
Angetriebene Tragrollen – Potenzial zur Effizienzsteigerung von Gurtförderanlagen



Zusammenfassung

Der Energiebedarf von Gurtförderanlagen wird im Wesentlichen durch die notwendige Antriebsleistung bestimmt, die sich aus dem Hauptantrieb und Zwischenantrieben zusammensetzt. Durch den Einsatz von angetriebenen Tragrollen kann der konventionelle Antrieb am Kopfende der Förderanlage entlastet und damit geringer dimensioniert werden, was zu Energie- und Kosteneinsparungen führen kann. Im Gegensatz zu konventionellen Kopfantrieben ermöglichen angetriebene Tragrollen die Umsetzung von modularen Förderanlagen.

Um die Vorteile von angetriebenen Tragrollen uneingeschränkt nutzen zu können, müssen bei der Auslegung und Umsetzung von Förderanlagen eine nicht zu unterschätzende Anzahl von Hemmnissen überwunden werden, wie zum Beispiel die Stromversorgung entlang der kompletten Anlage.

Dieses Whitepaper setzt sich mit der angetriebenen Tragrolle auseinander, erläutert Hintergrundinformationen zu Konzepten mit angetriebenen Tragrollen und untersucht das Potenzial angetriebener Tragrollen. Dabei erfolgt eine Gegenüberstellung der Vorteile von Förderanlagen mit angetriebenen Tragrollen und der Hemmnisse zur Umsetzung.

Konventionelle und angetriebene Tragrollen

Tragrollen sind in einer Gurtförderanlage unverzichtbar. Sie fungieren als Führungs- und Tragelemente und unterstützen den beladenen Obertrum sowie den zurückgeführten Untertrum, damit der Gurt nicht durchhängt. Eine Tragrolle besteht aus einer durchgängigen Achse, auf der ein Tragrollenmantel möglichst widerstandsarm gelagert ist (vgl. Bild 1).

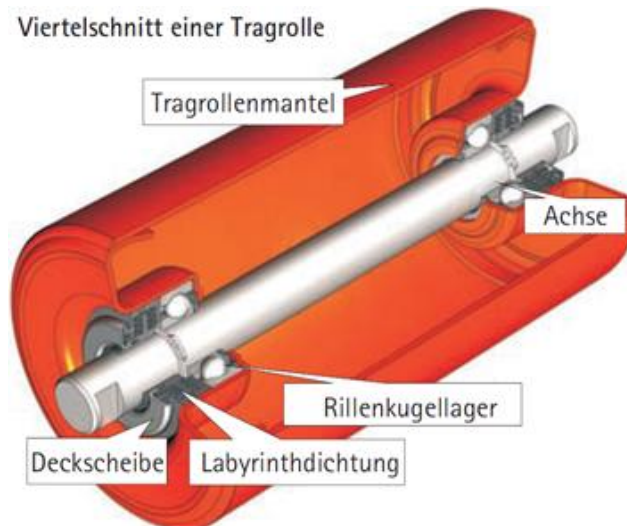


Bild 1: Schematischer Aufbau einer Tragrolle (Quelle: Sandvik Mining and Construction)

Die widerstandsarme Lagerung ist essenziell für das wesentliche Qualitätsmerkmal einer Tragrolle – den Laufwiderstand. Unter dem Tragrollenlaufwiderstand versteht man die Umfangskraft am Tragrollenmantel, die im Beharrungszustand bei bestimmter Drehzahl, Auflast und Umgebungstemperatur zur Überwindung der durch Lager, Dichtungen und Schmierfett verursachten Reibung notwendig ist [Kro08].

Neben weiteren Kennzahlen (Rundlauf toleranz, Losbrechmoment, Wuchtgüte, axiale Verschiebbarkeit) bestimmt der Laufwiderstand maßgeblich die notwendige Antriebsleistung und maximale Beladung und damit den Energieverbrauch der gesamten Förderanlage. Neben der notwendigen Antriebsleistung macht der Bewegungswiderstand in Form des Laufwiderstands von Tragrollen in der Regel 5 bis 15 % [Gee09] bzw. 30 % [Gla13] des Gesamtenergieverbrauchs einer Gurtförderanlage aus.

