

TAGUNGSBAND

14.

FACH-
KOLLOQUIUM
26. + 27.
September
2018



INSTITUT FÜR
KONSTRUKTIONSWISSENSCHAFTEN
UND TECHNISCHE LOGISTIK



Georg Kartnig / Technische Universität Wien
Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik

**Tagungsband zum 14. Fachkolloquium
der Wissenschaftlichen Gesellschaft
für Technische Logistik e. V. (WGTL)**

Wien, 26. und 27. September 2018

IMPRESSUM

Tagungsband zum 14. Fachkolloquium der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL)

Herausgegeben von:

Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e. V. (WGTL)
c/o Universität Rostock
Lehrstuhl für Produktionsorganisation und Logistik
Richard-Wagner-Straße 31
18119 Rostock-Warnemünde



Redaktion, Layout & Titelbild:

Ing. Michael Haupt
Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik - Technische Universität Wien
Getreidemarkt 9, Hoftrakt BD, 4. OG
A-1060 Wien

Der Tagungsband wurde mit Mitteln der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Technische Logistik finanziert.

Für den Inhalt der Beiträge sind die jeweiligen Autoren verantwortlich.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung der Rechte Dritter. Schadensersatz für fehlerhafte, unvollständige oder nicht abgedruckte Beiträge ist ausgeschlossen. Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwendung – vorbehalten.

Copyright © 2018 Wissenschaftliche Gesellschaft für Technische Logistik e. V. und die Fachautoren

Druck: Dániel Dencsi, Buch und Medienwirtschaft; info@dengraf.com

Wir danken unseren Sponsoren



INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	IX
PAPERS ZU DEN VORTRÄGEN VOM MITTWOCH DEN 26.09.2018	1

Themengruppe: Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung	1
--	----------

Experimentelle Analyse des Lenkverhaltens von Tragrollen in Gurtförderanlagen bei Gurtschieflauf	1
<i>Hendrik Otto, Lisa Wonner, Andre Katterfeld</i>	
<i>Lehrstuhl für Fördertechnik Fakultät für Maschinenbau Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg</i>	
Kombination von Eigenspannungen und betrieblichen Spannungen in einem Kranlaufrad	9
<i>Georg Havlicek¹, Georg Kartnig¹, Georg Klapper²</i>	
<i>¹Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik Forschungsbereich: Konstruktionslehre und Fördertechnik (KLFT) Technische Universität WienH</i>	
<i>²Leiter Entwicklung Maschinenbau Künz GmbH</i>	
Dezentrales Steuerungskonzept für antreibende Tragrollen	19
<i>Lars Bindzus, Daniel Hötte, Ludger Overmeyer</i>	
<i>Institut für Transport- und Automatisierungstechnik Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover</i>	
Parameteridentifikation mit Hilfe eines strukturmechanischen Modells für Superelastikreifen	31
<i>Arne Pross, Rainer Bruns</i>	
<i>Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik Fakultät für Maschinenbau Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr, Hamburg</i>	
Schwingungsmodell zur Abbildung der dynamischen Beanspruchung von Gittermast-Fahrzeugkranen und Lkw-Ladekranen	41
<i>Manuel Stölzner, Michael Kleeberger, Willibald A. Günthner, Johannes Fottner</i>	
<i>Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik Fakultät Maschinenwesen Technische Universität München</i>	

Themengruppe: Steuerungstechnik und IT-Systeme **53**

Towards an approach for assuring machinery safety in the IIoT-age **53**

Tommi Kivelä, Markus Golder, Kai Furmans

*Institute for Material Handling and Logistics (IFL)
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)*

Deep-Learning-Verfahren zur 3D-Objekterkennung in der Logistik **69**

Marko Thiel, Johannes Hinckeldeyn, Jochen Kreuzfeldt

*Institut für Technische Logistik
Technische Universität Hamburg*

PAPERS ZU DEN VORTRÄGEN VOM DONNERSTAG DEN 27.09.2018 **79**

Themengruppe: Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung **79**

Potentiale und Möglichkeiten einer Energieeffizienzsteigerung von Stückgutstetigförderern durch optimierte Antriebssystemauswahl **79**

Thomas Stöhr, Norbert Hafner

*Institut für Technische Logistik (ITL)
Fakultät Maschinenbau und Wirtschaftswissenschaften
Technische Universität Graz*

