

Die Flüsterkette – Geräuschreduzierung an Fördersystemen

The silent chain – noise reduction in conveying systems

Markus Grünert
Sebastian Weise
Jens Sumpf
Klaus Nendel

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

Um die in einem Kunststoffkettenfördersystem auftretenden Geräusche zu reduzieren, wurde ein spezielles Bauteil der Kette im Zweikomponenten-Spritzguss aus einem thermoplastischen Elastomer (TPE) und kettentypischen Kunststoffen gefertigt. Im Rahmen der Entwicklung wurden u. a. Voruntersuchungen zur Haftung zwischen den Werkstoffen durchgeführt. Die neu geschaffene Kette bewirkt eine Verringerung des Schalldruckpegels um 3-4 dB[A] gegenüber herkömmlichen Kunststoffketten im Fördersystem. Das ermöglicht eine Steigerung der Fördergeschwindigkeit um bis zu 30% ohne zusätzliche Lärmbelastung.

[Schlüsselwörter: Kunststoffgleitketten, Zweikomponentenspritzguss, Geräuschreduzierung, Schalldruckpegel]

Conveying systems with plastic sliding chains can be noisy. Because of this, a conveyor chain has been modified using a hybrid part made of thermoplastic elastomer (TPE) and application-typical plastics. The new chain causes a noise reduction of 3-4 dB[A] compared to the state of the art. This allows an increase of the conveyor speed up to 30% without extra noise emission.

[Keywords: plastic sliding chain, two-component injection molding, noise reduction, noise level]

1 EINLEITUNG

Zum Transport kleiner bis mittelschwerer Fördergüter sowie zur Verkettung von Maschinen in der Produktion werden häufig Kunststoff-Gleitkettenförderer eingesetzt. Im Gegensatz zu Förderern mit Stahlketten können diese schmierungsfrei betrieben werden. Das Hauptelement eines solchen Förderers ist eine Kette, deren einzelne Glieder im Spritzgießverfahren gefertigt und mittels kardanischer Gelenke raumbeweglich miteinander verbunden werden. Sie kann deshalb horizontale und vertikale

le Kurven mit sehr geringen Radien durchfahren. Dadurch ist das Transportsystem äußerst flexibel an räumliche und logistische Verhältnisse anpassbar.

Bauartbedingt liegt zwischen den Gelenkbauteilen der Kette Spiel vor, was insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten zu teilweise erheblichen Klappergeräuschen führt. Vor allem beim Betrieb mehrerer Förderanlagen in einer Fabrikhalle werden dadurch die gesetzlichen Grenzwerte für die Geräuschbelastung häufig überschritten.

Das Ziel eines Forschungsprojektes war die Entwicklung eines geräuscharmen Fördersystems auf Basis einer modifizierten Kunststoffkette, der sogenannten „Flüsterkette“. Der Lösungsansatz sah vor, spielbehaftete Verbindungen innerhalb der Gelenke zu vermeiden ohne dabei die Grundgeometrie sowie die mechanischen Eigenschaften der Kette negativ zu beeinflussen.

2 VORUNTERSUCHUNGEN

Grundvoraussetzung für die Realisierung der Projektzielstellung war die ausreichende Haftung von thermoplastischen Elastomeren (TPE) an thermoplastischen Kunststoffen. Mit Hilfe von speziell konzipierten Zug- und Schälprüfkörpern wurden verschiedene Werkstoffkombinationen aus Thermoplasten und TPE's getestet. Die Ergebnisse des Rollschälversuchs waren richtungweisend für den weiteren Projektverlauf. Die Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften der 2K-Verbunde zeigten, dass die Haftung nicht ausreichend hoch ist. Für die Entwicklung des geräuschreduzierten Kettenfördersystems mit spielfreien Elastomergelenken war es daher unbedingt notwendig, bei der Funktion nicht nur auf den Stoffschluss zwischen Hart- und Weichkomponente, sondern auch auf den Formschluss beider Komponenten zu achten.

