

Senkung des Bewegungswiderstands in Förderanlagen

# Modulare Rollelemente erhöhen

Neue, modular gestaltete Führungs- und Stützelemente mit umlaufenden, achsfreien zylindrischen Kunststoffkörpern reduzieren die Reibung in kritischen Bereichen der Stetigförderer auf weniger als 10 % und tragen damit zu einer wesentlich höheren Energieeffizienz im Stückguttransport bei. Ein gemeinsames Projekt der Walter Reist Holding AG aus der Schweiz und der TU Chemnitz diente der anwendungsbezogenen Entwicklung eines innovativen Bauelementes und dessen Integration in die Fördertechnik.

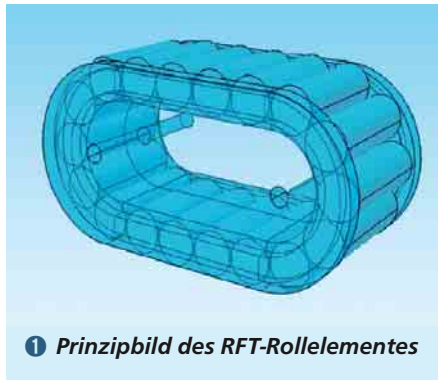
- Klaus Nendel
- Jens Sumpf
- Frank Rasch
- Walter Wolfer

**Problem Reibung**

In fördertechnischen Anlagen tritt an vielen Stellen eine unerwünscht hohe Reibung auf, die die Funktion der Förderer oft maßgeblich beeinträchtigt. Vor allem betrifft dies Stützelemente für die Aufnahme der Gewichtskraft der Fördergüter oder der Radialkräfte in Kurven. Nach dem Stand der Technik werden dafür meist Gleitelemente eingesetzt, die in direktem Kontakt zu den Zug- und Tragmitteln, z. B. Kunststoffketten, Gurten oder Zahnriemen, stehen. Da bei den überwiegenden Anwendungen auf den Einsatz von äußeren Schmierstoffen verzichtet werden muss, sind an fast allen Gleitpaarungen Kunststoffe beteiligt.

Wie Untersuchungen an der Technischen Universität (TU) Chemnitz zeigen, liegen die Gleitreibwerte solcher Paarungen im günstigsten Fall bei etwa  $\mu = 0,15 \dots 0,20$  (Kette-Gleitschiene). Vor allem bei Gurten und Zahnriemen ist jedoch oft mit viel höheren Werten von  $\mu > 0,5$  zu rechnen, weil sich die Reibwerte während der Belastungsdauer teilweise erheblich verschlechtern.

Die Folgen überhöhter Reibung sind – neben einer erforderlichen hohen Antriebsleistung – die extreme Beanspruchung der Zugmittel durch hohe Zugkräfte sowie die starke Erwärmung der Gleitstellen. Konstruktiv müssen demnach lange Förderer oft in mehrere Abschnitte aufgeteilt werden, wodurch erhebliche Mehrkosten sowie Funktionseinschränkungen durch zusätzliche Antriebe und Güterübergabestellen entstehen. Werden die Reibwerte unterschätzt, kann es zum Ausfall



1 Prinzipbild des RFT-Rollelementes

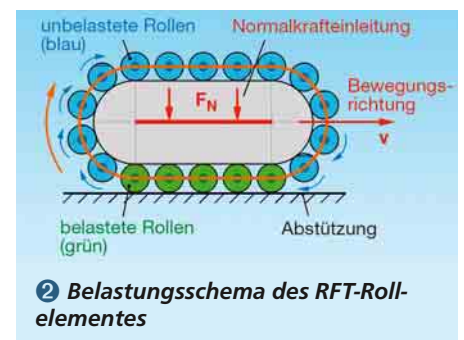
der Anlagen durch mechanische Zerstörung der Zugmittel oder zum Aufschmelzen der an den Gleitpaarungen beteiligten Kunststoffe kommen.

**Ein neuer Lösungsansatz**

Mit der Zielstellung, die Reibwerte zu senken, werden derzeit verschiedenste Materialmodifikationen eingesetzt, wobei dem Kunststoff Schmiermittel zugemischt oder Schmierstoffe chemisch gebunden werden. Diese Zusätze zeigen oft nicht dauerhaft den gewünschten Erfolg, oder die Werkstoffe verschleiben auf Grund der Gefügeschädigung schneller. Weitere Ansätze verfolgen das Ziel, die Gleitreibung durch „Rollreibung“ zu ersetzen, wobei dieser Begriff meist keine reine rollende Reibung beschreibt, weil die Kräfte z. B. durch Wälz- oder Gleitlager aufgenommen werden und deshalb wenigstens anteilmäßig Gleitreibung auftritt. Trotzdem kann dadurch der Bewegungswiderstand gesenkt und ein Teil der Reibung an weniger kritische Stellen verlagert werden.