Rollende Abstützung von Transportzahnriemen in der Anwendung **87**

Jan Finke¹, Jens Sumpf¹, Carl Conrad Mäder²

*¹Professur Förder- und Materialflusstechnik
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe
Fakultät Maschinenbau
Technische Universität Chemnitz*

²WRH Corporate Services AG

Lebensdauer kunststoffummantelter Drahtseile **97**

Toni Recknagel, Thorsten Schmidt

*Professur für Technische Logistik
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Fakultät Maschinenwesen
Technische Universität Dresden*

Das laterale Laufverhalten von Stahlprozessbändern - Erweiterung der Betrachtungen auf Bänder mit geringer Bandspannung **105**

FranzPaulischin, Georg Kartnig

*Forschungsbereich Fördertechnik und Konstruktionslehre
Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik
Technische Universität Wien*

Themengruppe: Planung, Analyse und Simulation logistischer Systeme **115**

Entwicklung einer mehrkomponentigen Bewertungsmethodik für die Energieeffizienz von Regalbediengeräten **115**

Andreas Rücker, Johannes Fottner

*Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik
Fakultät für Maschinenwesen
Technische Universität München*

Integration von Virtual Reality und optischem Motion Capturing in die Planung und Optimierung von Materialflusssystemen **127**

André Terharen, Felix Feldmann, Christopher Reining, Michael ten Hompel

*Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen
Fakultät Maschinenbau
Technische Universität Dortmund*

Themengruppe: Management, Organisation und Betrieb **137**

Intralogistikkomponenten für die Automobilproduktion ohne Band und Takt – erste Prototypen **137**

Matthias Hofmann

*Institut für Fördertechnik und Logistik
Abteilung Maschinenentwicklung und Materialflussautomatisierung
Universität Stuttgart*

Ein Ansatz für ein Predictive-Monitoring-System zur Identifikation von Störungswirkungen in der Produktionslogistik mittels künstlichen neuronalen Netzen **145**

Björn Erichsen, Nina Vojdani

*Lehrstuhl Produktionsorganisation und Logistik
Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik
Universität Rostock*

Optimierung von Fabrikplanungsprozessen durch Drohneneinsatz und automatisierte Layoutdigitalisierung **153**

Dominik Melcher, Benjamin Küster, Malte Stonis, Ludger Overmeyer

IPH – Institut für Integrierter Produktion Hannover gGmbH

Adaptive Materialbereitstellung – ein neuartiges Konzept für die Materialbereitstellungsplanung in veränderungsfähigen Produktionssystemen **161**

Mathias Knop, Nina Vojdani

*Lehrstuhl Produktionsorganisation und Logistik
Fakultät für Maschinenbau und Schiffstechnik
Universität Rostock*

POSTERBEITRÄGE **169**

Themengruppe: Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung **169**

Einfluss der Mensch-Maschine-Interaktion auf das Maschinendesign in der Social Networked Industry **169**

Dominik Borst, Christopher Reining, Michael ten Hompel

*Lehrstuhl für Förder- und Lagerwesen
Fakultät Maschinenbau
Technische Universität Dortmund*

Ebener Seilroboter mit HM-HT-Faserseilen als Regalbediengerät in Kommissionierlagern **177**

Christoph Müller¹, Markus Helbig¹, Markus Golder¹, Wolf Sattler²

*¹Professur Förder- und Materialflusstechnik
Fakultät für Maschinenbau
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe
Technische Universität Chemnitz
²Altratec Automation GmbH*

Entwicklung eines Baukastensystems für universelles Greifen mit flexiblen Aktoren **183**

Stephan Ulrich, Christoph Buhrdorf, Christopher Klitsch, Rainer Bruns

*Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL)
Fakultät für Maschinenbau
Helmut-Schmidt-Universität
Universität der Bundeswehr, Hamburg*

Modellierung und Untersuchung eines segmentierten Fachwerksystems für Brückenkranträger **189**

Jan Oellerich, Steffen Bolender, Kai Furmans

*Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Themengruppe: Steuerungstechnik und IT-Systeme **197**

Optische Energieversorgung für einen drahtlosen Sensorknoten **197**

Christoph von der Ahe, Ludger Overmeyer

*Institut für Transport- und Automatisierungstechnik
Leibniz Universität Hannover*

A Neural Network-Based Algorithm with Genetic Training for a Combined Job and Energy Management for AGVs **203**

Paolo Pagani, Dominik Colling, Kai Furmans

*Institute for Material Handling and Logistics (IFL)
Karlsruhe Institute of Technology*

