



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 Hochleistungsfaserseilen und textilen Maschinenelementen für die FT
- Nutzung erneuerbarer Werkstoffe für Trag- und Gleitelemente
- Entwicklung und Analyse von Vibrationsfördertechnik

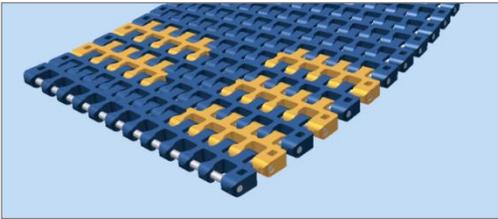
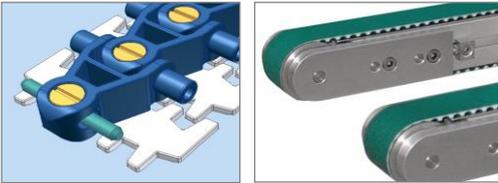
Professur Kunststoffe

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

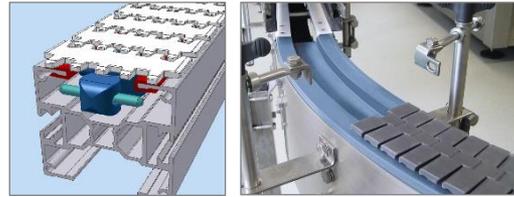
- Multiflexketten, Scharnierbandketten
- Mattenketten (Modulbänder)
- Zahnriemen, Transportbänder



- 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

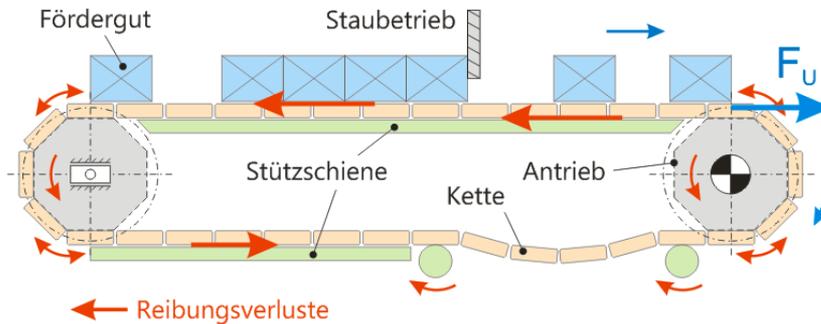
- niedrige Dichte (kleine bewegte Masse)
- schmierungsfreier Betrieb möglich
- effiziente, massenproduktionstaugliche Fertigung z. B. durch Spritzguss und Extrusion
- hohes Schwingungs- und Geräuschkämpfungsvermögen
- breites Materialspektrum
 - Korrosionsbeständigkeit,
 - Beständigkeit gegenüber vielen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

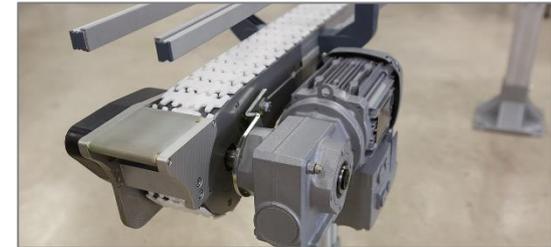
Bedeutung der Reibung für die Dimensionierung (z. B. Kettenförderer)

- 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)

