

Antriebssysteme für Stückgutsortieranlagen – eine Bestandsaufnahme

DIPL.-ING. FRANK ABELBECK

INSTITUT FÜR TRANSPORT- UND AUTOMATISIERUNGSTECHNIK, LEIBNIZ UNIVERSITÄT HANNOVER

Zusammenfassung

Die Sortierung von Stückgütern stellt einen der aufwendigsten Vorgänge in der Warenverteilung dar, der heutzutage weitestgehend maschinell durch hochautomatisierte, kettengeführte Sortieranlagen erledigt wird. Von besonderem Interesse ist die Ausführung des Antriebssystems, da dessen Eigenschaften maßgeblich die Effizienz der Gesamtanlage festlegen. Berührungslos arbeitende Linearinduktionsantriebe stellen hierfür den aktuellen Stand der Technik dar. Ihr signifikanter Nachteil ist der äußerst geringe Wirkungsgrad von höchstens 25%. Angesichts steigender Energiepreise wird dieser Nachteil in absehbarer Zeit stärker ins Gewicht fallen. Es müssen Möglichkeiten zur Wirkungsgradsteigerung untersucht werden oder aber ein alternatives, vergleichbares Antriebskonzept gefunden werden. Der Kettenvortrieb durch Reibradantriebe stellt ein solches Konzept dar.

Dieser Beitrag behandelt Antriebssysteme von kettengeführten Stückgutsortieranlagen und stellt zunächst bewährte Systeme wie Kettenrad-, Schleppketten- und Schneckenwellenantrieb vor. Hieran schließt sich eine Diskussion der Eigenschaften von aktuell eingesetzten Linearinduktionsantrieben an. Bezüglich der Wirkungsgradproblematik werden Optimierungsmöglichkeiten aufgezeigt und der Reibradantrieb als weiteres mögliches Antriebskonzept vorgestellt.

Abstract

Sorting of packaged goods represents one of the most complex and laborious processes of distribution. Current distribution centres rely on highly automated sorting machines composed of a chain of product carriers. The propulsion system of these sorter chains is of interest regarding overall facility efficiency. State-of-the-art drive systems use non-contact, maintenance-free linear inductive motors. A severe disadvantage of this drive concept is its low degree of efficiency of less than 25 %. In view of increasing energy costs this disadvantage will become more important in near future. Optimising the efficiency of current linear inductive motors represents one option. Another option is the development of a new drive concept such as chain propulsion by friction wheel drives.

This paper addresses drive systems for sorter chains. At first classic systems for propulsion by chain wheel, by dragchain and by worm shaft are reviewed. Subsequently properties of state-of-the-art linear inductive motors as well as optimisation options are discussed. Finally the concept of propulsion by friction wheel drives is introduced.

1. Einleitung

Das Sortieren von Stückgut stellt eine Aufgabe der Intralogistik dar, bei der Stückgut von einer oder mehreren Quellen auf eine oder mehrere Senken gemäß vorgegebener Unterscheidungsmerkmale verteilt werden soll [VDI83]. Teilaufgaben sind die Förderung des Stückguts sowie der gesteuerte Wechsel der Fördereinrichtung, das sogenannte Ausschleusen. Bei der Bewältigung dieser Teilaufgaben bieten die kettengeführten Sortieranlagen (Sorter) ein günstiges Verhältnis zwischen technischem Aufwand, Flexibilität und Effizienz. Sie bestehen aus einer endlos geschlossenen, raumgängigen Kette zur Übertragung der Bewegung (Zugorgan) und zur Aufnahme der Last (Tragorgan). Die Ausschleusmechanismen sind an jedem Kettenglied angebracht und laufen mit der Kette um, was als Hauptmerkmal dieser Gruppe von Sortieranlagen angesehen werden kann.

Bekannteste Vertreter sind die Kippschalen- und die Quergurtsorter, benannt nach den jeweils verwendeten Ausschleusmechanismen. Kippschalensorter verwenden schwenkbare Lastaufnahmemittel, deren Kippung den Ausschleusvorgang als Abwurf des Stückguts vollzieht. Quergurtsorter besitzen quer zur Förderrichtung wirkende Fördergurte als Lastaufnahmemittel, eine Ausschleusung geschieht durch Verfahren des Fördergurts. Das Einschleusen erfolgt bei beiden Sortertypen durch geeignete Zuführränder.

Kettengeführte Sortieranlagen erzielen aufgrund ihres hohen Automatisierungsgrades und der hohen Verteilgeschwindigkeit erhebliche Zeit- und Kosteneinsparungen, verglichen mit der manuellen Sortierung. Die Eigenschaften des verwendeten Antriebskonzeptes sind dabei maßgeblich für Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz, weshalb nachfolgend wichtige Antriebsprinzipien vorgestellt und diskutiert werden sollen.

Bevor die verschiedenen Antriebssysteme behandelt werden können, ist zunächst das anzutreibende Fördermittel zu betrachten. Es existieren verschiedene Varianten für die Realisierung eines raumgängigen Trag- und Zugorgans [Wil98, S. 8], wobei die heutzutage zumeist verwendete Variante in Abbildung 1 gezeigt ist. Jedes Kettenglied besteht aus einem Zugstab, der per Kugelgelenken mit den benachbarten Kettengliedern verbunden ist. An jedem Zugstab ist eine Traverse befestigt, welche die Trag- und Führungsrollen aufnimmt.