Neben den mechanischen Eigenschaften sind auch die Umweltbelastungen auf das 2K-Element von großer Bedeutung. Der Einfluss verschiedener Medien, der Luftfeuchtigkeit sowie starker Temperaturwechsel wurden untersucht. Tendenziell stellte sich die Materialkombination aus PA und TPE als sehr gut heraus.

3 KETTENKONSTRUKTION

Die Erkenntnisse aus den Voruntersuchungen zu geeigneten Materialkombinationen flossen in die Konstruktion der Kette maßgeblich ein. Nach der Festlegung von mechanischen und geometrischen Anforderungen entstanden verschiedene Konzepte für die Kette, aus denen die in Abbildung 1 gezeigte Vorzugsvariante ausgewählt wurde.

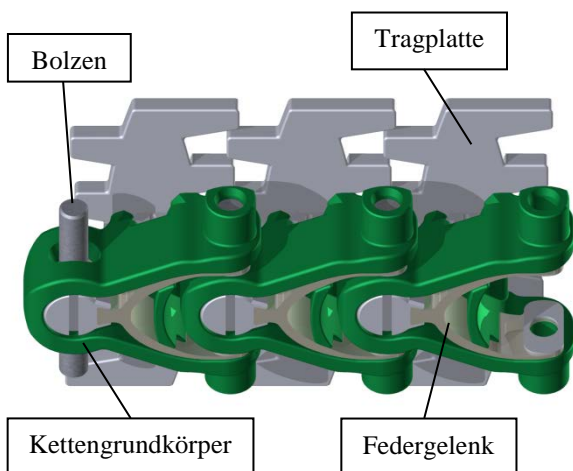


Abbildung 1. Förderkette

Der Grundkörper der Kette überträgt die Zugkraft im Förderprozess und muss deshalb hohe mechanische Belastungen ertragen können. Die Tragplatte dient als ebene Transportfläche für das Fördergut und kann je nach Anforderung mit Funktionselementen wie Staurollen, Gummipads oder auch Mitnehmern versehen werden.

Das neuartige multifunktionale Hauptbauteil der neuen Förderkette ist ein in Hybridbauweise gestaltetes Federgelenk aus festem und weichelastischem Kunststoff (Abb. 2). Der Pin ermöglicht die Schwenkbewegung der Kette in der horizontalen und vertikalen Ebene. Die elastische Feder hat zwei Funktionen. Zum einen presst sie den Pin leicht an den Kettengrundkörper und verhindert so das Gelenkspiel, zum anderen reduziert sie das seitliche Spiel zum vorherigen Kettenglied. Zusätzlich sind an den hinteren Flügeln zwei Zwischenscheiben angespritzt, die optimale Reibverhältnisse zum Kettengrundkörper gewährleisten.

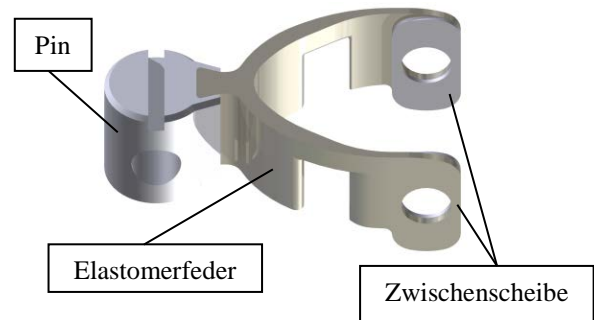


Abbildung 2. Federgelenk in Hybridbauweise

Die Verbindung der einzelnen Kettenglieder zu einer Förderkette erfolgt durch Kettenbolzen aus Stahl. Dieser bildet mit dem Pin und dem Kettengrundkörper ein kardanisches Gelenk. Es ermöglicht geringe horizontale und vertikale Kurvenradien.

Parallel zur konstruktiven Entwicklung der Kette wurden FEM-Analysen durchgeführt, um spannungskritische Bereiche innerhalb der Bauteile zu lokalisieren und zu verringern. Gleichzeitig konnte das Verformungsverhalten der Elastomerfeder während eines Schwenkvorganges nachgebildet werden (Abb. 3).

