



TopPlan

Planheits- und Ebenheitsmessung

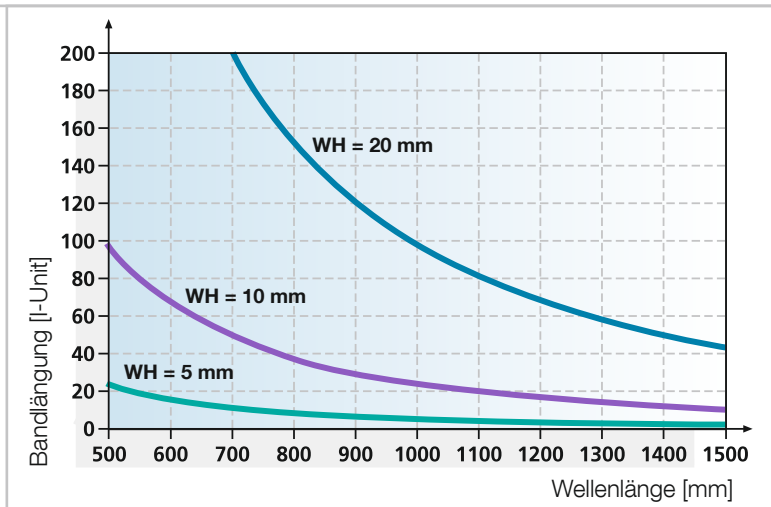
Broschüren zu anderen Produkten finden Sie auch im Downloadbereich unserer Internetseite www.ims-gmbh.de.

Inhalt

| | |
|-----------|----------------------------------------------------|
| 4 | Systembeschreibung Planheits- und Ebenheitsmessung |
| 5 | TopPlan – Messprinzip |
| 6 | Anwendung Grobblech |
| 7 | Messstellen Grobblech |
| 8 | Anwendung Warm- und Kaltband |
| 9 | Messstellen Warm- und Kaltband |
| 10 | Visualisierung Planheit und Ebenheit |
| 11 | Auswertung Planheit und Ebenheit |

Systembeschreibung

Planheits- und Ebenheitsmessung



Planheitsfehler bei vorgegebener Wellenlänge und verschiedenen Wellenhöhen WH, typische Bandlänge im Warmbandbereich

Leistungsmerkmale

- Berührungslose, dreidimensionale Messung von Planheit, Ebenheit, Längs- und Querbogen, Materialbreite
- Hohe Messwertauflösung, großer Messbereich
- Messung an ruhenden und bewegten Blechen und Bändern
- Messung bei Umgebungs- und Walztemperatur
- Flexible Anpassung an betriebliche Installationsbedingungen

Das Messsystem *TopPlan* ermöglicht unter Anwendung des Streifenprojektionsverfahrens auf flachen Materialien eine dreidimensionale, lückenlose und flächenhafte Erfassung der Höhenverteilung über die Länge und Breite. Die Größe des Messfeldes berücksichtigt mögliche Bandlagen in horizontaler und vertikaler Richtung. In der Auswertung der Messergebnisse wird zwischen Planheits- und Ebenheitsmessung unterschieden.

Einsatzgebiete

- Grobblechwalzwerk (Reversiergerüst, Warm-/und Kaltrichtmaschine, Scherenlinie und Adjustage)
- Warmwalzwerk (Fertigstraße und Haspel)
- Bandbehandlungsanlagen (Beize, Verzinkung, Scherenanlagen, Verzinnung usw.)
- Offline-Messung zur Qualitätssicherung außerhalb von Produktionsanlagen

Die Messdaten werden online und berührungslos mit Hilfe einer CCD-Matrix-Kamera aufgenommen. Die industrielle und robuste Ausführung garantiert eine hohe Zuverlässigkeit im Produktionsablauf.

Hohe Materialtemperaturen, Lageänderungen sowie widrige Umgebungsbedingungen werden bei der Auslegung der Messsysteme berücksichtigt.

Leistungsfähige Bildverarbeitungsverfahren führen mathematische Auswertungen der Streifen durch und bestimmen die Planheit, Ebenheit und Form des Messgutes.

Planheitsmessung

Die Messergebnisse dienen als Stellgröße zur Regelung der Produktionslinie und beeinflussen somit den Walzspalt der Gerüste. Dadurch werden Planheitsfehler weitgehend minimiert.

Ebenheitsmessung

Als wesentliches Qualitätsmerkmal wird die Ebenheit über den gesamten Produktionsprozess überwacht und optimiert. Messergebnisse die-

nen als Stellgrößen für Walz-, Richt- und Kühlprozesse.