Das Ziel eines gemeinsam von der Walter Reist Holding AG mit Sitz in Hinwil/Zürich (Schweiz) und der Professur Fördertechnik der TU Chemnitz bearbeiteten Projektes ist die anwendungsbezogene

Entwicklung eines innovativen Bauelementes mit sehr geringem Bewegungswiderstand und dessen Integration in die Fördertechnik. Dieses Bauelement basiert auf einer zum Patent angemeldeten Erfindung von Walter Reist. Den Lösungsansatz für die „Rollende Fördertechnik“ (RFT) stellt bei dieser Anwendung ein ovales Mittelstück dar, bei dem umlaufende, achsfreie zylindrische Körper die Last rollend abtragen können (Bild 1). Da ein solches Element auf der Basis von echter Rollreibung arbeitet, ist eine beträchtliche Senkung des Bewegungswiderstandes zu erwarten.

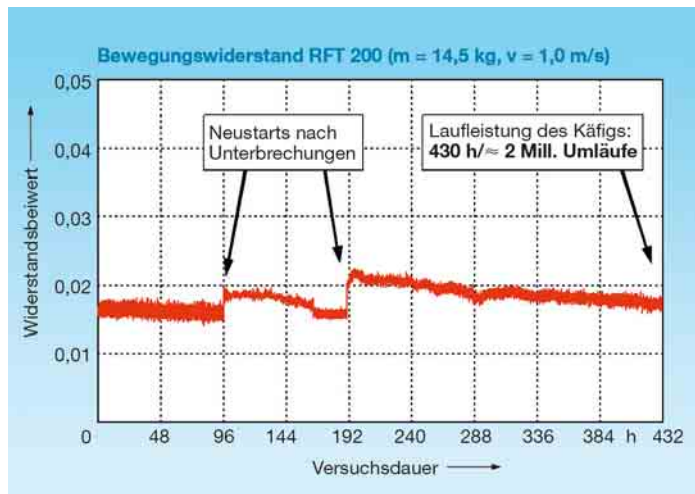


2 Belastungsschema des RFT-Rollelementes

**Entwicklung eines geraden RFT-Rollkörpers**

Wie im Bild 2 dargestellt, übertragen immer mehrere Rollen die angreifende Last auf das Stützelement, wobei sie auf diesem sowie auf dem Mittelstück des Elementes abrollen und dabei über den Käfig die unbelasteten Rollen im Umlauf weiterbewegen.

Das Laufverhalten der geraden Rollelemente wurde in umfangreichen experimentellen Untersuchungen an der TU Chemnitz analysiert. Dabei wurde – weitestgehend unabhängig von Normalkraft und Geschwindigkeit – ein Bewegungswiderstand von  $\mu \approx 0,02$  gemessen (Bild 3).



3 Im Versuch gemessener Bewegungswiderstand des geraden RFT-Rollelementes

# die Energieeffizienz



4 RFT-Kurvenelement in einem Mattenkettenträger

Besonders wichtig für den praktischen Einsatz ist, dass diese Werte auch bei langzeitiger Belastung sehr konstant bleiben. Aufgrund der fehlenden Gleitreibung ist auch der Verschleiß der Bauteile extrem gering, sodass dem Anwender ein absolut wartungsfreies System zur Verfügung steht.

Die geraden RFT-Rollkörper können in verschiedensten Anwendungen eingesetzt werden. In der Fördertechnik ist vor allem die Unterstützung von sehr hoch belasteten Zug- und Tragmitteln denkbar, z. B. in Transportbändern oder Skid-Förderern der Automobilindustrie. Durch den sehr geringen Bewegungswiderstand kann neben einer Schonung der Zugmittel und der drastischen Verringerung der Antriebsenergie auch die Laufruhe verbessert werden, weil die in solchen Anwendungen häufig auftretenden Stick-Slip-Effekte nahezu ausgeschlossen sind.

