

**Zeitschrift:** Mittex : die Fachzeitschrift für textile Garn- und Flächenherstellung im deutschsprachigen Europa  
**Band:** 103 (1996)  
**Heft:** 5

**Artikel:** Berührungslose Geschwindigkeitsmessung in der Textilindustrie  
**Autor:** Bock, Ulrich  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-678660>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Berührungslose Geschwindigkeitsmessung in der Textilindustrie

Dr. Ulrich Bock, TU Chemnitz-Zwickau, Fakultät für Maschinenbau und Verfahrenstechnik

**Die exakte Feststellung der Warengeschwindigkeit und der aus ihr berechenbaren Lauflänge ist in vielen Textilprozessen von grosser Bedeutung. Dazu zählen die Wareneingangskontrolle am Warenwickler in der Textilveredlung, die Erfassung von Längenänderungen als Folge von Dehnungs- und Schrumpfungprozessen, die exakte Messung der hergestellten textilen Warenbahnlänge für einen Kunden sowie Warengeschwindigkeitsmessung beim Materialdurchsatz durch Färbebäder oder Beschichtungsanlagen.**

## 1. Notwendigkeit und Ziel der Entwicklung

In der textilen Praxis existiert heute keine preisgünstige Messtechnik zur Geschwindigkeits-/Lauflängenmessung mit ausreichend hoher Genauigkeit. Die Preise der auf dem Markt angebotenen berührungslosen Längenmessgeräte liegen zwischen 15 000 DM und 45 000 DM.

Zur Bestimmung der Lauflänge werden üblicherweise berührende Messverfahren, die nach der Abrollmethode arbeiten, eingesetzt. Bei derartigen Messverfahren bestimmen die Reibungs- und Schlupfverhältnisse die Messgenauigkeit. Es ergibt sich dabei meist ein negativer systematischer Längenmessfehler, da die Vorschubgeschwindigkeit des Messgutes grösser als die Umfangsgeschwindigkeit des Messrades werden kann.

Ausserdem liegen Oberflächenfehler vor, die aus dem Eindringen des Messrades in die weiche Messgutoberfläche infolge zu hoher Andruckkraft resultieren. Daraus ergibt sich ein positiver systematischer Längenmessfehler. Die bei berührenden Messungen auftretenden Messfehler liegen in der Grössenordnung von 5%.

Wünschenswert ist daher eine genaue, robuste und zuverlässige berührungslose Längenmesstechnik ohne unmittelbaren Kontakt (weder form- noch kraftschlüssig) zum Messgut, die mit der textilen Produktion kostenver-

träglich ist. Der Fehler sollte unter 0,5% liegen.

## 2. Grundgedanken des verwendeten Messverfahrens:

Ein sinnvoller Ansatz ist möglich durch eine berührungslose Geschwindigkeitsmessung bei fester Messperiode, so dass sich die Lauflänge als Produkt von Warengeschwindigkeit und Messdauer ergibt. Zur Geschwindigkeitsmessung wurde das Laufzeit-Korrelationsverfahren angewendet. Korrelieren heisst dabei, anschaulich ausgedrückt, eine Ähnlichkeit feststellen. Dieses Verfahren beruht auf der Messung der Laufzeit  $T$  zwischen zwei festen Messpunkten, die in einem bekannten Abstand  $L$

in Bewegungsrichtung hintereinander angeordnet sind. Anders als bei der landläufigen Geschwindigkeitsmessung wird hier nicht die Bewegung eines einzelnen Objektes gemessen, sondern die Messfühler erfassen die stochastische Grösse Oberflächenrauheit (als unterschiedliche Grauwerte) und erzeugen kontinuierliche stochastische (Spannungs-)Signale. Diese Signale sind ähnlich, im Idealfall identisch und um die Laufzeit  $T$  gegeneinander verschoben.

Ein Korrelations-Messsystem besteht aus zwei Teilen :

- zwei optische Sensoren zur Abtastung des Grauwertverlaufes der Warenbahnoberfläche
- einem Korrelationsrechner, der die beiden Eingangssignale kreuzkorreliert (Abb 1).