Aufbau

Das Messsystem besteht im Wesentlichen aus den Komponenten:

- Messstelle mit Kamera(s) und Projektor(en)
- Rechnersystem aus den Komponenten der Systemfamilie MEVInet
- Kalibriermittel

Die Datenübertragung der Kamerasignale zum Auswertesystem erfolgt über Lichtwellenleiter.

In einem Schaltschrank sind Rechnersysteme für unterschiedliche Aufgaben integriert. Das Rechnersystem *MEVInet-M* übernimmt das Datenmanagement und sorgt für einen korrekten Datenaustausch zwischen den systemeigenen Rechnern und übergeordneten Prozessleitrechnern. Die Messdaten werden von einem Bildverarbeitungsrechner ausgewertet und visualisiert.

TopPlan Messprinzip

Die Grundlagen der topometrischen 3D-Messverfahren sind seit langem bekannt und werden in der Projected-Fringe-Technik seit Jahrzehnten praktisch eingesetzt. Erst mit der Verfügbarkeit heutiger Bildverarbeitungssysteme, hochauflösender CCD-Kameras sowie der Adaption der aus der Interferometrie bekannten Verfahren der Streifenanalyse konnte das Potential der topometrischen Messverfahren in industriegeeignete Systeme umgesetzt werden.

Der Oberbegriff Topometrie umfasst eine Gruppe von bildgebenden 3D-Messverfahren, die folgende gemeinsame Merkmale aufweisen:

- Messen mit strukturierter Beleuchtung
- bildhafte Erfassung von 3D-Messdaten
- dynamische Messwertaufnahme
- rechnergestützte Online-Verarbeitung

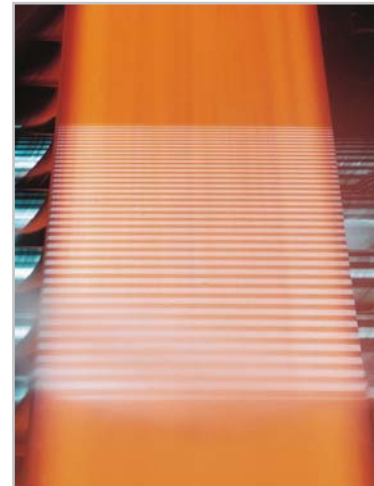
Projected-Fringe-Technik

Mit einem Projektor wird unter Verwendung eines Dias ein Streifenmuster auf das Material projiziert und von einer CCD-Matrix-Kamera aufgenommen. Abweichungen von der Referenzebene (Rollgang) durch Wellen im Material führen zu Verzerrungen der projizierten, geradlinigen Streifen. Dieser Effekt wird zur Berechnung der Höhenverteilung genutzt.

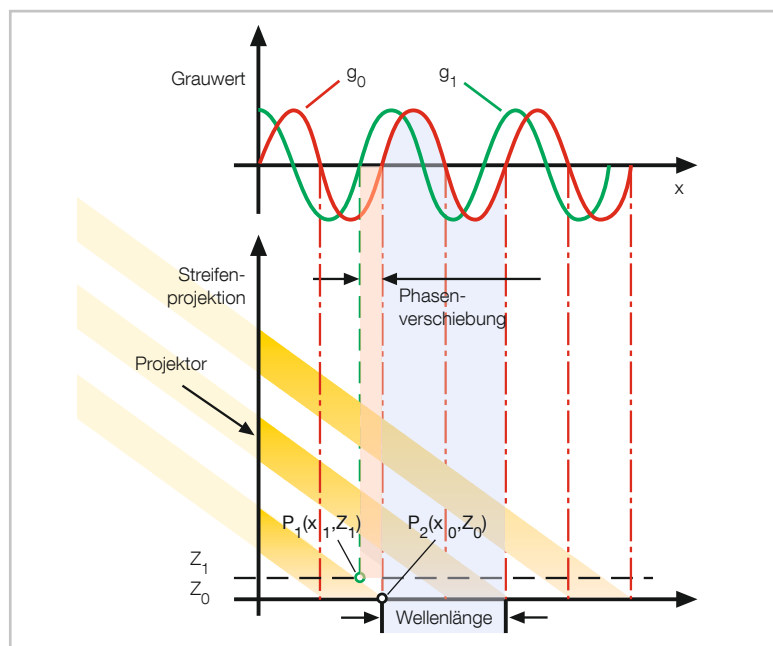
Auf dem Dia ist ein aperiodisches Gitter aufgebracht. Das projizierte Streifenmuster wird von der Kamera mit konstanten Streifenabständen über das gesamte Messfeld erkannt. Die Systemauflösung ist abhängig von der Messstellengeometrie und den eingesetzten optischen Komponenten.