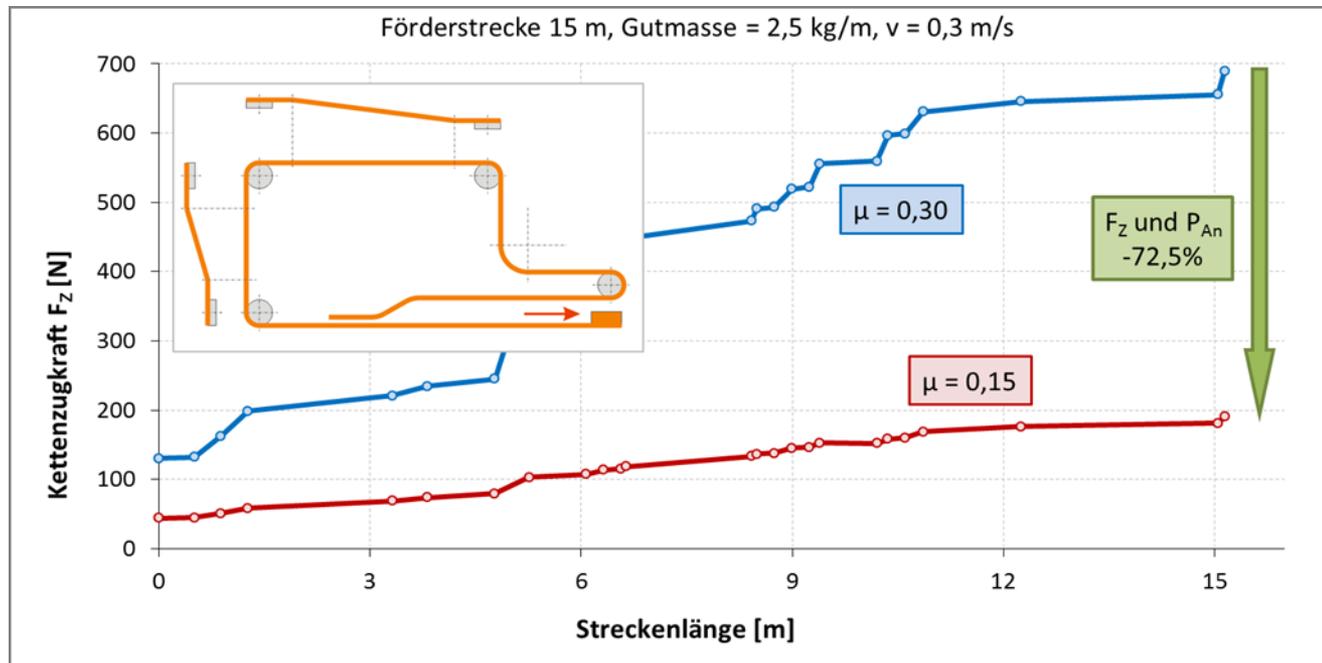
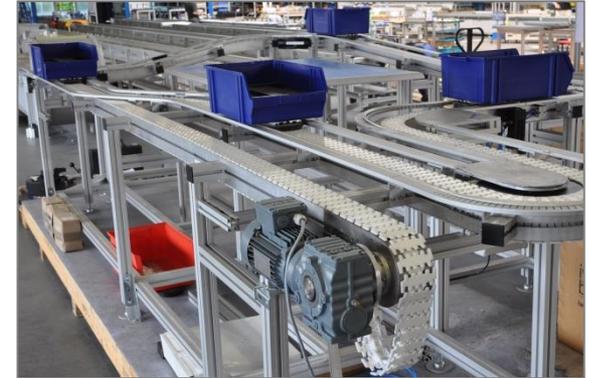
$$F_U = \sum (\mu_i \cdot F_{Ni}) \leq F_{zul}$$