Der prinzipielle Vorteil besteht dabei darin, dass hier das bei anderen Messverfahren störende Rauschen als Messsignal dient. Die an den zwei in definiertem Abstand längs der Bewegungsrichtung der Warenbahn angeordneten Messstellen über optische Sensoren erfassten Grauwertverläufe werden in zwei Verläufe elektrischer Spannungen gewandelt. Bei entsprechend klein gewähltem Detektionsfleck (Durchmesser je nach der Stoffstruktur etwa 0,5 bis 3,0 mm) werden dabei im Grauwert- bzw. Spannungsverlauf Unregelmässigkeiten sichtbar. Diese Unregelmässigkeiten

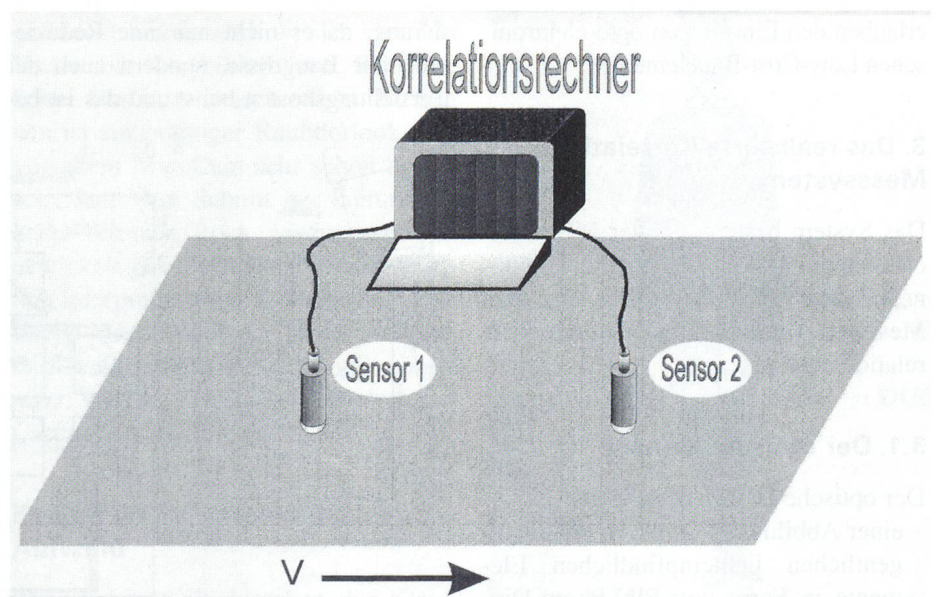


Abb. 1: Geschwindigkeitsmessung nach dem Korrelationsprinzip

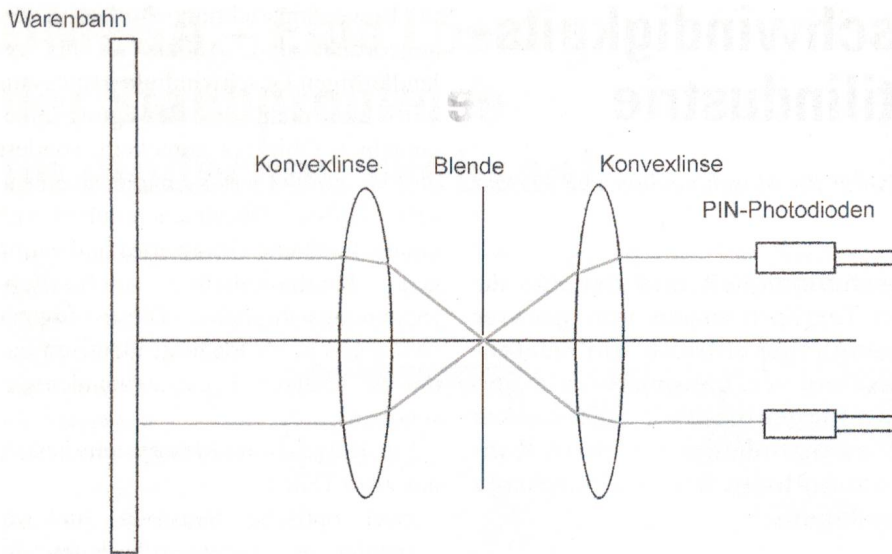


Abb. 2: Abbildungs-Optik

keiten stellen für die angewendete Korrelationsmessmethode notwendige Orientierungspunkte zur Verfügung.