Phasen-Shift-Methode

Der Abstand der Streifen entspricht einem für das Messsystem



charakteristischen Höhenwert und wird als Empfindlichkeit bezeichnet. Bei dem Streifenprojektionsverfahren wird die Empfindlichkeit mit einem Probekörper bekannter Form nachgewiesen. Zur Streifenanalyse wird ein dynamisches Verfahren angewendet, das die Verschiebung der Phase zwischen Referenzebene und Prüfobjekt berücksichtigt (Phasen-Shift-Methode).



Auswerteprinzip

Auswerteprinzip

Ein Projektor projiziert unter einem Winkel Streifen auf eine ebene Fläche (Höhe $Z=0$, Referenzebene). Eine senkrecht über der Projektion angeordnete Kamera detektiert das Streifenmuster.

Das Bild der Kamera stellt die Grauwerte (g) der einzelnen Streifen als sinusförmigen Verlauf dar $g_0(x_0, Z_0)$. Durch Anheben der Referenzebene auf eine bestimmte Höhe Z_1 verschieben sich die projizierten Streifen im Grauwertbild $g_1(x_1, Z_1)$.

Aus der resultierenden Phasenverschiebung der beiden Grauwertverläufe g_0 und g_1 kann direkt die Höhe Z_1 ermittelt werden (s. Abb. „Auswerteprinzip“).

Anwendung Grobblech



von oben nach unten:
Streifenprojektion auf einem Messtisch
Ebenheits- und Außenkonturmessung im
Auslauf des Kühlbettes

Grundlagen

Im Grobblechbereich ist die Ebenheit ein wesentliches Qualitätsmerkmal. Die Ebenheit wird bestimmt durch Längungsunterschiede über die Blechbreite und Formfehler wie Skibildung, Wellen oder Querbögen.

Grobbleche sind in der Regel Endprodukte. Bei ihrer Herstellung beeinflusst eine Vielzahl von Bearbeitungsschritten die Ebenheit der Bleche.

- Walzen
- Wärmebehandlung
- Abkühlen
- Schneiden / Besäumen
- Richtprozesse warm und kalt

Mit der automatisierten Ebenheitskontrolle wird jedoch nicht nur die Qualität der fertigen Bleche dokumentiert. Auch der Produktionsprozess kann systematisch untersucht werden. Durch eine gemeinsame Auswertung von Messergebnissen verschiedener Ebenheitsmesssysteme, (z.B. hinter Fertigerüst und Kühlstrecke) kann die Entwicklung der Ebenheit über mehrere Produktionsstufen hinweg deutlich verbessert werden.

Messorte

Um den Einfluss der einzelnen Behandlungsschritte beurteilen und weitere Bearbeitungsschritte ableiten zu können, bieten sich für eine Ebenheitsmessung folgende Messorte an:

- Auslauf Walzgerüst
- Ein- / Auslauf Warmrichtmaschine
- Ein- / Auslauf Kühlstrecke
- Einlauf Scherenlinie
- Ein- / Auslauf Kaltrichtmaschine
- Adjustage

Systemaufbau

Das Messfeld erfasst die gesamte Breite. Im Grobblechbereich sind die Systeme daher durch Messgutbreiten bis zu 6m erheblich aufwändiger gestaltet als vergleichsweise im Warm- und Kaltbandbereich. Auf Basis des Grundaufbaus mit einer Kamera und einem Projektor wurde auch der Einsatz mehrerer Projektoren oder Kameras entwickelt. Auch ein weiteres Spektrum von Sensoren ermöglicht eine flexible Anpassung an örtliche Gegebenheiten wie Raumangebot und Kranverkehr.

