

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](mailto:info@dengraf.com)

### Wir danken unseren Sponsoren



# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>VORWORT</b>	<b>IX</b>
<b>PAPERS ZU DEN VORTRÄGEN VOM MITTWOCH DEN 26.09.2018</b>	<b>1</b>

---

<b>Themengruppe: Konstruktion und maschinenbauliche Gestaltung</b>	<b>1</b>
--	----------

---

<b>Experimentelle Analyse des Lenkverhaltens von Tragrollen in Gurtförderanlagen bei Gurtschieflauf</b>	<b>1</b>
<i>Hendrik Otto, Lisa Wonner, Andre Katterfeld</i>	
<i>Lehrstuhl für Fördertechnik Fakultät für Maschinenbau Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg</i>	
<b>Kombination von Eigenspannungen und betrieblichen Spannungen in einem Kranlaufrad</b>	<b>9</b>
<i>Georg Havlicek<sup>1</sup>, Georg Kartnig<sup>1</sup>, Georg Klapper<sup>2</sup></i>	
<i><sup>1</sup>Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik Forschungsbereich: Konstruktionslehre und Fördertechnik (KLFT) Technische Universität WienH</i>	
<i><sup>2</sup>Leiter Entwicklung Maschinenbau Künz GmbH</i>	
<b>Dezentrales Steuerungskonzept für antreibende Tragrollen</b>	<b>19</b>
<i>Lars Bindszus, Daniel Hötte, Ludger Overmeyer</i>	
<i>Institut für Transport- und Automatisierungstechnik Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover</i>	
<b>Parameteridentifikation mit Hilfe eines strukturmechanischen Modells für Superelastikreifen</b>	<b>31</b>
<i>Arne Pross, Rainer Bruns</i>	
<i>Lehrstuhl für Maschinenelemente und Technische Logistik Fakultät für Maschinenbau Helmut-Schmidt-Universität, Universität der Bundeswehr, Hamburg</i>	
<b>Schwingungsmodell zur Abbildung der dynamischen Beanspruchung von Gittermast-Fahrzeugkränen und Lkw-Ladekränen</b>	<b>41</b>
<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 Finke<sup>1</sup>, Jens Sumpf<sup>1</sup>, Carl Conrad Mäder<sup>2</sup>*

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

*<sup>2</sup>WRH 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 Müller<sup>1</sup>, Markus Helbig<sup>1</sup>, Markus Golder<sup>1</sup>, Wolf Sattler<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Professur Förder- und Materialflusstechnik  
Fakultät für Maschinenbau  
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe  
Technische Universität Chemnitz  
<sup>2</sup>Altratec 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 Noortwyck<sup>1</sup>, Timo Müller<sup>2</sup>, Karl-Heinz Wehking<sup>1</sup>, Michael Weyrich<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT)  
Fakultät für Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik  
Universität Stuttgart*

*<sup>2</sup>Institut 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 Richter<sup>1</sup>, Matthias Pusch<sup>1</sup>, Andre Katterfeld<sup>1</sup>, Rolf Kamps<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Lehrstuhl für Förder- und Materialflusstechnik  
Fakultät Maschinenbau, Institut für Logistik und Materialflusstechnik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg*

*<sup>2</sup>Bühler 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 Kretschmer<sup>1</sup>, Michael Schmidt<sup>1</sup>, Christian Schwede<sup>1</sup>, Sabrina Schäfer<sup>2</sup>, Gerald Müller<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML, Dortmund, Germany*

*<sup>2</sup>Schenker Deutschland AG, Logistics Product and Process Management, Frankfurt am Main, Germany*

# Kombination von Eigenspannungen und betrieblichen Spannungen in einem Kranlaufrad

Combination of residual stresses and operational stresses in a crane wheel

**Georg Havlicek**  
**Georg Kartnig**

*Institut für Konstruktionswissenschaften und Technische Logistik  
Forschungsbereich: Konstruktionslehre und Fördertechnik (KLFT)  
Technische Universität Wien*

**Georg Klapper**

*Leiter Entwicklung Maschinenbau  
Künz GmbH*

**A**uch bei Normgerecht dimensionierten Laufrädern an Portal- und Brückenkränen treten regelmäßig ähnliche Schäden an Radkränzen auf. Für die Festigkeitsberechnung nach Norm ist alleine die Betriebslast ausschlaggebend. Untersuchungen zeigen jedoch, dass Kranräder aus dem Fertigungsprozess bereits mit hohen Eigenspannungen vorbelastet sind. Die Vorliegende Arbeit kombiniert diesen Eigenspannungszustand analytisch und mittels FEM mit den Betriebslasten. Der dadurch errechnete Gesamtspannungszustand gibt Hinweise auf die Ursache der auftretenden Schadensmuster. Die errechneten Spannungen zeigen auch, dass dem Eigenspannungszustand des Rades in der Kranraddimensionierung auf jeden Fall Beachtung geschenkt werden sollte.