Im Korrelationsrechner werden die Kreuzkorrelation der zwei aufgenommenen Grauwert – Signalfolgen sowie die Zeitkoordinate – deren Maxima ermittelt. Die berechnete Zeitkoordinate gibt die Laufzeit  $T_0$  eines (angenommenen) Punktes der Stoffbahn von Sensor 1 nach Sensor 2 an.

Da vom Korrelationsrechner lediglich Rausch-Signale verarbeitet werden, haben die für die klassische Messtechnik wichtigen Sensor-Eigenschaften wie Linearität, Empfindlichkeit, Verstärkung, Drift usw. nur eine geringe Bedeutung. Derartige relativ geringe Anforderungen erlauben den Einsatz von opto-elektronischen Low-Cost-Bauelementen.

### 3. Das realisierte Korrelations-Messsystem:

Das System besteht aus der Messwert-erfassungs- und Aufbereitungskomponente, dem optischen Sensor, und dem Messwert-Verarbeitungsteil, dem Korrelationsrechner.

#### 3.1. Der optische Sensor

Der optische Sensor besteht aus:  
 – einer Abbildungs-Optik, in die die eigentlichen lichtempfindlichen Elemente in Form von PIN-Photo-Dioden integriert sind,

– einer Signalaufbereitungs- und Verstärkungs-Elektronik sowie  
 – einer geeigneten Beleuchtung.

Die Abbildungs-Optik (Abb 2) hat die Aufgabe, die stochastischen Details der Warenbahn scharf auf die lichtempfindlichen Flächen der Photodioden (je  $0,61 \times 0,61 \text{ mm}^2$ ) abzubilden. Sie besteht aus zwei Sammellinsen gleicher Brennweite, zwischen denen im jeweiligen gleichen Brennpunkt eine telezentrische Blende angeordnet ist.

Die gesamte Abbildungs-Optik wurde aus einem handelsüblichen opto-mechanischen Baukastensystem unter Verwendung von preiswerten Standard-Komponenten montiert. Dieses System erweist sich ideal für eine industrielle Miniaturisierung, da es nicht nur eine Reduzierung der Baugröße, sondern auch der Herstellungskosten bei – und das ist be-

sonders wichtig – Wahrung der geforderten Genauigkeit ermöglicht.

Die Signalaufbereitungs- und Verstärkungs-Elektronik fügt die Grauwert- bzw. Spannungsinformationen von vier einzelnen Photo-Dioden bei gleichzeitiger Verstärkung so zusammen, dass durch Summen- und Differenzbildung der Einzelsignale zwei zueinander orthogonale Signalverläufe entstehen.

#### 3.2. Der Korrelationsrechner

Im Korrelationsrechner werden die zwei vom Sensor kommenden stochastischen Messwertfolgen zu wahlweise je 2048 oder 4096 Daten exakt parallel verstärkt, tiefpassgefiltert sowie digitalgewandelt (Abb. 3).

Der im Korrelator enthaltene Digitale Signalprozessor (DSP TMS 320 C 50) errechnet die Kreuzkorrelationsfunktion. Die Messwerte werden auf einem LCD-Display angezeigt. Zum Überstreichen eines weiten Geschwindigkeitsmessbereiches mit möglichst konstanter Auflösung und Steuerung ist das Verhältnis von Abtastperiodendauer und Laufzeit  $T_{\text{Abtast}} / T_0$  konstant zu halten.