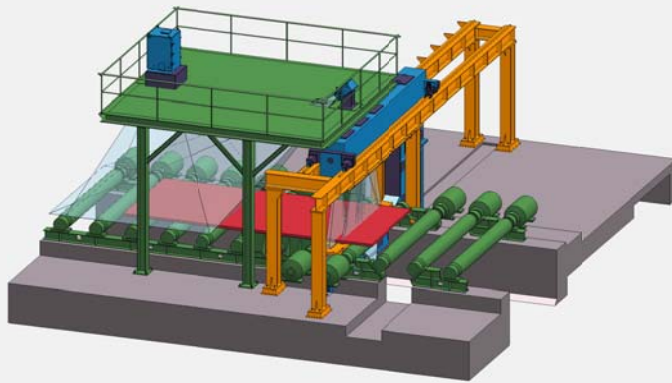
Außenkonturmessung vor den Scheren

Ein Anwendungsfall für eine Ebenheitsmessung in Verbindung mit einer Breitenmessung stellt die Außenkonturmessung von Blechen dar. Neben der Ebenheitserfassung stellt dieses Messsystem einen Außenumriss des Bleches zur Verfügung. Aus diesen Werten und weiteren Informationen, (z.B. Dicken- und Temperaturverläufe), werden die optimalen Schnitte in der anschließenden Blechteilung und Besäumung bestimmt.

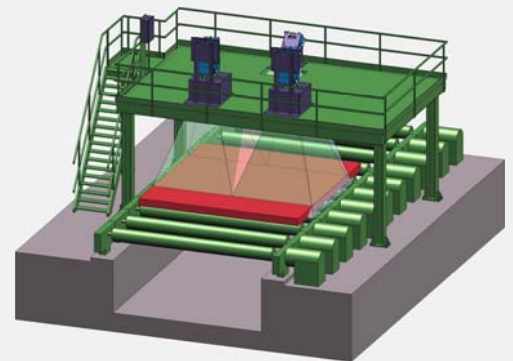
Messung am ruhenden Blech

Je nach Aufgabenstellung muss die Ebenheit der Bleche beim Transport oder ruhend erfolgen. Bei der ruhenden Messung hat sich ein Messsystem aus kombinierten Projektor-/Kamera-Paaren mit identischer Einzelgeometrie bewährt. Dieses System erfasst mit vier Einzelsystemen die gesamte Oberfläche von Grobblechen und kombiniert diese zu einem Gesamtbild.

Messstellen Grobblech



*TopPlan-System in der Grundversion
(ein Projektor und eine Kamera)*



*TopPlan-System auf einer Plattform
(zwei Projektoren und eine Kamera)*

Das TopPlan-System kann aufgrund seiner modularen Bauweise flexibel an Messbereiche und Umgebungsvorgaben angepasst werden.

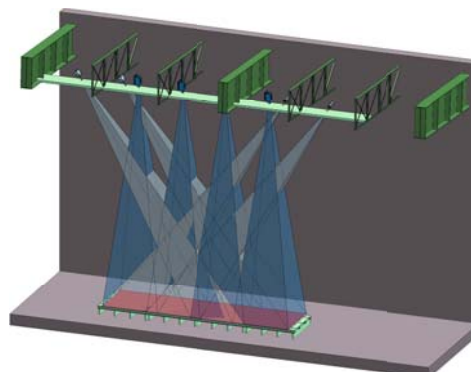
In der Grundversion wird *ein* Projektor und *eine* Kamera verbaut. Im Beispiel oben wurde die Ebenheitsmessung zusammen mit der Dickenprofilmessung im Auslauf des Fertigerüstes integriert.

Bei begrenztem Raumangebot können zwei Projektoren in Verbindung mit einer Kamera (s. Abb. oben rechts) zum Einsatz kommen.

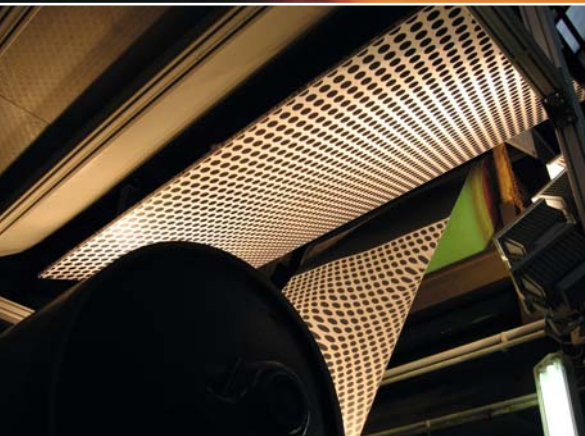
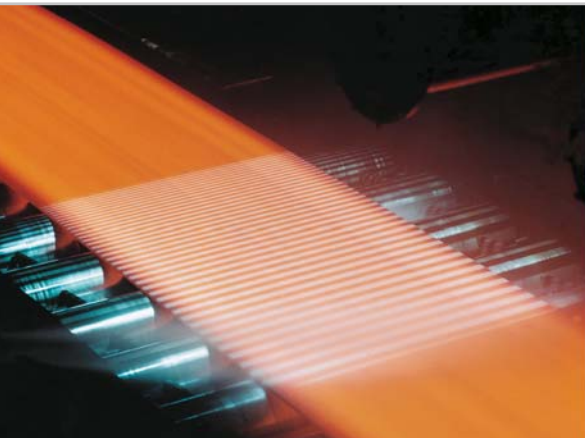
Bei diesem Beispiel wurde neben der Ebenheitsmessung zwischen Kamera und Projektoren noch eine Breitenmessung integriert. Die Kombination beider Messsysteme liefert neben der Ebenheit auch den Außenriss der Bleche.

