, dem Material oder dem Kunden) oder das Blättern nach einzelnen Messwerten der Dicke im ganzen Bereich jedes einzelnen Diagramms auf dem Bildschirm mit Hilfe zwei beweglicher Cursor unter der gleichzeitigen Anzeige des Abstands von der Bandkante, der Dicke und der Abweichung von dem Nominalwert.

Der Messkopf als solcher wird trotz der wenig anspruchsvollen Arbeitsbedingungen im Labor vom optischen Sensor für die Überwachung der Probe positioniert und vom Autodiagnosesystem geschützt, mit dem der Arbeitsmodus des Messgeräts ohne Unterbrechung ausgewertet wird. Dank der sorgfältigen Lösung jedes Details ist ein wirklich effektives und gleichzeitig auch wirtschaftlich interessantes Messgerät auf dem Markt erschienen, das immer mehr Interesse der Metallbandhersteller wach ruft.