Bei einer Hangabtriebsförderanlage mit einer Länge von 10 km können bis zu 26.000 Tragrollen verbaut sein. Die Rillenkugellager und Dichtungen werden spezifisch für die Umgebungsbedingungen ausgelegt, beispielsweise für eine hohe Auflast bei Schüttgutförderanlagen im Tagebau. Die Einflussgrößen auf den Laufwiderstand sind Temperatur, Auflast, Drehgeschwindigkeit, Lagertyp und Schmiermittel.

Die Qualitätskriterien und deren Einflussgrößen gelten grundlegend genauso für angetriebene Tragrollen, mit dem Unterschied, dass die Rolle nicht nur passiv mitläuft, sondern als aktiver Antrieb innerhalb einer Förderanlage wirkt. Der Laufwiderstand der Rolle muss somit nicht vom Kopfantrieb der Anlage, sondern vom rolleneigenen Antrieb überwunden werden.

Grundsätzlich lassen sich zwei Antriebsarten bei angetriebenen Tragrollen unterscheiden. Angetriebene Tragrollen können an einer Mantelseite durch Ketten oder Zahnriemen mit einem Motor verbunden werden (vgl. Bild 2).



Bild 2: Über einen Kettenantrieb angetriebene Tragrollen [WTT16]

Die weitaus innovativere Variante beruht auf einem intern verbauten Trommelmotor, der den Tragrollenmantel von innen antreibt (vgl. Bild 3).

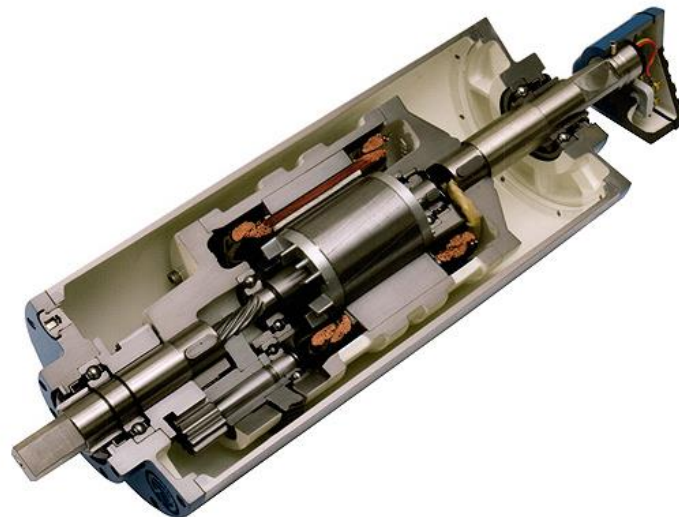


Bild 3: Angetriebene Tragrolle mit Trommelmotor [Sch16]

Historie angetriebener Tragrollen

In den 1950er und 1960er Jahren haben sich Stetigförderer, insbesondere Gurtförderanlagen zum Transport von mineralischen Rohstoffen, fest etabliert [All76]. Dem steigenden Bedarf von Rohstoffen aus Tagebaubetrieben oder dem Abbau unter Tage konnte zunächst durch Erhöhung von Gurtbreiten und Antriebsleistungen beziehungsweise Fördergeschwindigkeiten Rechnung getragen werden [All76]. Die Erhöhung des Massenstroms wurde auf diese Art und Weise so lange erfolgreich ausgereizt, bis die Gurte aus den 1960er Jahren an die absolute Belastbarkeitsgrenze von 20.000 N/mm Gurtzugfestigkeit stießen [Lac73].

Nicht zu vernachlässigen sind die durch hohe Auflast erzeugten höheren Laufwiderstände der Tragrollen. Der Laufwiderstand einer konventionellen Tragrolle wirkt der Antriebsleistung einer Förderanlage direkt entgegen und erfordert eine höhere Antriebsleistung. Entlang einer kilometerlangen Förderstrecke addieren sich die Bewegungswiderstände und führen zu einem starken Anstieg der Gurtzugkraft [Gla09]. Bei konventioneller Antriebsweise steigt die Gurtzugkraft vom Heck der Förderanlage bis zu ihrem Maximalwert am Kopf der Anlage linear an [Mar14].

Erste Ansätze zur Minimierung der Gurtzugkräfte sahen Zwischenantriebe vor, die eine Umlenkung des Fördergurts zur Folge hatten (vgl. Bild 4).