Bei der unten gezeigten spezifischen Anwendung ist eine wesentliche Voraussetzung, dass die Messung des gesamten Bleches auf einer ebenen Unterlage (Messtisch) ruhend erfolgt. Zur Lösung dieser Aufgabe werden vier Systeme kombiniert.

*TopPlan-System
Messung am ruhenden Blech*



Anwendung Warm- und Kaltband



von oben nach unten:
TopPlan
TopPlan Reflect/Hybrid
TopPlan Fertigstraße

Grundlagen

Eines der wesentlichen Qualitätsmerkmale des Warmbands ist die Planheit unmittelbar nach der Fertigstraße. Änderungen der Planheit ergeben sich hier insbesondere durch die Bandkühlung, das Auf- und Abwickeln und weitere Prozessschritte.

In der Warmbandstraße ist eine hochgenaue und hoch verfügbare Planheitsmessung nur ohne Bandzug realisierbar. Auf dem Weg des Bandkopfes vom letzten Gerüst bis zum Haspel muss die Planheit erfasst und ausgeregelt werden. Das bedingt eine schnelle und zuverlässige Messtechnik, wie sie das TopPlan System bietet, sowie entsprechend leistungsfähige Regelsysteme für die Gerüsteinstellung.

Messorte Warmbandstraße

Generell befindet sich die Planheitsmessung im Auslauf der Fertigstraße nahe dem letzten Gerüst. Die Komponenten Projektor und Kamera befinden sich entweder in einem Messhaus oder auf einer Plattform.

Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, eine Planheitsmessung nahe am Haspel zu installieren. Diese Messung erfasst die Planheit des zuglosen Bandendes nach Abkühlung in der Laminarkühlung.

Messort Beize

Vor der Beize wird das einlaufende Warmband im zuglosen Zustand gemessen. Ein idealer Messort, um die Planheit zu erfassen und den Streckbiegerichter einzustellen.

Systemaufbau

Das Messfeld erfasst die gesamte Rollgangsbreite. Ein Projektor und eine Kamera sind für Mittel- und Breitbandstraßen erforderlich, um die geforderte hohe Auflösung in allen drei Dimensionen zu erzielen.

Die Anordnung dieser Komponenten ist sehr variabel und adaptierbar an die vorhandenen Gegebenheiten.

TopPlan Reflect/Hybrid

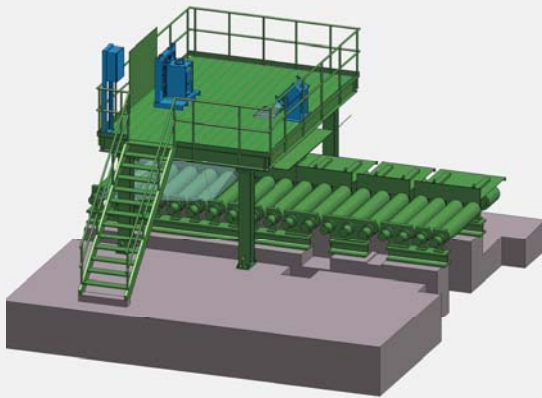
Für reflektierende, glänzende Oberflächen muss ein anderes Messprinzip angewandt werden. In der Produktionslinie wird eine Platte mit einem definierten Muster so angeordnet, dass es sich auf der Bandoberfläche spiegelt. Die Verzerrung des Musters im Kamerabild bei bewegtem Band ist ein Maß für die Höhenverteilung und damit der Planheit. Bei wechselnden Oberflächeneigenschaften werden TopPlan und TopPlan Reflect kombiniert zu TopPlan Hybrid. Anwendungen finden sich im Bereich Nichtrostend, Aluminium und Buntmetalle.