#### 4. Mit dem Korrelations-Messsystem erzielte Versuchsergebnisse

Erste Praxis-Messungen wurden am Warenwickler eines grossen Vliesherstellers realisiert. Die dort vorliegenden Geschwindigkeiten von 30 bis 60 m/min wurden mit relativen Fehlern

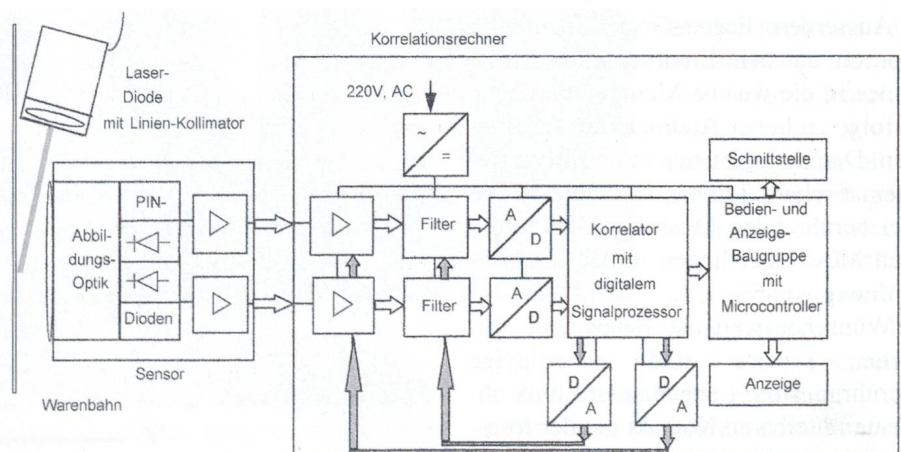


Abb. 3: Sensor mit Auswerteschaltung

um 0,5% gemessen. Diese Praxisversuche werden weitergeführt mit dem Ziel einer weiteren Sensoroptimierung an den vorliegenden Einsatzfall.

Die Labor-Messungen wurden an einem frequenzgesteuerten Asynchronmotor mit gekoppeltem Zahnriemenantrieb durchgeführt. Die textilen Materialien (hauptsächlich Vlies-Stoffe) wurden mit Spezialkleber auf dem Zahnriemen befestigt. Um jederzeit rekonstruierbare Messwerte zu erhalten, wurde der Zahnriemen vor jeder Messung definiert gespannt. Der Geschwindigkeits-Messbereich lag zwischen 10 m/min und 100 m/min. Die mit dem Sensor gemessenen Geschwindigkeiten wurden mit Stroboskop und inkrementellem Drehzahlmesser geprüft. Es ergaben sich Messfehler von 0,5% und darunter.

Erwartungsgemäss sinkt die Messwertstreuung mit:

- zunehmender Abtastzeit
- abnehmender Laufzeit
- abnehmendem Verhältnis Laufzeit/Abtastzeit
- zunehmender Signalfrequenz

Die Geschwindigkeitsermittlung nach Abtastung von 2x2048 Messwerten mit einer Frequenz von 100 kHz dauert 54 ms. Davon entfallen 20 ms auf die Abtastung und 34 ms auf die Berechnung.

## 5. Zusammenfassung

Es wurde ein berührungsloses Geschwindigkeits-/Laufweiten-Messsystem entwickelt, welches mit einem Preis von etwa 5000 DM ein sehr günstiges Preis-/Leistungsverhältnis besitzt. Das System liefert Messwerte mit einem Fehler von unter 0,5%. Dabei können aktuelle Geschwindigkeit und Laufweite jederzeit angezeigt oder weiterverarbeitet werden. Es erfolgt keine physikalische Beeinflussung der Warenbahn, es gibt keinerlei Reibstellen oder Wischstellen bei bedruckter Ware.

Die Aufgabenstellung wird gemeinsam mit der Ingenieurgesellschaft Tempelwald, GmbH in Greiz (D) realisiert. Wir bedanken uns an dieser Stelle bei der AiF, die die Grundlagenforschung zu dieser Thematik als Forschungsthema 195 D förderte.