Andere mögliche Anwendungsgebiete sind Stützelemente für schnell laufende Gurte, beispielsweise in Flughafen-Transportanlagen. Das gegenwärtige Hauptproblem in den vorhandenen Anlagen ist vor allem die starke reibungsbedingte Erwärmung, die zu erheblichem Verschleiß der Komponenten führt. Aufgrund des sehr viel geringeren Bewegungswiderstandes ist bei der Verwendung von RFT-Rollkörpern eine Lösung dieser Probleme zu erwarten.

## RFT-Elemente zur Kurvenabstützung

Neben den oben beschriebenen Einsatzmöglichkeiten der geraden Rollelemente ist die Abstützung von kurvengängigen Zug- und Tragmitteln (z. B. breite Mattenketten) in horizontalen Kurven eine wesentliche Zielstellung, weil hier aus der Praxis erhebliche Probleme bekannt sind. Diese resultieren aus einer sehr hohen Radialbelastung, die in Verbindung mit hohen Gleitreibwerten einerseits zu starker Erwärmung bis hin zum Aufschmelzen der Gleitschienen bzw. Ketten und andererseits zu sehr hohen Kettenzugkräften führt. Letzteres ist vor allem deshalb äußerst kritisch, weil die Zugkräfte bei Mattenketten in der Kurve lediglich über einen kleinen Teilbereich und nicht über die gesamte Kettenbreite übertragen werden.

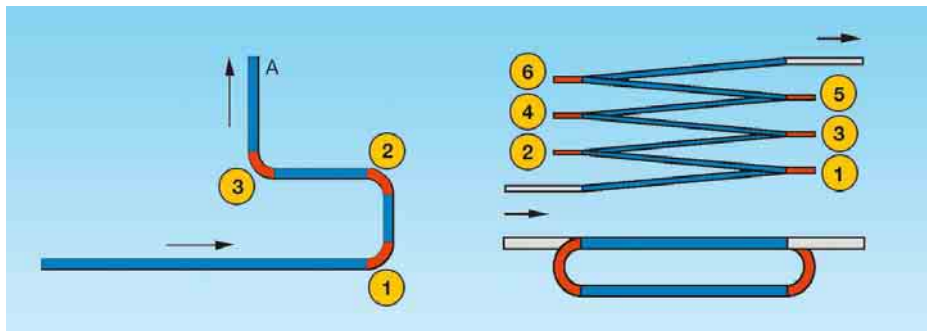
Der Aufbau von RFT-Kurvenelementen unterscheidet sich von der geraden Ausführung nur unwesentlich. Diese Elemente müssen lediglich geometrisch an die entsprechende Kurve angepasst werden. Zudem ist es notwendig, die standardmäßig meist mit Gleitschienen ausgerüstete Förderstrecke geringfügig zu modifizieren, sodass die Integration der RFT-Kurve möglich ist (Bild 4).

Die Kette stützt sich im Betrieb direkt an den Rollen ab. Da der kleine Durchmesser einen geringen Abstand der Rollen zueinander ermöglicht, entstehen

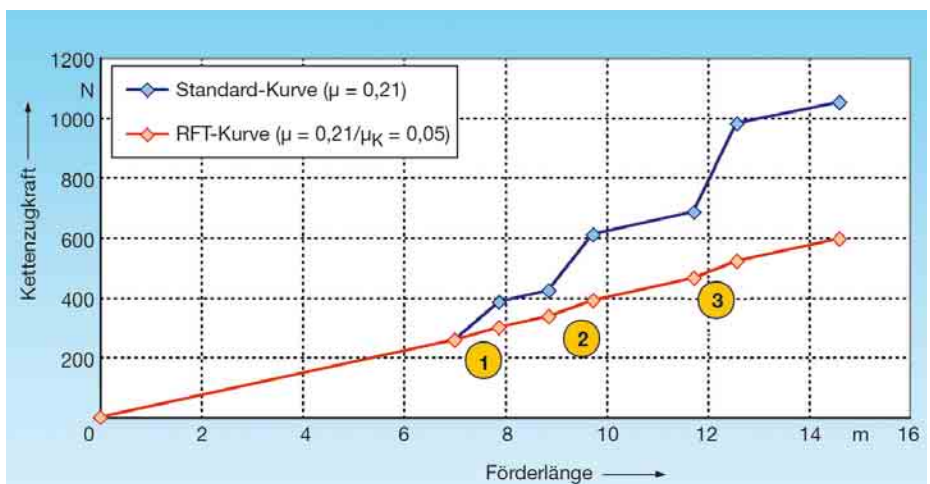
dadurch keine Nachteile bezüglich der Laufruhe. Die Kurvenelemente sind derzeit standardmäßig als 30°, 45°, 60°- und 90°-Module, jedoch auch individuell in verschiedenen Winkeln und Radien verfügbar, sodass die meisten Förderkurven sowohl bei Neuentwicklungen als auch nachträglich mit RFT ausgerüstet werden können. Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass die RFT-Elemente eine nahezu beliebige Kurvenkontur, z. B. eine aus unterschiedlichen Radien bestehende Kurve, beschreiben können. Dadurch steht dem Konstrukteur künftig ein wertvolles Mittel zur flexiblen Gestaltung von Förderanlagen zur Verfügung.