Messung am ruhenden Band

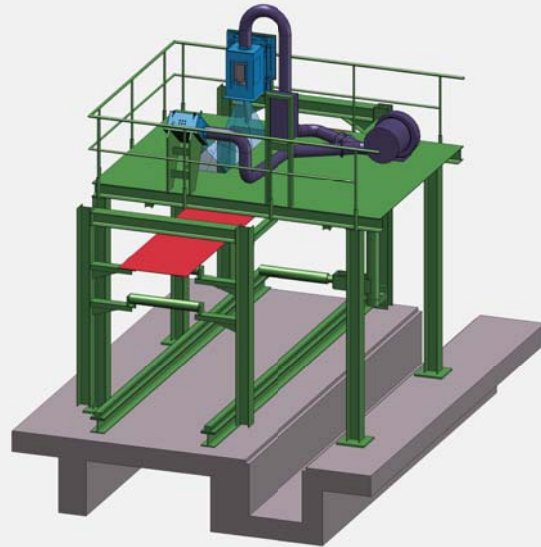
Gegenüber Systemen, die auf Lasertriangulation basieren und nur punktuell messen, bietet TopPlan die Möglichkeit, am ruhenden Band zu messen. Hier wird die Höhenverteilung über eine größere Fläche und nicht nur punktuell über eine einzelne Linie zeitgleich erfasst. Dieser Vorteil wird für Probenmessungen in Adjustagelinien oder bei der Produktendkontrolle genutzt.

Messstellen

Warm- und Kaltband



Beispiel für eine Warmbandstraße



Beispiel für eine Kaltbandstraße (Beizlinie)

Warmband

Warmbandstraßen verfügen in aller Regel über mindestens eine optische Planheitsmessung im Auslauf der Fertigstraße.

Bei der Einplanung der Messsysteme wird der verfügbare Raum analysiert und die Einbauorte für die Komponenten festgelegt.

Kamera und Projektor sind bzgl. der optischen Komponenten sehr variabel. Die geometrische Anordnung der Komponenten wird hierdurch sehr flexibel.

Es werden den Umgebungsbedingungen entsprechende Gehäuse eingesetzt, die in Messhäusern und/oder auf Plattformen zum Einsatz kommen.

Kaltband

In Produktionslinien im Kaltbandbereich wird TopPlan an Messorten integriert, an denen niedrige Bandzüge vorherrschen.

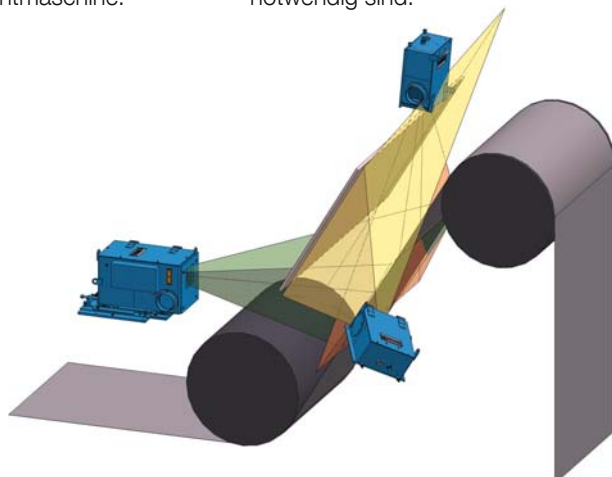
Wie bei Warmband-Applikationen wird die Messgeometrie durch eine Kombination passender Optiken und geometrischer Anordnung realisiert.

Im Beispiel oben ist TopPlan in einer Beizlinie integriert. Die Messwerte dienen als Stellgröße für eine nachgeschaltete Richtmaschine.

Bei Materialien mit spiegelnden Oberflächen ist ein anderes Messverfahren notwendig, da das Projektorlicht hier nicht diffus gestreut wird.

Für diesen Anwendungsfall ist ein Verfahren entwickelt worden, welches auf spiegelndem und auf diffus streuendem Material gleichermaßen funktioniert (s. Abb. unten).

Diese kombinierte Anwendung deckt ein wechselndes Produktspektrum ab, ohne dass Änderungen oder Voreinstellungen durch den Betreiber notwendig sind.



