

# Bedeutung der Kunststofftribologie in der Fördertechnik

Jens Sumpf\*, André Bergmann

Technische Universität Chemnitz; Institut für Fördertechnik und Kunststoffe; Professur Förder- und Materialflusstechnik

\* Korrespondenz: [jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de](mailto:jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de); Tel.: +49 371 531-37838

Erstveröffentlichung: Vortrag, „Analytik & Tribologische Kontakt-Systeme“, Analytical Tribology Network (ATN),  
Forum tech transfer, Hannover Messe, 25. April 2018

Onlineveröffentlichung: <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:ch1-qucosa2-314398>

---

**KURZFASSUNG** In der Fördertechnik werden zunehmend Transportketten und Gleitelemente aus thermoplastischen Kunststoffen eingesetzt. Wesentliche Vorteile sind der schmierungsfreie und damit saubere und wartungsarme Betrieb, die geringe Eigenmasse sowie die mit hoher Gestaltungsfreiheit und Effizienz verbundene Fertigungstechnologie im Spritzgießverfahren. Die Bauelemente der Fördersysteme werden in der Praxis sehr unterschiedlich beansprucht. Da jedoch die mechanischen und tribologischen Eigenschaften der Kunststoffe signifikant von den Belastungs- und Umgebungsbedingungen, insbesondere der Temperatur, abhängig sind, ist die Entwicklung und Charakterisierung geeigneter Werkstoffsysteme sehr komplex. Im Vortrag werden diese Herausforderungen thematisiert und Möglichkeiten zur praxisnahen Untersuchung und Bereitstellung von Kennwerten vorgestellt.

**SCHLAGWÖRTER** Fördertechnik, Transportketten, Gleitelemente, Dimensionierung, Tribologie, Reibwert, Verschleiß, Temperatur, thermoplastischer Kunststoff

---

**ABSTRACT** *Importance of Plastic Tribology in Conveyor Systems:* In conveyor systems, transport chains and sliding elements made of thermoplastic materials are increasingly used. Major advantages are lubrication-free and so clean and low-maintenance operation, low weight as well as design-flexible and efficient injection molding manufacturing. In practice, components of conveyor systems are stressed in very different ways. However, mechanical and tribological properties of plastics are significantly dependent on load and environmental conditions, in particular temperature. Therefore, the development and characterization of suitable material systems are very complex. In the talk, these challenges are addressed and opportunities for practical investigation and provision of characteristic properties are presented.

**KEYWORDS** materials handling, transport chains, sliding elements, dimensioning, tribology, coefficient of friction, wear, temperature, thermoplastic polymer

---



PROFESSUR FÖRDERTECHNIK

## Bedeutung der Kunststofftribologie in der Fördertechnik

*Dr.-Ing. Jens Sumpf, Dipl.-Ing. André Bergmann,  
Technische Universität Chemnitz, Institut für Fördertechnik und Kunststoffe*

## Technische Universität Chemnitz

- ca. 11.000 Studierende / 2.300 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter / 8 Fakultäten

## Institut für Fördertechnik und Kunststoffe

- Institut an der Fakultät für Maschinenbau
- ca. 100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

### Institut für Fördertechnik und Kunststoffe (IFK)

#### Professur Fördertechnik

komm. Dr.-Ing. Jens Sumpf / ab 01.07.18 Prof. Dr.-Ing. Markus Golder

- **Entwicklung energieeffizienter, ökologisch verträglicher Materialflusssysteme für die Intralogistik**
- Tribologie von fördertechnischen Bauelementen
- Berechnungs- und Dimensionierungsgrundlagen für Stetigfördersysteme, insbesondere mit Kunststoffketten
- Herstellung, Prüfung und Anwendung von Hochleistungsfasenseilen und textilen Maschinenelementen für die FT
- Nutzung erneuerbarer Werkstoffe für Trag- und Gleitelemente
- Entwicklung und Analyse von Vibrationsfördertechnik

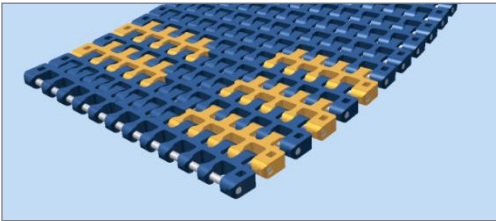
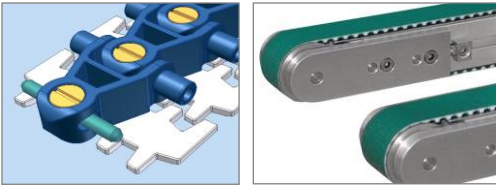
#### Professur Kunststoffe