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

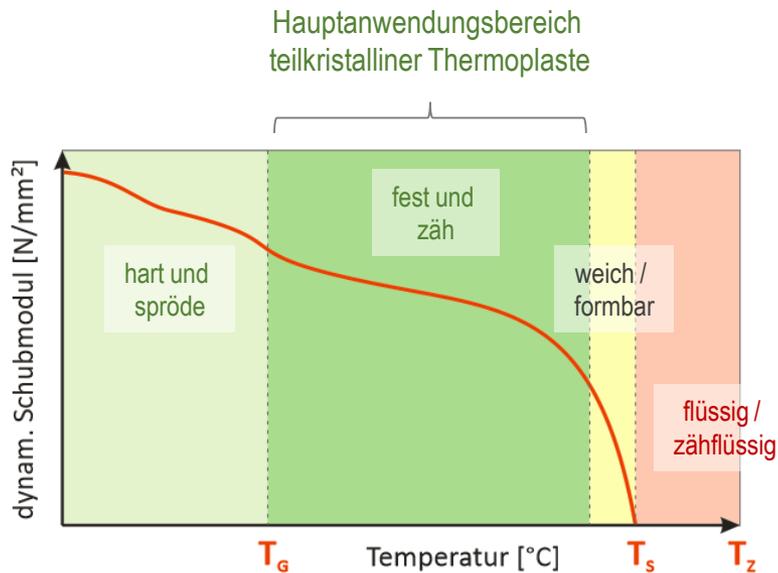


typische Reibwerte

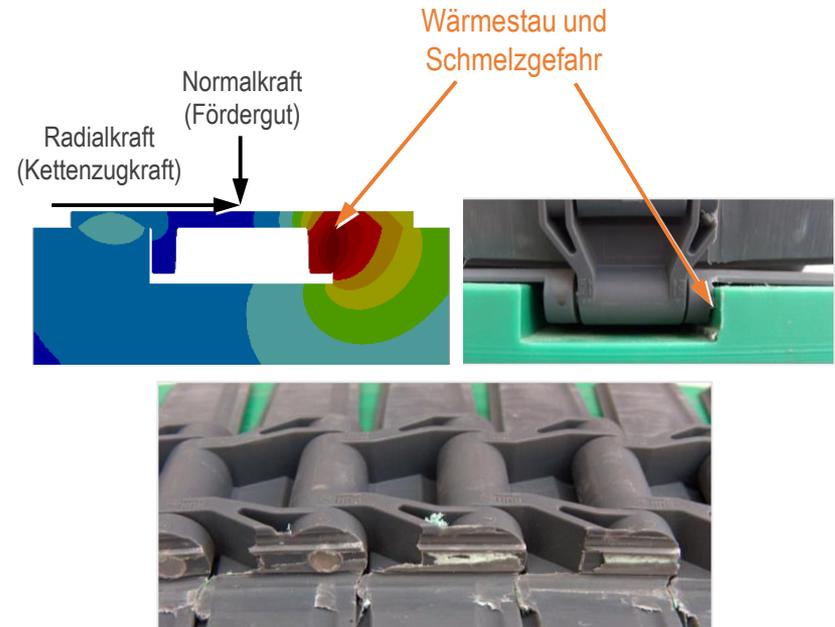
Standardwerkstoffe:
 $\mu = 0,2 \dots 0,4$

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



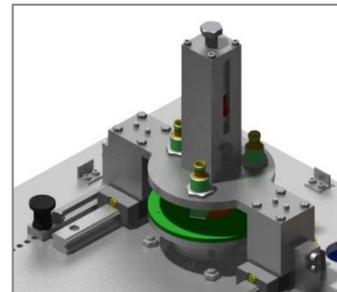
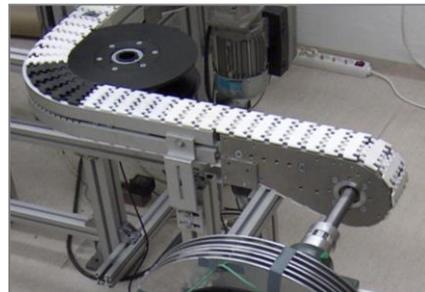
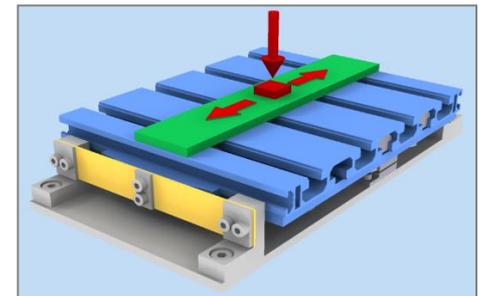
Aufschmelzen von Kunststoffketten und Führungsschienen in Gleitkurven

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 $v = 6 \text{ m/s}$

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
Internet: www.gleitketten.de

© Dr.-Ing. Jens Sumpf, jens.sumpf@mb.tu-chemnitz.de

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



www.gleitketten.de