Beispiel für eine Kaltbandstraße

Visualisierung Planheit und Ebenheit

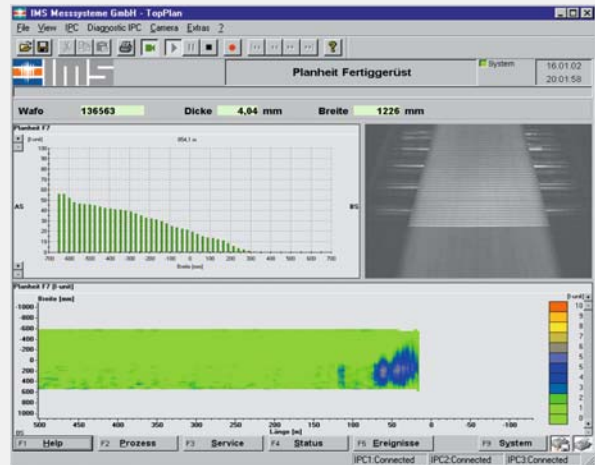
Prozess

In dem Prozessbild sind die aktuellen Messergebnisse einer Messstelle dargestellt.

Im oberen linken Bildausschnitt wird die Längungsverteilung über der Bandbreite in Form eines Balkendiagramms dargestellt.

Im rechten oberen Bildausschnitt zeigt die Kamera kontinuierlich die aktuelle Situation an der Messstelle. Somit ist ein direkter Vergleich zwischen der Kurvendarstellung und dem Messobjekt möglich.

In der unteren Bildhälfte wird die Längungsverteilung in Falschfarben dargestellt. Alle ausgewerteten Bilder werden über die Bandlänge aneinandergesetzt, so dass ein vollständiges Abbild des Messobjekts zu erkennen ist.



Prozessbild

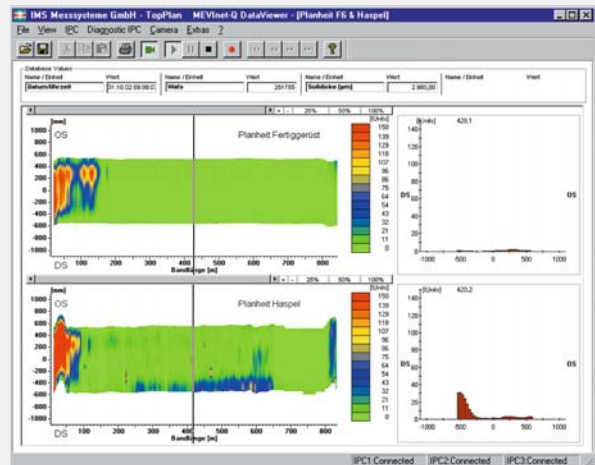
Langzeitspeicherung

Die Abbildung zeigt eine typische Darstellung der Bandplanheit im Langzeitarchiv von zwei verschiedenen Messstellen in einer Warmbandstraße.

Obere Bildhälfte: Auslauf Fertigstraße

Untere Bildhälfte: Einlauf Haspel

Mit der Cursorfunktion kann jede beliebige Stelle in der Darstellung des Bandes angewählt werden. Im nebenstehenden Balkendiagramm wird entsprechend die Längung angezeigt.

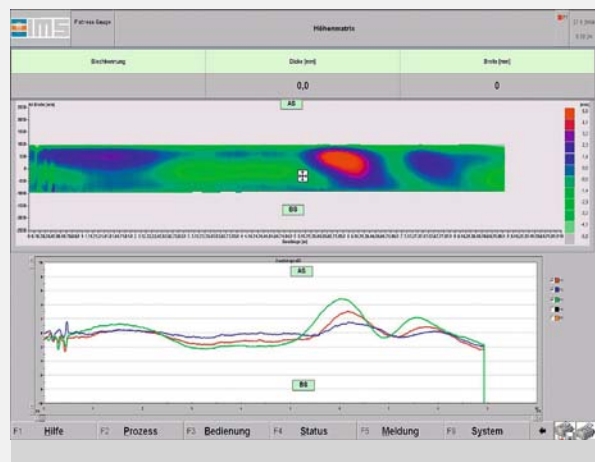


Typische Darstellung der Bandplanheit im Langzeitarchiv

Ebenheit

Im oberen Teil wird die Höhenmatrix des Bleches angezeigt.

Im unteren Teil sind Höhenverläufe in bis zu fünf Längsspuren darstellbar.