Prof. Dr.-Ing. Michael Gehde (Institutsleiter)

- Thermoplastverarbeitung, Duroplastspritzguss
- Schweißen von Kunststoffen
- Verarbeitungs- und Schadenanalysen
- Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von Kautschukmischungen und Elastomerlegierungen
- Konstruktion von Werkzeugen und Bauteilen
- Formfüllsimulation und Strömungsberechnungen

## Zug- und Tragmittel

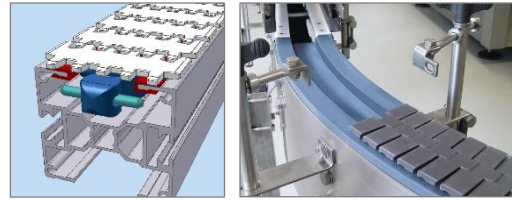
- Multiflexketten, Scharnierbandketten
- Mattenketten (Modulbänder)
- Zahnriemen, Transportbänder



- vorwiegend Technische Thermoplaste, teilweise Standardkunststoffe  
→ POM, PBT, PA, PE-HD, PP
- Thermoplast. Elastomere → TPU, ...

## Gleitelemente

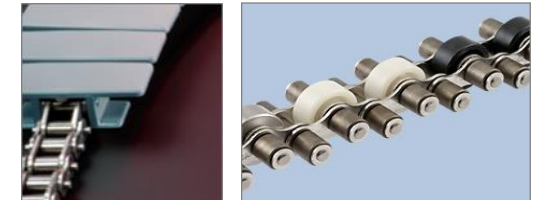
- Stütz- und Führungsschienen für Zugmittel
- Führungselemente für Fördergüter
- Förderschnecken, ...



- Werkstoff meist → PE-UHMW
- für geringere Belastungen → PE-HD
- für höhere Belastungen → PA, PVDF

## Sonstige Kunststoffelemente

- Kettenelemente, z. B. Clips, Rollen
- Kettenräder, Lager, Rollen / Räder, ...
- Fördergüter, z. B. Flaschen, Behälter, Werkstückträger, Verpackungen, ...



- Bauelemente vorwiegend Technische Thermoplaste → POM, PBT, PA, ...
- Rollen / Räder → oft Elastomere
- Fördergüter → PET, PE, PP, PA, ...

Bildquellen: TU Chemnitz, Murtfeldt, Röchling, Habasit, IWIS, Wippermann, Vogel

## Thermoplastische Kunststoffe für fördertechnische Bauelemente

### Vorteile

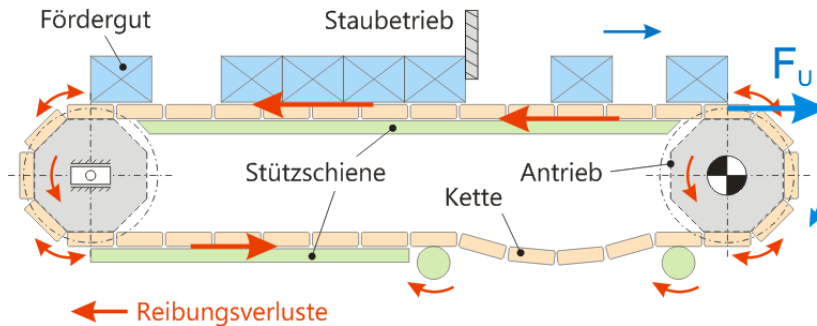
- niedrige Dichte (kleine bewegte Masse)
- schmierungsfreier Betrieb möglich
- effiziente, massenproduktionstaugliche Fertigung z. B. durch Spritzguss und Extrusion
- hohes Schwingungs- und Geräuschkämpfungsvermögen
- breites Materialspektrum
  - Korrosionsbeständigkeit,
  - Beständigkeit gegenüber vielen Medien,
  - physiologische Unbedenklichkeit, ...