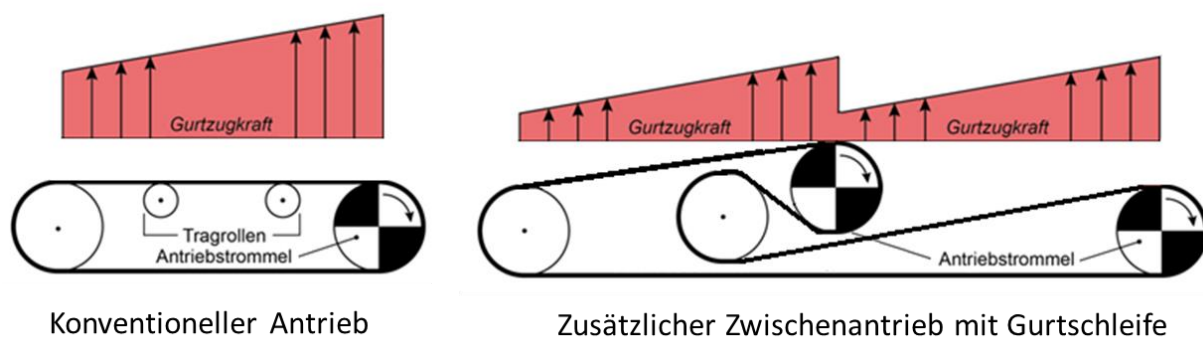


Bild 4: Konventioneller Antrieb (links) und zusätzlicher Zwischenantrieb (rechts)

Diese umständliche Umlenkung sollte durch den Einsatz von Treibgurten, Linearmotoren oder Tragrollenantrieben umgangen werden [All76]. Mit steigender Anzahl der Zwischenantriebe verringert sich die maximale Gurtzugkraft proportional zur Leistung des Einzelantriebs. Eine mögliche Folgerung ist die konsequente Fortführung dieses Prinzips mit dem Antrieb jeder verbauten Tragrolle der Förderanlage (vgl. Bild 5).

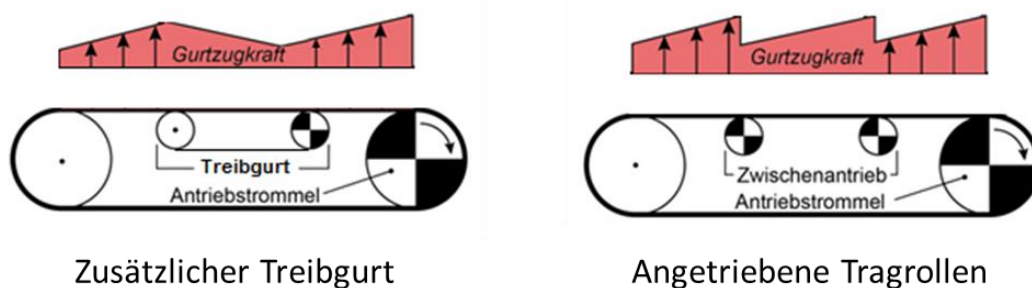


Bild 5: Zusätzlicher Treibgurt (links) und angetriebene Tragrollen (rechts)

Durch die Vielzahl an zusätzlichen Zwischenantrieben kann der konventionelle Antrieb am Kopfende der Förderanlage entlastet und damit geringer dimensioniert werden – mit dem Ziel, sowohl Energie- als auch Investitionskosten zu senken.

Praktischer Einsatz: Vorteile und Hemmnisse

Bevor ein flächendeckender Einsatz von angetriebenen Tragrollen in der (Schüttgut)-Fördertechnik gewährleistet werden kann, gilt es vor allem zwei Hürden zu überwinden.

Zum einen ist der Umschlingungswinkel gering. Die Kontaktfläche zwischen einer Rolle und dem vergleichsweise geraden Fördergurt erhöht das Risiko für Schlupfentstehung. Die Kraftübertragung einer angetriebenen Tragrolle gegenüber einem Kopfantrieb ist folglich erheblich geringer. So ist aus Sicht einer optimierten Kraftübertragung und Schlupfvermeidung ein möglichst großer Umschlingungswinkel anzustreben – ein konträrer Ansatz im Vergleich zu konventionellen Tragrollen. Dort sind möglichst geringe Umschlingungswinkel vorteilhaft, um die Reibung und den dadurch resultierenden Bewegungswiderstand sowie Verschleiß so gering wie möglich zu halten [Ove09].