Simulation model for the verification of a safety-related control system in a hoist application **213**

Tommi Kivelä, Steffen Bolender, Markus Golder, Kai Furmans

*Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)*

Autonomes Greifen mit individuell zusammengestellten Greifern des Greifer-Baukastens 223

Ilja Dick, Stephan Ulrich, Rainer Bruns

Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik (MTL)

Fakultät für Maschinenbau

Helmut-Schmidt-Universität

Universität der Bundeswehr, Hamburg

Themengruppe: Planung, Analyse und Simulation logistischer Systeme 229

Dezentrale assistierte Planung: Integrierte Layout- und Systemplanung von Intralogistiksystemen auf Grundlage einer agentenbasierten Software 229

Ruben Noortwyck¹, Timo Müller², Karl-Heinz Wehking¹, Michael Weyrich²

¹Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT)

Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik

Universität Stuttgart

²Institut für Automatisierungstechnik und Softwaresysteme (IAS)

Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik

Universität Stuttgart

Ansätze zur Berücksichtigung der zeit- und ortsabhängigen Eigenschaften von Festkörperbrücken in DEM-Simulationen 241

Alexander Haber, Georg Kartnig

Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik

Forschungsbereich: Konstruktionslehre und Fördertechnik

Technische Universität Wien

Modellierung und Analyse von Bedarfsschwankungen in Routenzugsystemen zur Versorgung von getakteten Variantenproduktionen 247

Christian Lieb, Fabian Hormes, Willibald A. Günthner, Johannes Fottner

Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik

Fakultät für Maschinenwesen

Technische Universität München

Numerische Simulation eines Schubelementeförderers 263

Christian Richter¹, Matthias Pusch¹, Andre Katterfeld¹, Rolf Kamps²

¹Lehrstuhl für Förder- und Materialflusstechnik

Fakultät Maschinenbau, Institut für Logistik und Materialflusstechnik

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

²Bühler AG

CH-9240 Uzwil, Schweiz

System zur reproduzierbaren, automatischen und sicheren Stapelung von Gitterboxen mit einem Brückenkran - KrasS 273

Steffen Bolender, Jan Oellerich, Meike Braun, Kai Furmans

Institut für Fördertechnik und Logistiksysteme (IFL)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Spielerisch zum Trainingserfolg: Evaluationsstudie eines PC-basierten Serious Games für die Verpackungslogistik bei DB Schenker

279

Veronika Kretschmer¹, Michael Schmidt¹, Christian Schwede¹, Sabrina Schäfer², Gerald Müller²

¹Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Germany

²Schenker Deutschland AG, Logistics Product and Process Management, Frankfurt am Main, Germany

Das laterale Laufverhalten von Stahlprozessbändern - Erweiterung der Betrachtungen auf Bänder mit geringer Bandspannung

The lateral movement of steel-processing-belts – extended consideration on belts with low belt tension

Franz Paulischin
Georg Kartnig

Forschungsbereich Fördertechnik und Konstruktionslehre
Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik
Technische Universität Wien

Die Spurführung bei Stahlprozessbändern erfolgt systembedingt durch geregelte Trommelverstellung. Für stark gespannte Bänder existieren verschiedene Modelle, die das laterale Laufverhalten beschreiben. Nach einer Vorstellung dieser Modelle für das seitliche Verlaufen eines Bandes werden Ansätze für schwach gespannte Bänder beschrieben. Messungen an einem Prüfstand für Stahlprozessbänder zeigen die Einsatzgrenzen der Modelle auf. Abschließend wird gezeigt, wie mittels der Diskreten Elemente Methode das seitliche Verlaufen eines Bandes simuliert werden kann.

[Schlüsselwörter: Stahlbandförderer, Gurtförderer, Bandförderer, Spurführung, Schiefelauf, Laufverhalten, DEM]

For steel-processing-belts, the tracking is typically performed by the feedback controlled drum adjustment. If the belt tension is high, there are several models that can describe the lateral movement behavior. After a presentation of these models for lateral running, approaches for the description of steel belts with lower tension are given. Measurements on a test stand for steel process belts show the application limits of the models. Finally, it will be shown how the discrete element method can be used to simulate the sideways running of a belt.