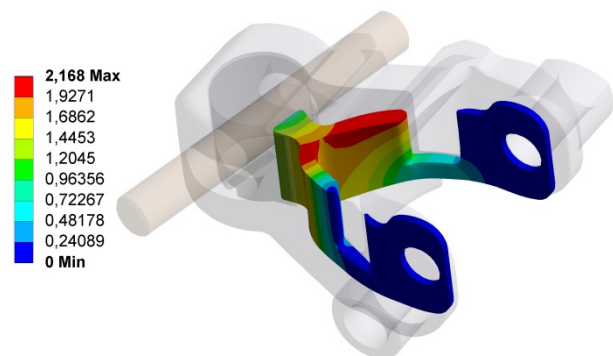


Abbildung 3. Verformungsverhalten des Federgelenks

Die Herstellung der Kettenbauteile erfolgte durch Spritzgießen, wobei für das Federelement ein Zweikomponenten-Verfahren genutzt wurde. Um die Werkzeuge und das Verfahren hinsichtlich der Formfüllung bereits im Vorfeld zu optimieren und qualitativ hochwertige Bauteile herstellen zu können, wurden entsprechende Simulationen durchgeführt. Die Abbildung 4 zeigt beispielhaft eine Schwindungs- und Verzugssimulation des Kettengrundkörpers.

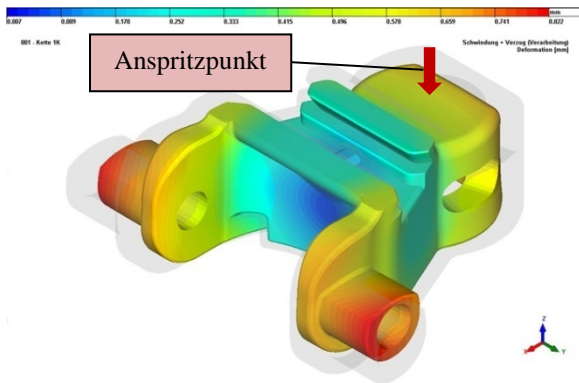


Abbildung 4. Schwindungs- und Verzugssimulation vom Kettengrundkörpers

Der Anspritzpunkt befindet sich oberhalb der Pinlagerstelle. Beim Herstellungsprozess musste besonders auf die Flügel des Grundkörpers geachtet werden. Bei falscher Parameterwahl (Verweilzeit im Werkzeug, Nachdruck) kam es zu einem Verzug der Flügel, sodass eine Kettenmontage nicht mehr möglich war.

4 EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN

4.1 MECHANISCHE UNTERSUCHUNGEN

Nach erfolgreicher Abmusterung wurden die ersten Kettenglieder auf ihre mechanischen Eigenschaften untersucht. Dabei erbrachten statische und dynamische Zugversuche hinsichtlich Bruchkraft, Steifigkeit sowie Lebensdauer durchweg gute, mit marktüblichen Referenzketten vergleichbare Ergebnisse (Abb. 5).

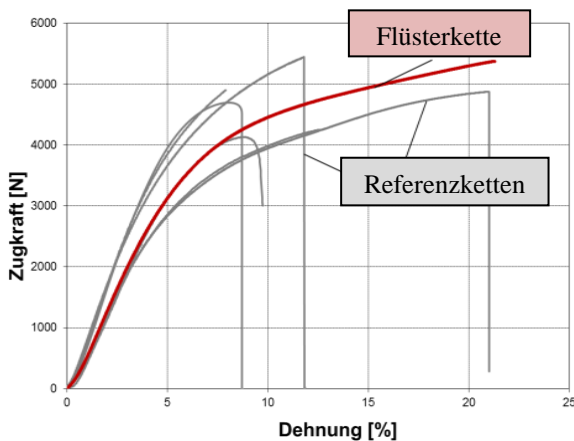


Abbildung 5. Zugkraftvergleich

4.2 GERÄUSCHUNTERSUCHUNGEN

Einen weiteren Schwerpunkt der experimentellen Untersuchungen stellten Geräuschmessungen an einer einfachen Förderanlage dar. In einem reflexionsarmen

Halbraum wurden die Messungen mit marktüblichen Gestell- und Führungsprofilen aus Aluminium und im Vergleich mit einer maßlich passenden Referenzkette durchgeführt. Der Schalldruckpegel wurde im Abstand von einem Meter zum Antrieb als Mittelwert aus mehreren Kettenumläufen aufgezeichnet und dabei u. a. der Einfluss der Fördergeschwindigkeit und der Kettenzugkraft (Beladung des Förderers) untersucht.