### Nachteile

- geringe Festigkeit / Steifigkeit / Härte
- Wärmeempfindlichkeit
  - starke Temperaturabhängigkeit der mechanischen Eigenschaften
  - geringe Wärmeleitfähigkeit
- zeitabhängige Änderung der Eigenschaften, z. B.
  - Kriechverhalten (zunehmende Dehnung unter konstanter Last)
  - „Alterung“ durch Feuchtigkeit, Temperatur, UV-Strahlung, ...
- Reibwerte stark von Belastungs- und Umgebungsbedingungen abhängig

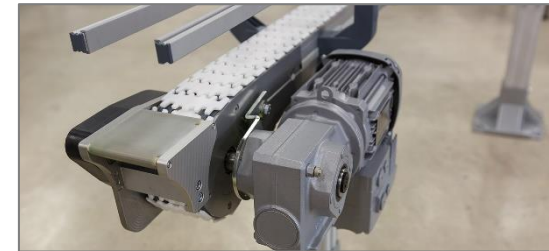
# Bedeutung der Reibung für die Dimensionierung (z. B. Kettenförderer)

- Funktionsstörungen, kurze Austauschintervalle oder gar Ausfall der Förderanlage sind zu vermeiden
- zuverlässige Dimensionierung benötigt zwingend korrekte Reibwerte



## Antriebsleistung

$$P_A = F_U \cdot v = \sum (\mu_i \cdot F_{Ni}) \cdot v$$



## Erwärmung (Reibleistung)

$$P_R = F_U \cdot v = \sum (\mu_i \cdot F_{Ni}) \cdot v$$



## zulässige Zugkraft (Zugmittel, Kettenrad)

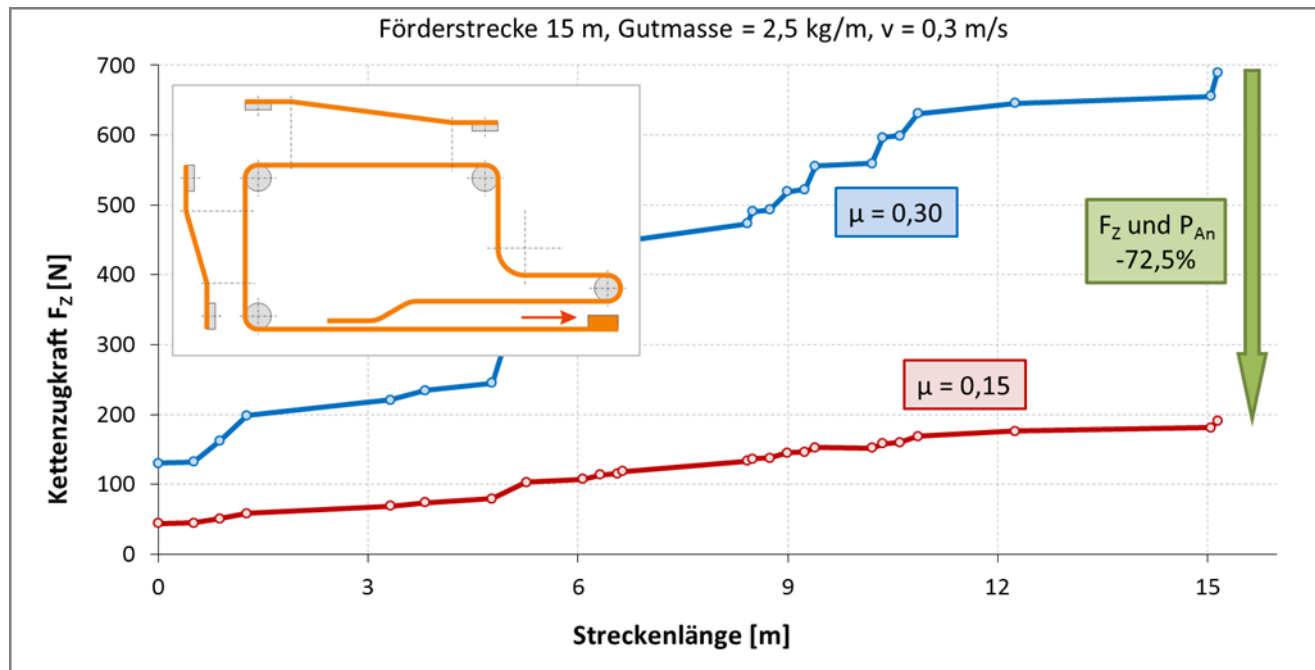
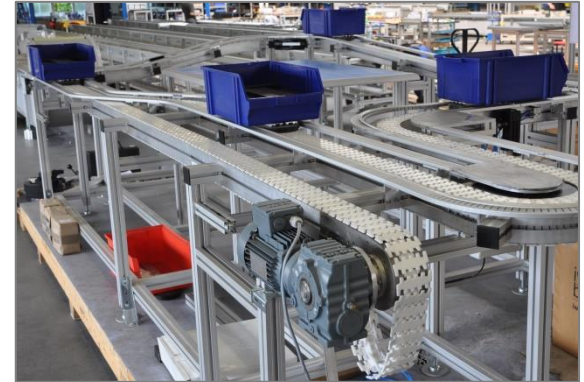
$$F_U = \sum (\mu_i \cdot F_{Ni}) \leq F_{zul}$$

Formeln stark vereinfacht!