**Berechnung von realitätsnahen Beispielen**

In Messungen wurde der Bewegungswiderstand der RFT-Kurvenelemente bei verschiedenen Belastungen und Geschwindigkeiten mit etwa  $\mu_K = 0,05$  ermittelt. Gegenüber dem Reibwert für übliche Gleitschienen, der von verschiedenen Herstellern mit durchschnittlich  $\mu = 0,2...0,3$  angegeben wird, kann der Bewegungswiderstand in Horizontalkurven demnach um mehr als 75 % gesenkt werden. Mit Hilfe dieser Werte sowie einer von Auerbach [1] entwickelten Berechnungsmethode ist es möglich, verschiedene fördertechnische Szenarien theoretisch nachzubilden und damit nähere Aussagen zu den Vorteilen der RFT zu gewinnen.



**5** Layout einer Förderanlage mit drei 90°-Kurven (links) sowie eines Wendelförderers (rechts)

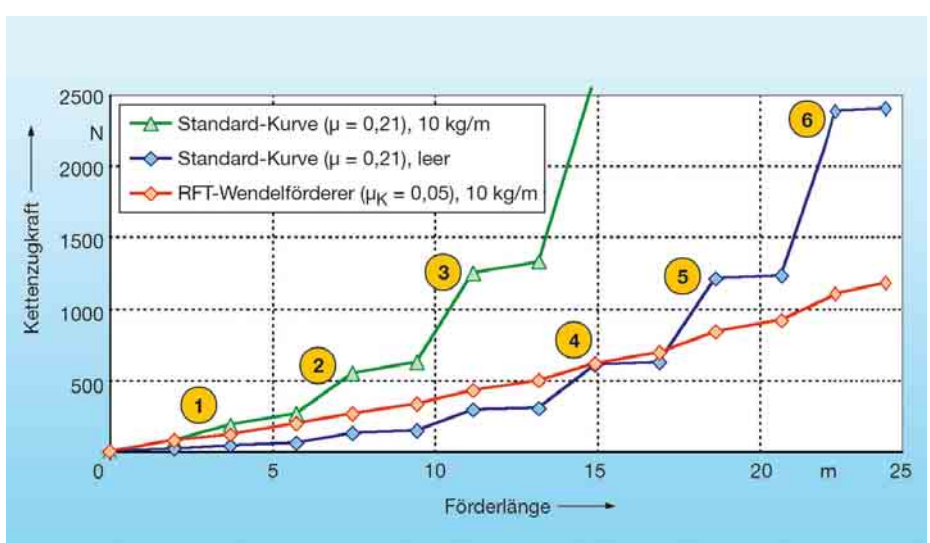


**6** Vergleich der Kettenzugkräfte in einer Förderanlage nach Bild 5, links; Länge 15 m mit drei 90°-Kurven, Gutmasse 15 kg/m

**Dolezych**  
einfach sicher

Qualität setzt sich durch!

Seile • Ketten • Hebebänder • Zurrgurte • Rundschlingen  
Hebezeuge • Krane • Beratung • Prüfung • Wartung • Schulung  
Hartmannstraße 8 • 44147 Dortmund • Tel. 02 31/82 850  
Fax 02 31/82 77 82 • www.dolezych.de • info@dolezych.de



**7** Vergleich der Kettenzugkräfte in einem Wendelförderer nach Bild 5, rechts; Länge 25 m mit 5° Steigung und sechs 180°-Kurven, Gutmasse 10 kg/m bzw. Leerlauf

Besuchen Sie uns auf  
der CeMAT 2008.

Wir packen schon und  
freuen uns auf  
interessante Gespräche.

