

# Tribologische Echtzeitüberwachung in Fördersystemen

## Tribological real-time monitoring in conveyor systems

**Tobias Weisbach**  
**Jens Sumpf**  
**Sebastian Weise**  
**Andre Bergmann**  
**Klaus Nendel**

*Technische Universität Chemnitz  
Fakultät für Maschinenbau  
Institut für Fördertechnik und Kunststoffe*

**E**chtzeitbasierte Anlagenüberwachung gewinnt in industrieller Umgebung zunehmend an Bedeutung. Die frühzeitige Erfassung von Störungen ermöglicht es Unternehmen Anlagen punktgenau zu warten und somit deren Stillstandszeiten zu reduzieren. Auch im Bereich der Fördertechnik sind diese Systeme erwünscht, aber aufgrund des beengten Bauraums gestaltet sich ihre Integration oftmals schwierig. Im Folgenden wird eine Baugruppe vorgestellt, welche das Reibwert- und Schmierstoffverhalten fördertechnischer Anlagen in Echtzeit erfassen kann.

*[Schlüsselwörter: Kunststoffgleitketten, Kettenüberwachung, Tribologie]*

**R**eal-time based system monitoring becomes increasingly important in industrial environments. An early detection of malfunctions allows companies to start maintenance processes just in time and thereby reduce downtimes. Condition monitoring is also desired in conveyor technology, but the complex design of the respective machinery does not allow for an easy integration. In the following a system is presented, which allows a real-time detection of the friction- and lubrication behavior in conveyor systems.

*[Keywords: plastic sliding chain, chain monitoring, tribology]*

### 1 EINLEITUNG

Hohe Verfügbarkeiten und niedrige Wartungskosten gehören zu den wichtigsten Anforderungen an fördertechnische Systeme. Die Wahrscheinlichkeit das Ausfälle oder Störungen durch beschädigte Komponenten intralogistische Prozesse zum Erliegen bringen, steigt mit zunehmender Betriebsdauer und kann nur durch eine kontinuierliche Wartung und Überwachung reduziert werden. Die damit verbunden hohen Material- und Personalkosten

werden i. d. R. von den Unternehmen nicht bereitgestellt und die Überwachung wird anhand der Wartungsrichtlinien der Hersteller auf ein Minimum reduziert.

Diese Richtlinien beschränken sich dabei auf den allgemeinen Verschleiß der einzelnen Kettenkomponenten und vernachlässigen relevante tribologische Faktoren, wie z. B. das Reibwert- und Schmierstoffverhalten der Anlage vollständig. Die Ursachen hierfür liegen neben den allgemeinen geometrischen Abmaßen, in den logistischen Restriktionen, welche großflächige Anbauten auf der Oberseite und den Seitenflächen von Kettenfördersystemen untersagen, da dies zu Beeinträchtigungen des Förderprozesses führen kann (Abbildung 1).



Abbildung 1: Flaschenförderer mit Kunststoffkette

Unter Berücksichtigung des Industrie 4.0-Konzeptes erfolgte daher die Entwicklung einer modularen, echtzeitbasierten Überwachungseinrichtung, welche in der Lage sein sollte tribologische Faktoren ohne Prozessstörung im laufenden Betrieb zu erfassen und möglichst einfach in bereits verwendete Anlagen nachgerüstet werden kann.

## 2 AUFBAU UND WIRKUNGSWEISE

### 2.1.1 ALLGEMEINER AUFBAU

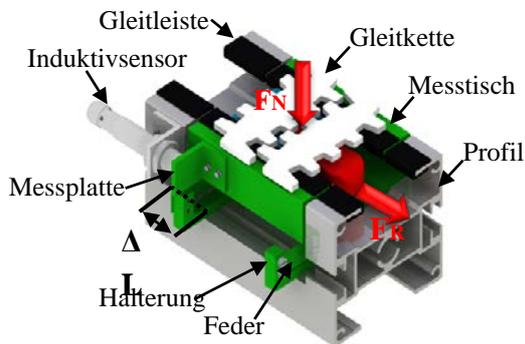


Abbildung 2: Messstisch in einem Förderprofil

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, erfolgt die Erfassung des Reibwert/Schmierstoffverhaltens  $\mu$  zwischen Gleitschiene und Förderkette über die Verschiebung  $\Delta L$  eines doppelt federgelagerten Messtisches, welcher durch die Normalkraft  $F_N$  und Reibkraft  $F_R$  ausgelenkt wird. Die Normalkraft  $F_N$  ergibt sich dabei aus dem Produktgewicht und der Flächenpressung des Produktes mit der Förderkette. Die Reibkraft  $F_R$  hingegen bestimmt sich aus der aus der Auslenkung  $\Delta L$  der beiden Blattfedern sowie deren Federkonstante  $D$  und muss vor Beginn einer Messung durch definierte Auslenkung des Tisches kalibriert werden, sodass die aufgezeichnete Verschiebung  $\Delta L$  gleich der Reibkraft  $F_R$  ist.