Zum anderen besteht ein erhöhter Investitionsbedarf in Elektronik und Verkabelung. Entlang der gesamten Förderstrecke müssen Kabel zur Stromversorgung gelegt werden. Des Weiteren müssen Steuerungs- und Elektronikkomponenten sicherstellen, dass im Falle eines Defekts die fehlerhafte Rolle identifiziert werden kann und nicht zum Störfaktor für die gesamte Anlage wird.

Aufgrund der deutlich reduzierten Gurtzugkräfte können leichtere und dadurch kostengünstigere Fördergurte eingesetzt werden. Die leichteren Fördergurte bedeuten nicht nur geringere Investitionskosten, sondern senken ebenso die Energiekosten, da sich die zu bewegende Masse reduziert und somit eine geringere Antriebsleistung benötigt wird.

Darüber hinaus ergeben sich neue Möglichkeiten in der Anlagengestaltung und -auslegung, da sich die maximale Förderstrecke um ein Vielfaches erhöhen lässt. Heutzutage werden lange Förderstrecken über mehrere aneinander gereihte Gurtförderer überbrückt [Kel04]. Mit dem Einsatz von angetriebenen Tragrollen ist diese Trennung auf mehrere Anlagen nicht mehr notwendig. Eine einzige Anlage könnte über mehrere zehntausend Kilometer eingesetzt werden. Damit lassen sich Abbaugelände im Landesinneren wirtschaftlich zum Beispiel mit einem Hafen an der Küste verbinden [Höt16].

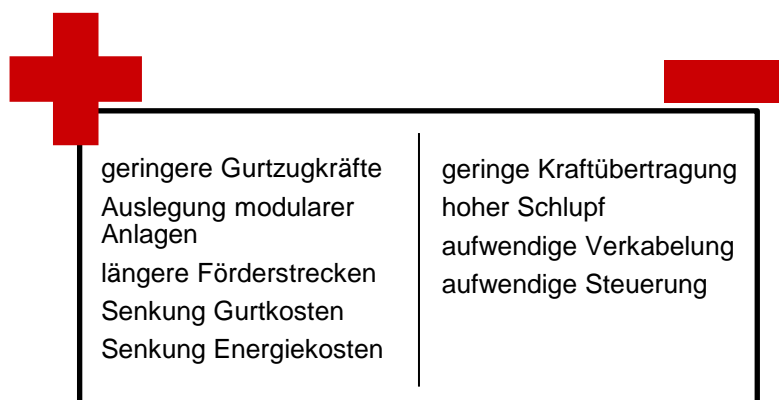


Bild 6: Vor- und Nachteile beim Einsatz von angetriebenen Tragrollen

Aktuelle Forschung und Entwicklung

Aktuelle Forschungsarbeiten vom Institut für Transport- und Automatisierungstechnik (ITA) der Leibniz Universität Hannover untersuchen die Einsetzbarkeit von angetriebenen Tragrollen (IGF-Vorhaben 18391 N). Neben einer Konzeptentwicklung für angetriebene Tragrollen liegt der Fokus auf der Entwicklung und Implementierung eines Steuerungskonzepts sowie der simulationsgestützten Bewertung der Funktionsfähigkeit von angetriebenen Tragrollen [Bin16]. In einem Prüfstand (vgl. Bild 7) für bis zu fünf angetriebene Tragrollen wollen die Forscher des ITA Erkenntnisse über die übertragbaren Kräfte bei unterschiedlichen Auflasten untersuchen [Höt16].