*[Kranlaufrad, Eigenspannungen, Kontaktspannungen, Finite-Elemente-Methode, EN 13001-3-3]*

**E**ven with crane wheels of gantry cranes and overhead cranes complying to current EN standards, similar damages to wheel rims occur regularly. For design and stress analysis only the operating load is considered in the standards. Studies show, however, that crane wheels are already subject to high residual stresses from the production process. The present work combines this residual stress state analytically and by means of FEM with the operating loads. The calculated total stress state gives indications of the cause of the occurring damage patterns. The calculated stresses also show that attention should definitely be paid to the residual stress state in the crane wheel design process.

*[Crane wheel, residual stress, contact stress, finite element method, EN 13001-3-3]*

## 1 EINLEITUNG

Die Laufräder eines Portal- oder Brückenkranes sind hochbelastete Bauteile. Radlasten von 25 t sind keine Seltenheit, oft bei einem Betrieb rund um die Uhr. Der Ausfall eines Kranes bedeutet für den Betreiber hohe Kosten, daher muss Laufradschäden unbedingt Beachtung geschenkt werden. Eine kleine Schädigung am Radkranz kann schnell zu einem Versagen des Rades und somit zu Stillstandszeiten des Kranes führen.

Beim Kranhersteller Künz GmbH stellt sich aufgrund eines wiederholt auftretenden Schadensbildes die Frage, ob die derzeitige Normung für die Kranraddimensionierung ausreicht, um dauerhaft betriebsfeste Laufräder zu erhalten.

Im Rahmen einer umfangreichen Forschungskooperation mit der Technischen Universität Wien, dem Excellence Center of Tribology (AC2T Research GmbH) und der voestalpine Stahl GmbH soll neben dem Laufverhalten von Kranrädern auch eine detaillierte Betrachtung des Spannungszustands im Kranrad erfolgen. Die Dimensionierung von Kranrädern ist in der aktuellen Kranbaunorm EN 13001-3-3 [1] festgelegt. Es stellt sich nun die Frage, ob die Kriterien der Norm für eine korrekte Auslegung ausreichen.

## 2 SCHADENSBILD

Die immer wieder auftretenden Schädigungen an den Radkränzen stellen sich in muschelförmigen Ausbrüchen an der Lauffläche dar. Die ringförmigen Bruchlinien um ein Zentrum deuten auf eine punktuelle plastische Deformation bzw. Ermüdung im Inneren des Radkranzes hin (siehe Abbildung 1). Die Schädigungen treten nur an einem

kleinen Teil der verbauten Kranräder auf (im kleinen Einstelligen Prozentbereich), das Schadensbild ist aber immer sehr ähnlich und deutet auf ein systematisches Problem hin.

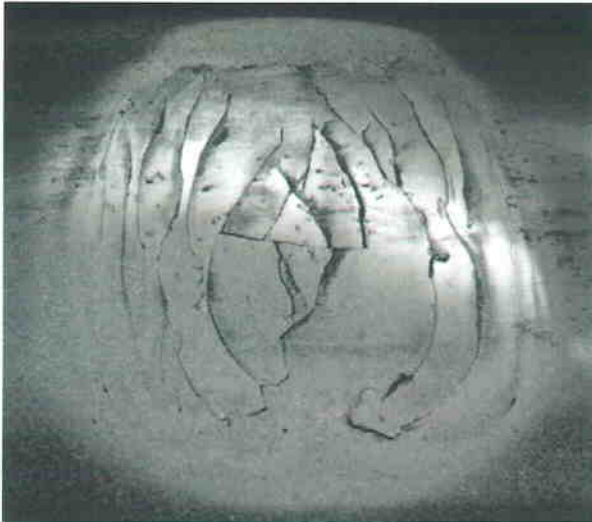


Abbildung 1. Ausbruch in der Lauffläche eines Kranrades

### 3 AUFBAU DER KRANRÄDER

Die bei der Künz GmbH eingesetzten Laufräder bestehen aus einem Radkranz, einer Radscheibe sowie einer Laufradwelle (vgl. Abbildung 2). Die Bauteile werden mittels zweier Pressverbände verbunden. Die Grundabmessungen des Radkranzes und das Übermaß zwischen Kranz und Radscheibe entsprechen der Norm DIN 15083 [2]. Die Lauffläche des Rades wird nach Angaben der EN 13001-3-3 [1] flammgehärtet.