[Keywords: steel processing belt, belt conveyor, belt misalignment, tracking, DEM]

1 EINLEITUNG

Stahlprozessbänder sind spezielle Förderbänder bei denen ein Stahlband mit der Dicke von einem bis wenigen Millimetern umläuft. Diese Anlagen kommen beispielsweise in der Chemischen Industrie oder bei der Produktion von Backwaren zum Einsatz. Aufgrund der hohen Steifigkeit des Stahlbandes sind viele, von Gummigurten

bekannte, Spurführungssysteme hier nicht einsetzbar. Folglich werden Stahlbänder auf zylindrischen, lagegeregelten Trommeln geführt. Dem Regler liegt ein Bandmodell zugrunde, das nur für hohe Bandspannung zufriedenstellend funktioniert. Folgende Anwendungen erfordern jedoch schwach gespannte Bänder:

- beim Anlauf der Anlage ausgehend vom total entspannten Band wie z.B. bei der Bandfertigung oder der ersten Inbetriebnahme einer Bandmaschine
- beim Betrieb von revitalisierten Anlagen, wenn ein neues Band mit größeren Abmessungen (Breite b , Dicke h) auf alten Trommelstationen läuft. Die maximal zulässige Zugkraft im Band wird durch die bestehende Konstruktion begrenzt. Die Anlage muss mit reduzierter Bandspannung betrieben werden

Für diese schwach gespannten Bänder werden geeignete Modelle gesucht.

Dieser Artikel beschäftigt sich zu Beginn mit der Modellbildung des Stahlbandes. Es werden bekannte Modelle für das stark gespannte Stahlprozessband vorgestellt sowie die geometrische Situation im Auflaufpunkt genauer betrachtet. Darauf aufbauend wird ein neuer Ansatz für schwach gespannte Bänder vorgestellt. Dieses soll durch Messungen am Prüfstand sowie durch Simulation (FEM und DEM) validiert werden.

2 BANDPRÜFSTAND

Die bei den Messungen eingesetzte Bandmaschine (Abbildung 1) besteht im Wesentlichen aus zwei zylindrischen Trommeln, die auf einem steifen Rahmen montiert sind. Die Umlenktrummel UT ist frei drehbar und an ihren beiden Achsenden auf Linearführungen gelenkig montiert.

Sie wird zum Spannen des Bandes sowie zur Beeinflussung des Bandverlaufs verwendet. Die Antriebstrommel AT ist mit einem Trommelmotor ausgestattet und treibt das Band an. Zusätzlich können die beiden Achsenden der AT mittels Gewindespindeln manuell in der Höhe verstellt werden.

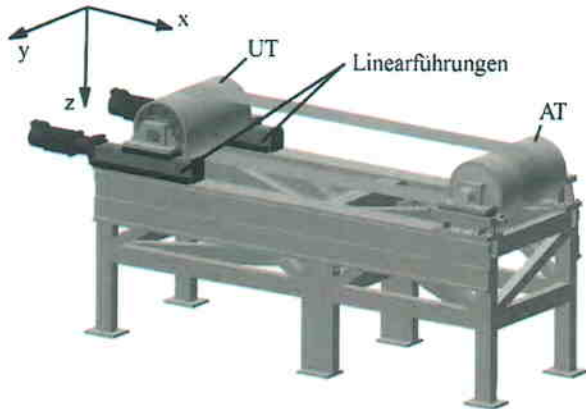


Abbildung 1: Prüfstand mit stark gespanntem Band, Achsabstand 2m, Trommeldurchmesser/-breite 340/600 mm,

2.1 TROMMELVERSTELLUNG/BANDBEEINFLUSSUNG

Die Regelung der Bandposition in y-Richtung erfolgt typischerweise durch die Schrägstellung der Umlenktrommel UT um eine der nachfolgend beschriebenen Achse. Die dabei auftretenden Verstellwinkel bewegen sich im Bereich von einigen Hundertstel bis Zehntel Grad. Um diesen Winkel und die daraus resultierenden Effekte deutlich abbilden zu können, sind die nachfolgenden Skizzen in Bezug auf die Verstellwinkel stark vergrößert dargestellt.