**Reibwert:** 
$$\mu = \frac{F_R}{F_N} \quad (1)$$

Der Messtisch ist dabei direkt in das Förderprofil integriert und basiert auf dem Führungsprofil des jeweiligen Kettenförderers. Somit ist es möglich das System störungsfrei auf alle gängigen Kettenfördersysteme zu übertragen, ohne das Messprinzip verändern zu müssen (Abbildung 3).

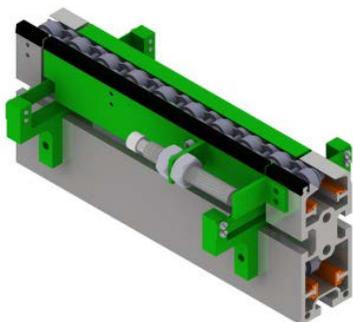


Abbildung 3: Messstisch für Staurollenketten

Die Erfassung der Verschiebung  $\Delta L$  erfolgt dabei über die Messplatte an der Seite des Messtisches und kann je nach Anforderung an die Genauigkeit mittels indukti-

ver, mechanischer oder optischer Wegerfassung realisiert werden.

### 2.2 DATENVERARBEITUNG

Die Erfassung der Reibwertdaten erfolgt kontinuierlich über den gesamten Betriebszeitraum der Anlage. Um das dabei entstehenden Datenvolumen möglichst gering zu halten wird in vorher definierten Zeitintervallen eine Messung über einen Gesamtumlauf der Förderkette durchgeführt und die dabei gewonnen Messdaten im Anschluss gemittelt. Die Dauer des Messintervalls ist dabei abhängig von der Länge sowie Geschwindigkeit des Fördersystems und muss dementsprechend für jede Anlage separat bestimmt werden.

Die Gründe für die partielle Datenaufnahme liegen primär in der Regulierung des Datenvolumens. Zusätzlich werden durch diese Vorgehensweise auch etwaige Störungen z. B. durch Stick-Slip-Effekte oder Stöße weitestgehend ausgeschlossen, wodurch dem Endanwender ein besserer Einblick in das allgemeine Reibwertverhalten seiner Anlage gewährt wird (Abbildung 4).

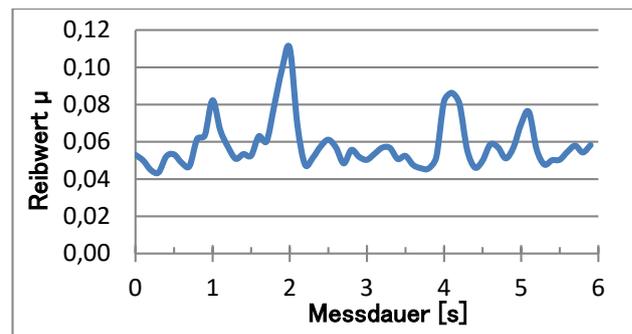


Abbildung 4: Reibwertaufnahme während eines Umlaufes

## 3 ERGEBNISSE

Im Laufe der Entwicklung war es bereits möglich den Messtisch in Förderanlagen mit Gleit- und Staurollenkettten zu integrieren und mit den gewonnen Erkenntnissen tribologische Modellversuche erfolgreich zu validieren. Des Weiteren könnten im Bereich geschmierter Ketten erfolgreich Lebensdauer sowie Schmierstoffvergleiche durchgeführt werden, die im realen Einsatzfall als Anhaltspunkt für Wartungseinsätze dienen könnten (Abbildung 5 & 6).