Der Kurvenverlauf in Abbildung 6 zeigt gegenüber der Referenzkette im gesamten Geschwindigkeitsbereich eine Reduzierung der Geräuschemission um bis zu 5%, das entspricht etwa 3 bis 4 dB[A]. Die Messung erfolgte an der kompletten Anlage, d. h. auch der mit zunehmender Geschwindigkeit lauter werdende Getriebemotors wurden mit erfasst.

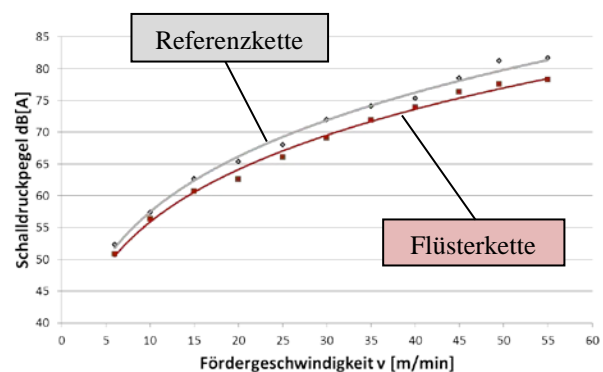


Abbildung 6. Schalldruckpegelvergleich von Kunststoffgleitketten mit unterschiedlichen Fördergeschwindigkeiten

5 ZUSAMMENFASSUNG

Durch den Einsatz des neu entwickelten Kettenfördersystems kann die Geräuschbelastung insbesondere in Produktions- und Lagerhallen deutlich reduziert werden. Dabei stellt ein hybrides Bauteil aus PA und TPE das Hauptfunktionselement dar, mit dem das Gelenkspiel auf ein Minimum reduziert und der Verschleiß während der Betriebsdauer ausgeglichen werden kann.

In den Voruntersuchungen erreichten typische Kettenwerkstoffe wie POM und PBT keinen ausreichenden Stoffschluss zu verschiedenen TPE-Typen. Im Gegensatz dazu wurden mit PA gute Haftungswerte erreicht, so dass die im Federelement genutzten Verbindungen eine genügend hohe Festigkeit aufweisen. Ebenso konnte festgestellt werden, dass für Fördersysteme relevante Umweltbelastungen keine nachhaltigen Schäden an den Werkstoffen und den Verbindungen zur Folge haben.

Die konstruktive Gestaltung der Kette in Verbindung mit dem effizienten Fertigungsverfahren ermöglicht die Verwendung bewährter Kettenwerkstoffe, sodass keine Einschränkungen hinsichtlich der mechanischen und tribologischen Eigenschaften vorliegen. Die Grundabmes-

sungen wurden ebenfalls so gestaltet, dass die Kette austauschbar in marktüblichen Führungsprofilen betrieben werden kann.

Vergleichsmessungen ergaben gegenüber herkömmlichen Kunststoffketten eine Verringerung des Schalldruckpegels um 3-4 dB[A], was u. a. eine Steigerung der Fördergeschwindigkeit um bis zu 30% ohne zusätzliche Lärmbelastung ermöglicht.

Dipl.-Ing. Markus Grünert, M.Sc., Scientific Assistant at the Professorship of Materials Handling and Conveying Engineering, Chemnitz University of Technology.

Address: Institut für Fördertechnik und Kunststoffe,
Technische Universität Chemnitz, Reichenhainer Str. 70,
09126 Chemnitz, Germany
Phone: +49 371 531-39518, Fax: +49 371 531-839518,
E-Mail: markus.gruenert@mb.tu-chemnitz.de