## CPD – Ein bisschen weniger wäre modisch mehr

Schuster bleib bei Deinen Leisten und konzentrier' Dich auf das Wesentliche könnte «mann und frau» angesichts der breitgefächerten Kollektionen denken, die auf den Collections Premieren in Düsseldorf im August '96 gezeigt wurden. Ansatzweise wurde es schon bei der vergangenen Messe beobachtet. Viele Firmen haben neben ihrer fast schon klassischen Linie noch eine sportliche Kollektion. Sie heissen Sport oder Aktiv und bestehen aus diversen Jogging- oder Aerobicmodellen und meist noch einem Badeanzug. Dessouslinien sind bei vielen Firmen sowieso schon gang und gäbe und vereinzelt widmet man sich nun auch den molligen Zielgruppen. Doch wohin soll das nur führen? Angesichts der gestiegenen Kosten für die neuen und vergrösserten Kollektionen müssen auch die Umsätze gesteigert werden und das ist in der momentanen wirtschaftlichen Situation eher fraglich.

### Trendy ist alles, aber Trend?

Was ist denn nun Trend, fragte man sich? Weniger denn je oder vielmehr mehr denn je. Denn nun ist wirklich alles in. Neben Orange und Gelb und Grün, kommen nun auch Türkis und alle Blautöne ins Rennen. Auf die Bahn geschickt wurde auch wieder verstärkt Weiss oft kombiniert mit Schwarz; kennt frau ja nun auch schon. Richtig neu ist ein poppiger Raubtierlook, den vor allem MarcCain sehr schön umgesetzt hat. Vom Schnitt her kommt der lange schmale Rock wieder, meist in gewickelt geknöpfter Form, sehr sportlich interpretiert von S. Oliver in Cord, Krepp oder Wildleder. Erfreulich ist, dass wieder mehr Schnitttechnik eingesetzt wurde, besonders raffiniert bei Cartoon und bei Mexx.

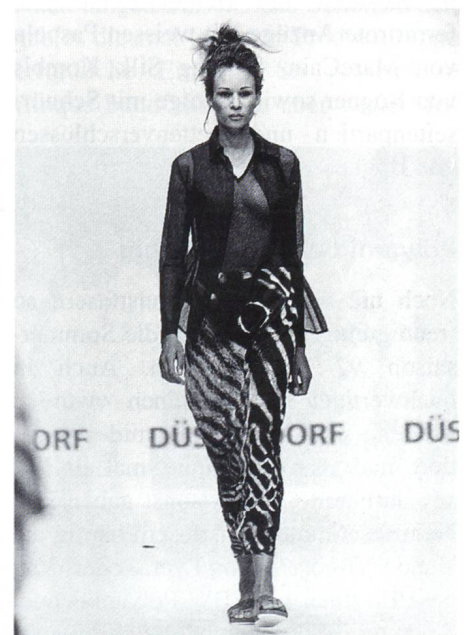
### Kleider im Schatten, Röcke im Aufwind

Stiefkind war ein bisschen das Kleid, hier gab es nur wenige neue Highlights.

Waterland Affaires zeigte Trapezkleider aus Papierchiffon in zarten Regenbogenfarben, Cartoon präsentierte lässige Jerseys mit Wickeldecollétés und A-Schnitte mit türkis-bordeauxfarbenen Zebradrucken, MarcCain Schlauchkleider mit dem poppigen Leopardenlook, Comma stellte sportive Spitzenkleider vor. Neben oben genannten Rockstylings fiel ein besonders schönes Modell beim Kreativhaus auf. Apart wirkte der in Falten gelegte Saumbund. Radar zeigte dagegen schlichte Jerseyschlauchmodelle, Mexx Minivarianten mit Minitaschen. Sehr attraktiv waren die Shirts von MarcCain, deren Halspartien ringförmig in akzentuierenden Farbstreifen angelegt sind. Witzig war ein Hosenmodell, welches die Schweizerin Ida Gut vorstellte. Schmal die Silhouette und dann einen reifartig absteigend Schlagsaum.

### Schnittdirectricen bei Jacken gefordert

Viele Details fielen bei den Jacken auf. Radar präsentiert Stylings mit Schlaufenknopfverschlüssen, Mexx interpretierte den aktuellen Militarylook mit



Christoph Broich, Düsseldorf