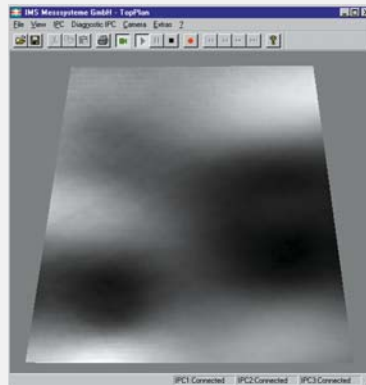


Höhenverteilung als Falschfarbenbild und Höhenverläufe über die Blechlänge

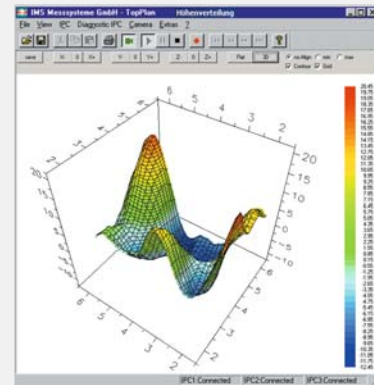
Auswertung Planheit und Ebenheit

Höhenverteilung

Darstellung von ausgewerteten Bildern.



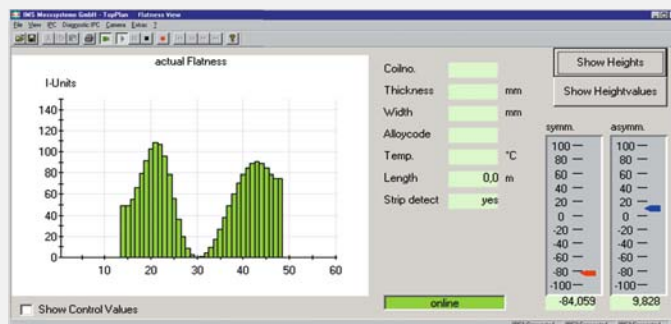
Grauwertbild



3D-Höhenverteilung

Bandplanheit

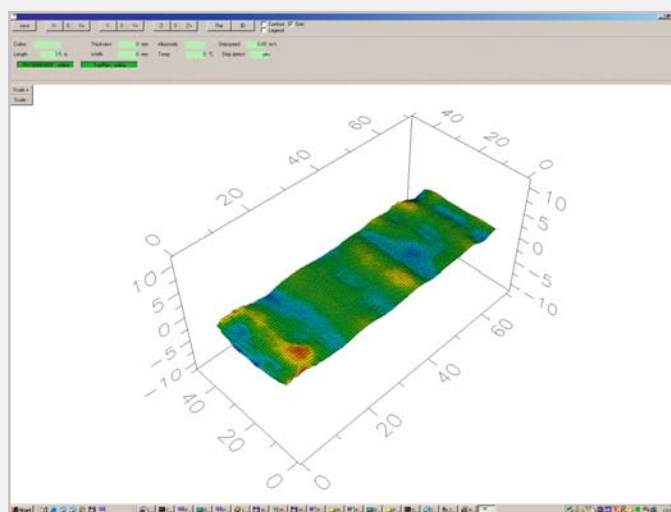
Schnelle Live-Darstellung der Bandplanheit und der Signale Symmetrie und Asymmetrie für die Regelung.



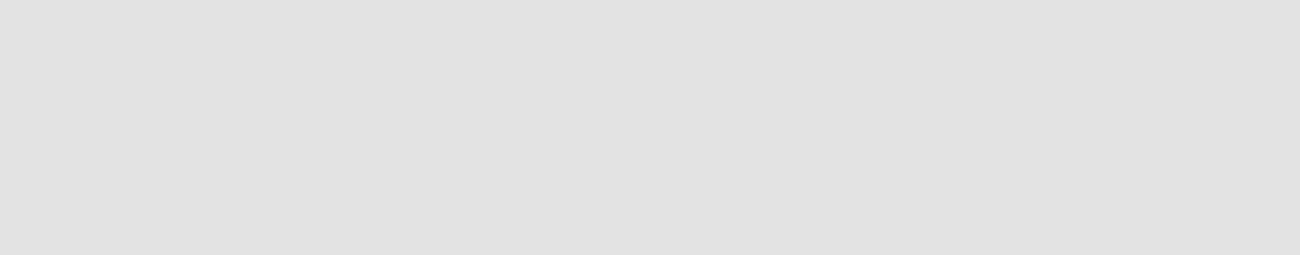
Aktuelle Messwertdarstellung

Blechebenheit

Die einzelnen Aufnahmen werden nach dem Durchlauf zu einer Gesamtaufnahme zusammengefügt.



Höhenmatrix eines Grobbleches



IMS Messsysteme GmbH

Dieselstraße 55
42579 Heiligenhaus

Postfach 10 03 52
42568 Heiligenhaus

Deutschland

Telefon: +49 2056 975-0
Telefax: +49 2056 975-140
E-Mail: info@ims-gmbh.de
Internet: www.ims-gmbh.de