2.1.1 DREHUNG UM DIE Z-ACHSE: VERDREHEN

Die beiden Enden der Achse der Umlenktrommel UT (Abbildung 2) werden in x-Richtung gegengleich um den Weg Δx verschoben. Folglich verdreht sich die Trommelachse um den Winkel β .

$$\beta = \tan^{-1} \frac{2 * \Delta x}{b} \approx \frac{2 * \Delta x}{b}$$

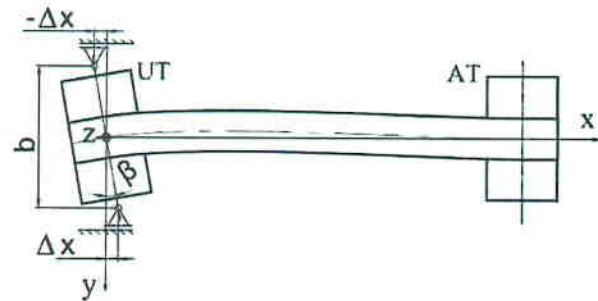


Abbildung 2: Verdrehen einer Trommel

2.1.2 DREHUNG UM DIE X-ACHSE: VERSCHRÄNKEN

Die Trommelachse der UT (Abbildung 3) wird an ihren Enden gegengleich in z-Richtung gehoben bzw. abgesenkt. Die Trommelachsen verschränken sich um den Winkel θ .

$$\theta = \tan^{-1} \frac{2 * \Delta z}{b} \approx \frac{2 * \Delta z}{b}$$

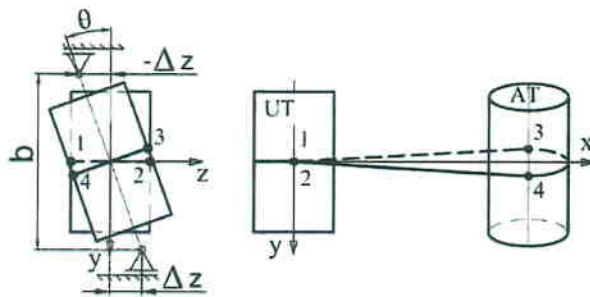


Abbildung 3: Verschränken der Trommeln

Bei manchen Prozessen ist das Verschränken der Trommeln unzulässig, da waagrechte Trommelachsen für die Übergabe des Fördergutes oder ein waagrechtes Band, für beispielsweise das Gießen von Folien, gefordert werden.

2.2 VERLAUFSDIAGRAMME

Abbildung 4 zeigt ein für Trommelverdrehung charakteristisches Verlaufsdiagramm für das Obertrum eines stark gespannten Bandes. Die Dauer der Einschwingphase sowie die auftretenden Amplituden sind abhängig von den Bandabmessungen sowie von der Bandspannung. Aus dem stationären Bereich lassen sich folgende Kennwerte ablesen:

- stationäre Verlaufsgeschwindigkeit: Steigung der Kurve im stationären Zustand

$$\dot{y}_1 = \dot{y}_4 = \frac{\Delta y_1}{\Delta x_1} = \frac{\Delta y_4}{\Delta x_4}$$

- stationärer Versatz: Differenz der y-Koordinaten von Ablauf- und Auflaufpunkt eines Bandtrums

$$\Delta y_{1-4} = |y_1 - y_4|$$

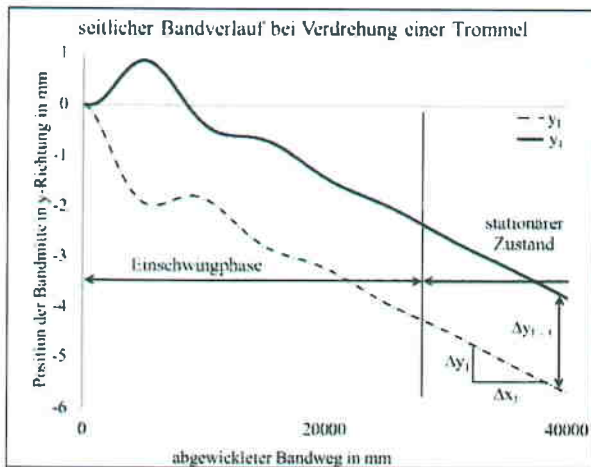


Abbildung 4: typisches Verlaufsdiagramm – seitlicher Bandverlauf bei Verdrehung einer Trommel

3 MODELLBILDUNG

In diesem Kapitel werden die geometrischen Verhältnisse im Auflaufpunkt eines biegeschlaffen Seils sowie eines Bandes auf einer zylindrischen Trommel genauer betrachtet. Aus ihnen lässt sich das laterale Laufverhalten des Seils/Bandes bei Verdrehung (β) oder Verschränkung (θ) einer Trommel ableiten. Anschließend wird ein geschlossenes Seil auf einer Bandmaschine mit zwei zylindrischen Trommeln betrachtet. Mit Hilfe des Seilmodells - einem biegeschlaffen, stark gespannten Seil auf zwei Trommeln - werden die Vorgänge an den Auf- und Ablaufpunkten (Abbildung 5, Punkte 1, 3 und 2, 4) sowie die gegenseitige Beeinflussung dieser Punkte untereinander beschrieben. Abschließend wird das Balkenmodell [Egg00] [Gab11], ein mathematische Ersatzmodell für stark gespannte Stahlprozessbänder, vorgestellt.