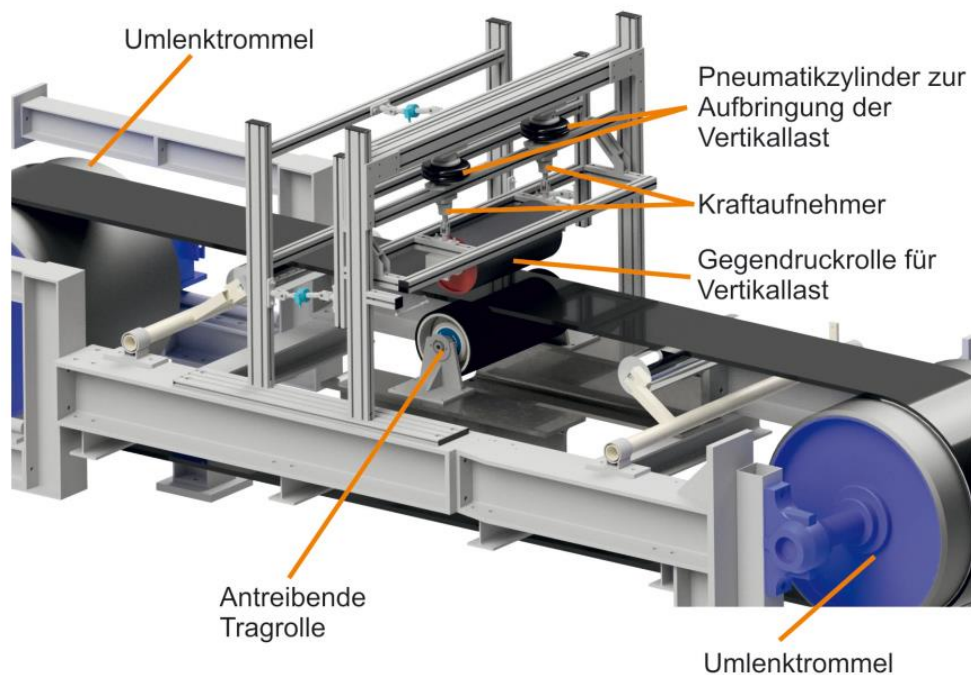


Bild 7: Prüfstand zur Untersuchung der Kraftübertragung angetriebener Tragrollen [Höt16]

Am Institut für Integrierte Produktion Hannover (IPH) wird im Rahmen eines Forschungsprojekts ein Prüfstand zur Charakterisierung des Laufverhaltens angetriebener Tragrollen entwickelt (IGF-Vorhaben 19137 N). Mit Hilfe dieses Prüfstands soll die Energieeffizienz von angetriebenen Tragrollen hinsichtlich praxisrelevanter Prüfbedingungen unter Variation von Auflast und Umgebungstemperatur untersucht werden, um die Qualität der Auslegung einer Gesamtförderanlage zu erhöhen und gleichzeitig deren Energiebedarf zu reduzieren [Küs16].

Fazit

In Zukunft ist davon auszugehen, dass Zwischenantriebe in Form von angetriebenen Tragrollen verstärkt in Gurtförderanlagen zum Einsatz kommen werden, da sie im Gegensatz zu konventionellen Kopfantrieben die maximale Förderlänge erheblich erhöhen und die Umsetzung von modularen Förderanlagen ermöglichen [Als03, All76].

Diese modularen Anlagen bieten Vorteile in Bezug auf Flexibilität, Skalierbarkeit und Mobilität [Hom11]. Namenhafte Hersteller von Tragrollen (zum Beispiel Interroll AG, Rulmeca Germany GmbH) produzieren bereits Trommelmotoren mit Antriebsleistungen von bis zu 3.000 kW, die sich als angetriebene Tragrollen für modulare Förderanlagen eignen. Neben dem vorhandenen Markt existieren auch aktuelle Offenlegungsschriften, die den Einsatz von angetriebenen Tragrollen im Bereich der Schüttgutfördertechnik als schützenswertes Wissen deklarieren [Zil12, Hof14].

Die Integration von angetriebenen Tragrollen in existierenden Förderanlagen wäre zudem eine effiziente Möglichkeit, die Förderleistung im Nachhinein zu maximieren, ohne einen erheblichen Aufwand und lange Stillstandzeiten in Kauf nehmen zu müssen.