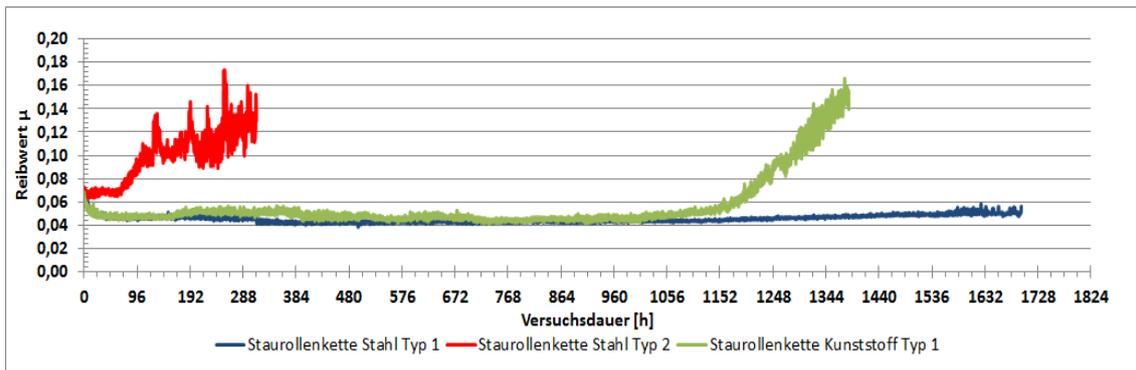


Abbildung 5: Lebensdauer-/Schmierstoffvergleich Staurollenkette

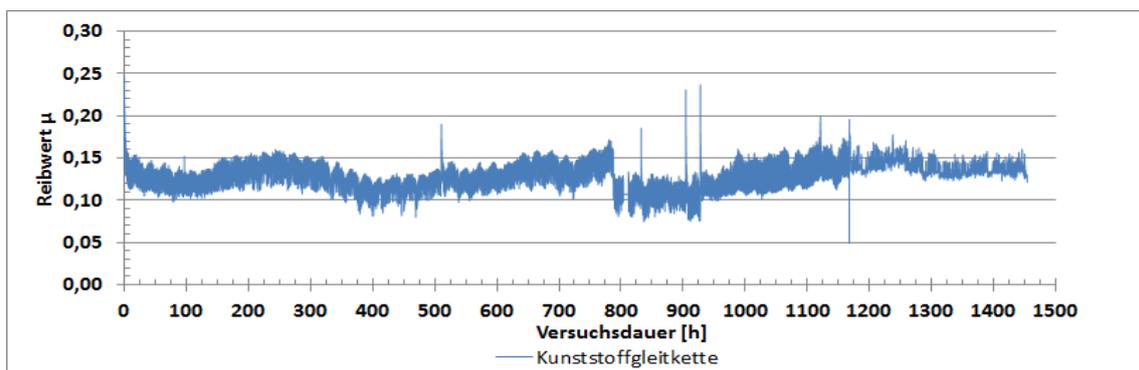


Abbildung 6: Reibwertverhalten Kunstgleitkette

#### 4 ZUSAMMENFASSUNG

Der Einsatz von Reibwertmesssystemen in logistischen Kettenfördersystemen ermöglicht neue Ansatzpunkte zur Analyse tribologischer Prozesse. Durch die echtzeitbasierte Erfassung können Messdaten erhoben werden, welche genauere Aussagen über das Langzeitverhalten von fördertechnischen Elementen in realen Anlagen getroffen werden. Diese Ergebnisse dienen auch zum Abgleich von tribologischen Modellversuchen, in denen Materialentwicklungen mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgeführt werden können.

Zusätzlich ist es möglich, durch die kontinuierliche Überwachung neue Herangehensweisen im Bereich der Wartung und Instandhaltung zu verfolgen. So könnte durch den Informationsmehrwert einer echtzeitbasierten Anlagenüberwachung z. B. der Schmierzustand von Kettensystemen im laufenden Betrieb abgefragt und die Wartungsintervalle daraufhin gezielt gesteuert werden. Die hieraus entstehende Reduzierung der notwendigen Wartungszyklen sollte die Instandhaltung komplexer Anlagen stark vereinfachen und somit eine Kostenreduzierung und Verfügbarkeitsoptimierung herbeiführen.

---

**Dipl.-Ing. Tobias Weisbach**, Scientific Assistant at the Professorship of Materials Handling and Conveying Engineering, Chemnitz University of Technology.

Adresse: Institut für Fördertechnik und Kunststoffe,  
Technische Universität Chemnitz, Reichenhainer Str. 70,  
09126 Chemnitz, Germany  
Phone: +49 371 531-38867, Fax: +49 371 531-838867,  
E-Mail: tobias.weisbach@mb.tu-chemnitz.de