# Effekt der Reibwertsenkung in komplexen Kettenfördersystemen

- Beispielberechnung für Multiflexkettenförderer
  - 1 x 90° und 2 x 45° horizontale Gleitkurve
  - je 1 Steigung und Gefälle → 2 x 10° vertikale Gleitkurve
- Halbierung des Reibwertes Kette vs. Führungsschiene → 72% weniger Kettenzugkraft und Antriebsenergie

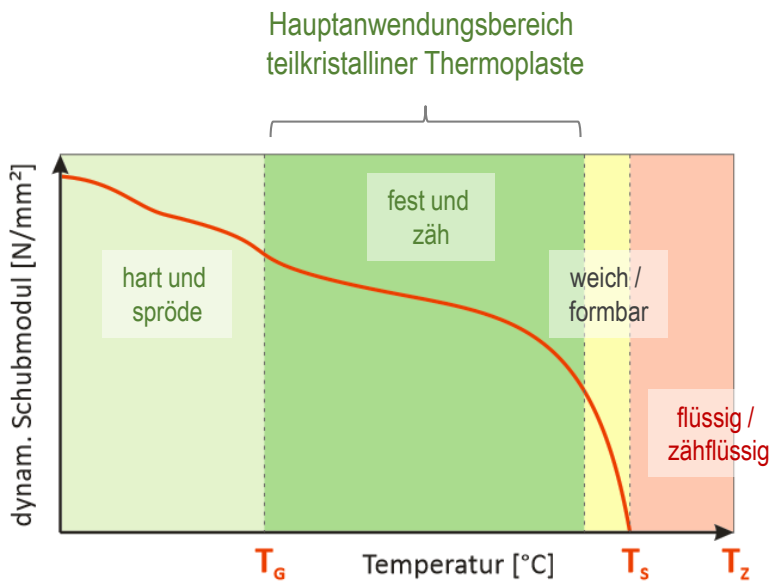


typische Reibwerte

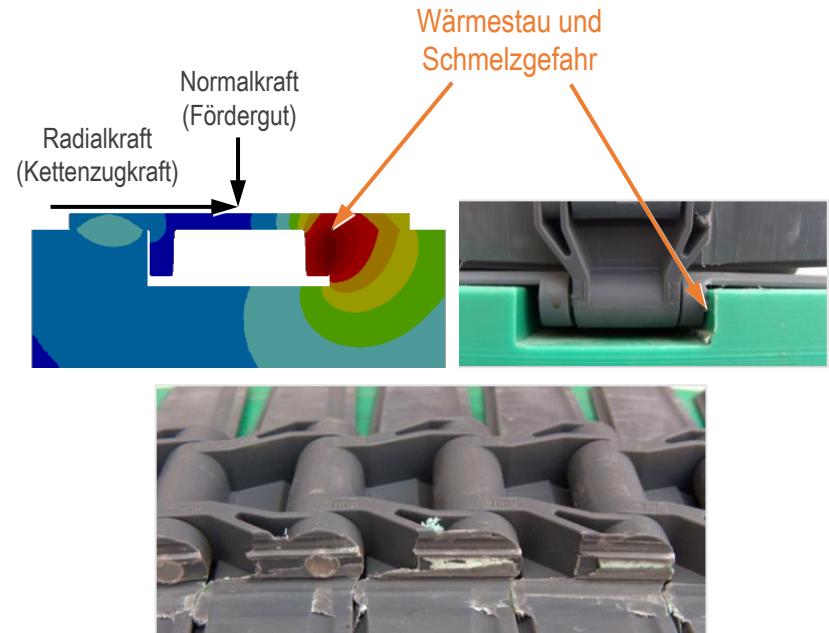
Standardwerkstoffe:  
 $\mu = 0,2 \dots 0,4$

gleitoptimierte Werkstoffe  
 $\mu = 0,1 \dots 0,15$

- Erwärmung → Verlust mechanischer Festigkeit → höherer Verschleiß
- Kunststoffreibung
  - entstehende Reibungswärme kann sehr schlecht abgeführt werden
  - Aufschmelzen der Kunststoffoberflächen → extremer Verschleiß bis zum Systemausfall