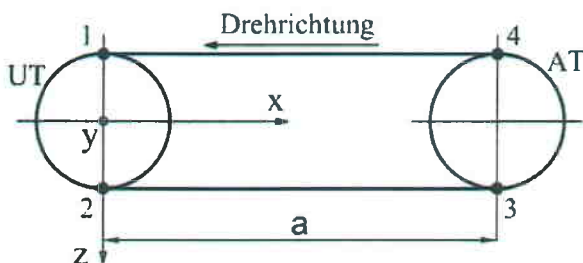


Abbildung 5: Benennung der Auf- und Ablaufpunkte

3.1 STARK GESPANNTES BAND - SEILMODELL

Aufgrund der fehlenden Biegesteifigkeit und unter der Annahme von reinem Haften, sind die Auf- und Ablaufpunkte jedes Seiltrums geradlinig miteinander ver-

bunden. Solange die Trommeln parallel ausgerichtet sind läuft das Seil auf den Trommeln an gleichbleibender y-Position um. Wird jedoch die Umlenktrummel UT um den Winkel β verdreht oder um den Winkel θ verschränkt, beginnt das Seil seitlich zu wandern. Bei genauer Betrachtung eines Auflaufpunktes (Abbildung 6) wird die Richtung der Wanderbewegung erkennbar. Daraus lassen sich in weitere Folge die zeitliche Abfolge der Wanderbewegungen (siehe Abbildung 7, I – VI) und die gegenseitige Beeinflussung der Auf- und Ablaufpunkte einer Bandmaschine skizzieren. Das zugehörige Verlaufsdiagramm ist in Abbildung 8 dargestellt.

3.1.1 SEILMODELL: VERDREHEN DER TROMMEL

Nach einer Trommelverdrehung (Abbildung 7, I) um den Winkel β , weicht die Seilrichtung von der Trommelnormale ab (Abbildung 6). Der Auflaufwinkel β_0 entspricht dem Verdrehwinkel β . Wird die Trommel nun angetrieben und das Band um den Weg Δx bewegt, verläuft dieses seitlich um den Weg Δy_1 .

$$\Delta y_1 = \Delta x * \beta_0$$

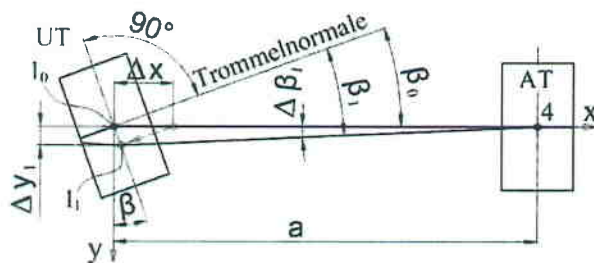


Abbildung 6: Seilmodell nach Verdrehung einer Trommel: geometrische Situation im Auflaufpunkt

Durch geradliniges Verbinden des neuen Auflaufpunktes 1_1 mit dem unveränderten Ablaufpunkt 4 ist die Richtung des Seiltrums bestimmt (II). Dadurch wird der Auflaufwinkel um $\Delta\beta_1$ vermindert. Der neue Auflaufwinkel kann errechnet werden.

$$\beta_1 = \beta_0 - \Delta\beta_1$$

$$\Delta\beta_1 = \frac{\Delta y_1}{a}$$

Nach einer halben Trommelumdrehung (III) wird die Wanderbewegung des Auflaufpunktes 1 am Ablaufpunkt 2 sichtbar. Die y-Position des Ablaufpunktes 2 entspricht jener des Auflaufpunktes 1 eine halbe Umdrehung zuvor. Das ablaufende Seiltrum beginnt sich ebenfalls schief zu stellen (IV) und die Situation am Auflaufpunkt 3 der Antriebstrummel AT ändert sich allmählich. Mit zunehmender Schiefstellung des Seiltrums wird der Auflaufwinkel im Punkt 3 größer und die seitliche Wandergeschwindigkeit dieses Punktes nimmt zu (V). Erst eine ganze Trom-