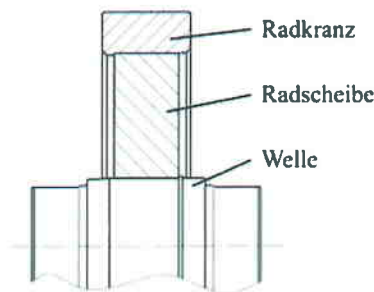


Abbildung 2. Aufbau eines Kranrades

Übliche Werkstoffe für Radkränze bei der Fa. Künz sind 42CrMo4 und 34CrNiMo6. Radscheiben und Wellen werden aufgrund geringerer Anforderungen an die Festigkeit aus Baustählen (S355 und S375) gefertigt. Die hier vorliegenden Untersuchungen wurden an Kranrädern aus 42CrMo4 mit 630 mm Durchmesser durchgeführt. Als Festigkeitsanforderung wurde für das Flammhärten eine Vorgabe von 48+2 HRC an der Oberfläche definiert mit einer Einhärtetiefe von 6+3 mm. Weiters ist eine Übergangshärte von 400 HV gefordert. Die realen Härteverläufe

wurden an zwei Radkränzen (Radkranz 1, Radkranz 2) geprüft. Die folgende Abbildung 3 zeigt die Härteverläufe in der Mitte der Lauffläche gemessen, von der Oberfläche ausgehend ins Innere des Rades. Wie man gut erkennen kann, werden die Vorgaben an die Härteverläufe erreicht. Der Randbereich ist bis auf eine Tiefe von 7,5 mm auf 490 bis 520 HV (entspricht rund 48,5 bis 50,5 HRC) gehärtet. Dahinter beginnt eine ausgeprägte Übergangsschicht mit rund 420 HV die sich bis auf eine Tiefe von gut 17 mm erstreckt. Die gesamte Radkranzdicke beträgt 55 mm.

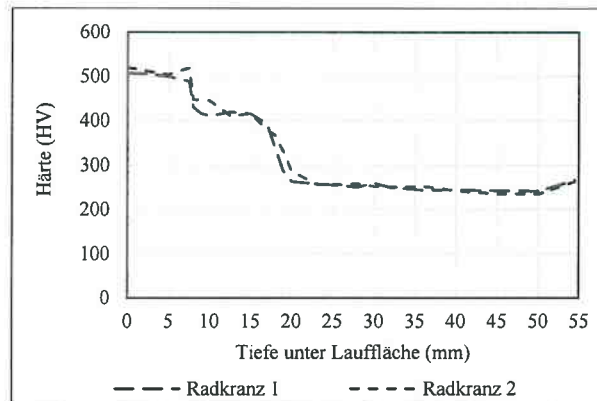


Abbildung 3. Gemessener Härteverläufe unter der Lauffläche

### 4 DIMENSIONIERUNG NACH DIN 13001-3-3

Die aktuell gültige Norm für die Kranraddimensionierung deckt drei Bereiche ab. Sie beinhaltet einen Richtwert für die notwendige Einhärtetiefe sowie die Kontrollmöglichkeit einer korrekten Dimensionierung für statische und dynamische Belastungen. Der Nachweis der Ermüdungsfestigkeit bei dynamischer Belastung wird in dieser Arbeit nicht näher behandelt, da keine Vergleichswerte aus anderen Berechnungsmethoden (analytische Ansätze oder FEM) oder Versuchen vorliegen.

#### 4.1 VORGABE FÜR DIE EINHÄRTETIEFE

Nach EN 13001-3-3:2014 Seite 9 gilt für den Härteverlauf unter der Lauffläche:

„Es muss sichergestellt werden, dass die erreichte Härte sich tiefer im Material ausbreitet als die maximale Scherbeanspruchung, vorzugsweise doppelt so tief.“

Für die Tiefe der maximalen Scherbeanspruchung ( $z_{ml}$ ,  $z_{mp}$ ) sind für Linien- und Punktkontakt folgende Berechnungsformeln angegeben:

Linienkontakt:

$$z_{ml} = 0,5 \cdot \sqrt{F_{Sd0,s} \cdot \frac{\pi \cdot D_w \cdot (1 - \nu^2)}{b \cdot E_m}} \quad (1)$$