Literaturverzeichnis

- [All76] Alles, R.: Zum Zwischenantrieb von Gurtförderern mittels angetriebener Tragrollen und Linearmotoren. Dissertation, Technische Universität Hannover, Hannover 1976.
- [Als03] Alspaugh, M. A.: The Evolution of Intermediate Driven Belt Conveyor Technology. In: Bulk Solids Handling, Vol. 23 (2003), No. 3, pp. 168-173.
- [Bin16] Bindzsus, L.: Neuartiges Antriebskonzept für Gurtfördersysteme auf der Basis von direkt angetriebenen Tragrollen. www.ita.uni-hannover.de/1975.html?&tx_tkforschungsberichte_pi1%5BshowUid%5D=454&tx_tkforschungsberichte_pi1%5Bbackpid%5D=1757&cHash=720774985677545534aa0bddb0c450cd, letzter Zugriff 05.01.2017.
- [Gla09] Gladysiewicz, L.; Bukowski, J.: Neue Erkenntnisse zu Tragrollen-Bewegungswiderständen. In: 14. Fachtagung Schüttgutfördertechnik 2009, Innovationen gegen die Krise, Magdeburg 2009.
- [Gla13] Gladysiewicz, A.: Tragrollenoptimierung zur Effizienzsteigerung von Gurtförderern. In: Fachtagung HdT - Gurtförderer und ihre Elemente. Essen 2013.
- [Gee09] Geesmann, F.-O. et. al.: Auslegung von schweren Tragrollen für das Obertrum von Gurtförderanlagen Teil III - Betriebstechnische Auslegung einer Tragrolle. In: AT Mineral Processing, Bauverlag, H. 04-2009, 2009.
- [Hof14] Hoffmann, D.: Hochleistungsbandanlage. Offenlegungsschrift DE 10 2013 204 244 A1, B65G 23/32 (2006.01), Veröffentlichungsdatum: 18.09.2014.
- [Hom11] Hompel, M. ten; Nettsträter, A.; Feldhorst, S.; Schier, A.: Engineering von modularen Förderanlagen im Internet der Dinge. In: at - Automatisierungstechnik, Vol. 59 (2011), No. 4, pp. 248-256.

- [Höt16] Hötte, D.: Längere Förderstrecken dank antreibender Tragrollen. In: phi – Produktionstechnik Hannover informiert, 9/2016, 2016.
- [Kel04] Keller, M.: Der Transponder im Fördergurt – ein Erfahrungsbericht. In: 9. Tagung „Zahnriemengetriebe“ am Institut für Feinwerktechnik und Elektronik-Design der TU Dresden, Dresden 2004.
- [Kro08] Kropf-Eilers, A.; Overmeyer, L.; Wennkamp, T.: Energieoptimierte Fördergurte - Entwicklung, Prüfverfahren und Betriebsmessungen. In: Aufbereitungs Technik, Bauverlag, Vol. 49 (2008), Nr. 9, S. 25-34.
- [Küs16] Küster, B.: Einsatznahe Charakterisierung des Laufverhaltens angetriebener und konventioneller Tragrollen für (Schüttgut-) Förderanlagen. www.iph-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/?we_objectID=4510, letzter Zugriff 05.01.2017.
- [Lac73] Lachmann, H.-P.: Grenzdaten von Stahlseilfördergurten. In: Fördern und Heben 23(1973) Nr.8, S. 425-428.
- [Mar14] Maron, T.; Rausch, C.: Underground conveyor system between two coal mines in the Czech Republic. In: Mining Report, Vol. 150 (2014), No. 1/2, pp. 85-89.
- [Ove09] Overmeyer, L.; Hötte, S.; Falkenberg, S.; Wennkamp, T.: Untersuchungen zur Optimierung des Verschleißverhaltens von Fördergurten. Internationale Kautschuk Tagung (IRC 2009), Nürnberg 2009.
- [Sch16] Schad Fördererlemente GmbH & Co. KG: www.schad-rollen.de/de/antriebstechnik/trommelmotoren, letzter Zugriff: 05.01.2017.
- [WTT16] WTT Fördertechnik GmbH: www.wtt-foerdertechnik.de/produkte/foerderkomponenten-fuer-die-moebelindustrie-angetriebene-rollenbahnen.php, letzter Zugriff: 05.01.2017
- [Zil12] Ziller, T. J.: Schüttgutförderer. Offenlegungsschrift DE 10 2012 102 945 A1, B65G 13/02 (2006.01), Veröffentlichungsdatum: 18.10.2012.

Kontaktdaten

IPH – Institut für Integrierte Produktion Hannover gGmbH
Hollerithallee 6 | 30419 Hannover

☎ +49 (0)511 27976-0 | @ info@iph-hannover.de | 🌐 www.iph-hannover.de