Zustandsbereiche teilkristalliner Thermoplaste



Aufschmelzen von Kunststoffketten und Führungsschienen in Gleitkurven

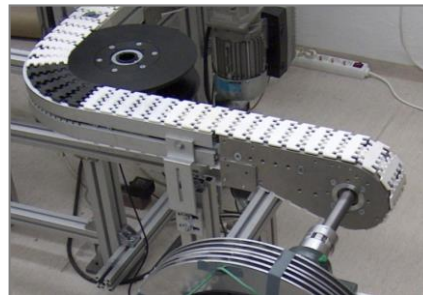
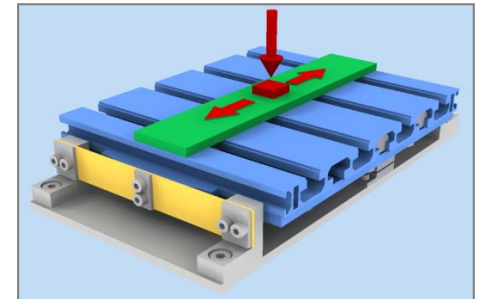
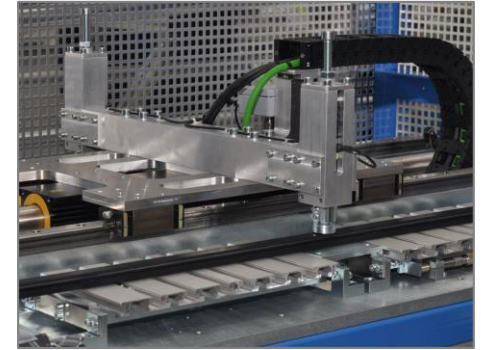


## Modellprüfsysteme

- Platte – Platte, oszillierend
  - Reibwert- und Temperaturmessung, Verschleißanalyse
  - Prüfklima -20...+100°C, 10...98% rel. Luftfeuchte
- Stift – Scheibe / Scheibe – Scheibe, rotierend
  - Reibwert-, Temperatur- und Verschleißmessung bis  $v = 6$  m/s

## Ketten- und Gelenkprüfstände

- Kettenprüfstände für tribologische, mechanische und thermische Untersuchungen
- Kettengelenk-Schwenkprüfstand



## thermoplastische Kunststoffe

- Vorteile: leicht, schmierungsfrei anwendbar, gut zu verarbeiten, weitgehend chemisch beständig, ...
  - wichtige Gleitwerkstoffe in der Fördertechnik (bzw. im Maschinen- und Anlagenbau)
- Hauptproblem: (reibungsbedingte) Erwärmung → Erweichung / Verschleiß

## tribologisches Verhalten

- Reibungs- und Verschleißverhalten stark abhängig von den Belastungs- und Umgebungsbedingungen
- Entwicklungsziele
  - reibungs- und verschleißoptimierte Tribosysteme für spezielle Anwendungsbedingungen
  - geringe Reibwerte → geringe Bauteilbelastung, Erwärmung und Antriebsenergiebedarf
  - geringer Verschleiß → hohe Lebensdauer
  - korrekte Reibwerte → wichtig für Dimensionierung der Gleitlageranwendung

## Aufgaben von Forschungsinstituten

- Entwicklung / Bereitstellung geeigneter Prüfmethode
- Durchführung von Grundlagenuntersuchungen
- Erarbeitung von Dimensionierungsgrundlagen für einzelne Tribosysteme sowie Anwendungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Technische Universität Chemnitz  
**Institut für Fördertechnik und Kunststoffe**  
**PROFESSUR FÖRDERTECHNIK**

Reichenhainer Str. 70  
09126 Chemnitz

**Forschungsgruppe Zugmittel und Tribologie**  
Dr.-Ing. Jens Sumpf

Büro: Reichenhainer Str. 70, Raum 2/D117  
Telefon: +49 (0) 371 531-32853  
E-Mail: [jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de](mailto:jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de)  
Internet: [www.gleitketten.de](http://www.gleitketten.de)

© Dr.-Ing. Jens Sumpf, [jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de](mailto:jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de)

Die den genannten Quellen entnommenen Abbildungen und Daten dienen lediglich Anschauungszwecken.



[www.gleitketten.de](http://www.gleitketten.de)