Halle 12, Stand D40



STAHL CraneSystems GmbH, 74653 Künzelsau  
T +49 7940 128-0, marketing@stahlcranes.com

➔ [www.stahlcranes.com](http://www.stahlcranes.com)

Berechnet wurden zwei realitätsnahe Beispiele. In einem Fall handelt es sich um einen Förderer mit drei 90°-Kurven (Bild 5, links), im anderen Fall um einen Wendelförderer mit sechs 180°-Kurven (Bild 5, rechts). Beide Anlagen sind mit 200 mm breiten Kunststoffketten ausgerüstet, die Kurvenradien betragen 450 mm.

Die Steigerung der Kettenzugkraft in Kurven ist erheblich von der Zugkraft vor der Kurve abhängig. Die Bilder 6 und 7 zeigen, dass die Reibungsverluste in den jeweils letzten Kurven (Kurve 3 bzw. Kurve 6) deshalb besonders hoch ausfallen. Aus den Diagrammen ist das enorme Potenzial der RFT-Kurven erkennbar, wobei die Vorteile umso deutlicher ausfallen, je mehr Kurven in einer Anlage vorhanden sind. Die Zugkraft, mit der solche Kunststoffketten belastet werden können, ist in Abhängigkeit von der Geometrie und den Einsatzbedingungen sehr unterschiedlich. Unter der realistischen Annahme einer zulässigen Kurvenzugkraft von  $F_{zul} = 800 \dots 1000 \text{ N}$  kann aus den Bildern 6 und 7 entnommen werden, welche Anlagen mit herkömmlichen Mitteln überhaupt realisierbar sind. So wird deutlich, dass ein Wendelförderer selbst im Leerzustand ohne Fördergut höchstens bis zur vierten Kurve ausgeführt werden kann; selbst bei geringer Gutmasse sind maximal zwei Kurven möglich.

Neben der Umsetzung bisher nicht realisierbarer Förderverläufe, längerer Förderstrecken oder höherer Förderlasten bzw. -geschwindigkeiten kann durch den Einsatz der RFT-Elemente auch eine signifikante Einsparung von Antriebsenergie erreicht werden.

### Neue Gestaltungsmöglichkeiten

Die Entwicklung von praxistauglichen Stützelementen auf Basis der rollenden Reibung eröffnet dem Anwender völlig neue Möglichkeiten zur Gestaltung fördertechnischer Anlagen. Die geraden RFT-Elemente, die beispielsweise als Abstützung von Zugmitteln in der Fördertechnik, wie Riemen, Gurte oder Kunststoffketten, Verwendung finden können, haben einen in Langzeitmessungen nachgewiesenen Bewegungswiderstand von etwa  $\mu = 0,02$ ; dieser Wert ist damit 10- bis 15mal geringer als der bei herkömmlichen ungeschmierten Gleitpaarungen.

RFT-Rollelemente eignen sich auch zur Abstützung von Radialkräften in umgelenkten Zugmitteln, wie z. B. in horizontalen Kurven von Mattenketten-Förder-

systemen. Diese Stützstellen sind in der Praxis oft äußerst problematisch und bestimmen maßgeblich die Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems. Durch den geringen Widerstandsbeiwert der RFT-Kurvenelemente lassen sich je nach Bedarf wesentlich höhere Transportlasten bzw. -geschwindigkeiten, signifikante Energieeinsparungen und/oder deutlich längere und flexiblere Streckenverläufe mit mehr Kurven realisieren.

### Wartungsfreie Elemente

Durch den aus der rollenden Reibung resultierenden geringen Bewegungswiderstand der RFT-Elemente ist nur mit geringer Erwärmung und minimalem Verschleiß zu rechnen. Die Elemente bestehen ausschließlich aus Kunststoff. Sie sind somit absolut schmierungs- und wartungsfrei und können auch bei aggressiven Umgebungsbedingungen, im Lebensmittelpbereich oder in Reinräumen eingesetzt werden. □

### Literatur

- [1] Auerbach, P.: Zur Beanspruchung und Lebensdauer raumgängiger Gleitketten aus Kunststoffen. TU Chemnitz, Dissertation 2006.

#### Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel

ist Inhaber der Professur  
Fördertechnik an der  
TU Chemnitz



#### Dr.-Ing. Jens Sumpf

ist Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter der  
Professur Fördertechnik  
an der TU Chemnitz



#### Dipl.-Ing. Frank Rasch

ist Wissenschaftlicher  
Mitarbeiter der Professur  
Fördertechnik an der  
TU Chemnitz



#### Ing. (FH)

Walter Wolfer  
ist Leiter Entwicklung  
Fördertechnik und  
Logistik bei der Walter  
Reist Holding AG in  
Hinwil/Zürich (Schweiz)