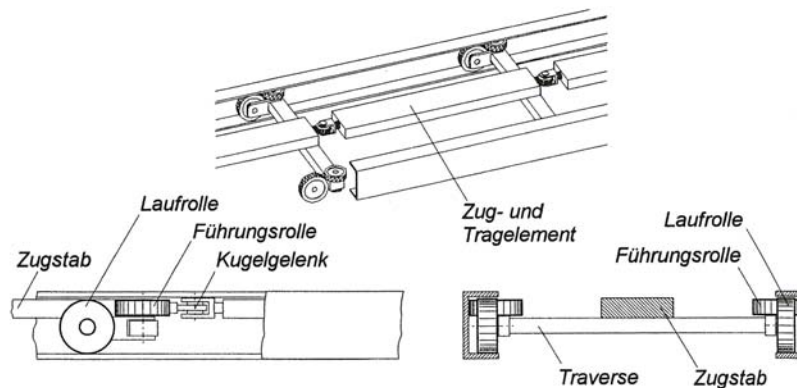


Abbildung 1: Aufbau einer raumgängigen Sorterkette [Wil98, S. 10]

Das Antriebssystem einer Sortieranlage hat die Aufgabe, eine Kraft auf die Kette aufzuprägen, um diese zu beschleunigen, ihre Bewegung gleichmäßig aufrecht zu erhalten oder zu bremsen. Bewährte Konzepte sind die nachfolgend vorgestellten formschlüssigen Antriebe, die die rotatorische Bewegung eines Elektromotors über eine geeignete Mechanik in eine lineare Kettenbewegung umwandeln [Wil98, S. 35 ff.].

2. Klassische Antriebskonzepte

2.1. Kettenradantrieb

Beim Kettenradantrieb sind in regelmäßigen Abständen senkrechte Mitnehmerbolzen oder -rollen an den Kettengliedern angebracht, auf die durch mehrere große Kettenräder entlang der Anlage formschlüssig die Antriebskraft übertragen wird (Abb. 2). Elastische Materialien dämpfen dabei Stöße infolge des Eingriffs von Rad in Kette.

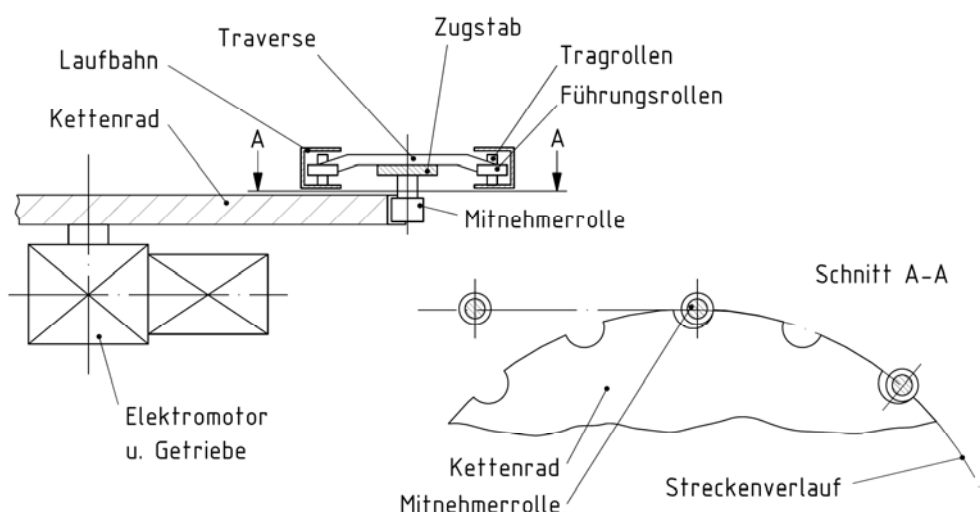


Abbildung 2: Skizze des Kettenradantriebes

2.2. Schleppkettenantrieb

Kettenradantriebe können nur an Umlenkungen der Sorterkette installiert werden. Aus konstruktiver Sicht ist dabei ein kleiner Umlenkradius angestrebt, was bei Sortieranlagen nur bedingt realisiert werden kann. Als Alternative können deshalb anstelle der Kettenräder auch Schleppketten in Form von Buchsen- oder Rollenketten zur formschlüssigen Kraftübertragung eingesetzt werden. Hierzu sind mehrere parallel zur Sorterkette verlaufende Ketteneinheiten über die gesamte Anlage verteilt. Die Mitnehmereinrichtungen der Sorterkette werden in die Kette eingefädelt und sodann mitgezogen, wobei der Eingriff wie beim Kettenradantrieb durch Verwendung elastischer Materialien gedämpft werden kann. Im Gegensatz zu den Kettenrädern benötigen diese Antriebseinheiten nur ein kurzes, gerades Streckenstück als Installationsort. Nachteilig ist der erhöhte Geräuschpegel, der weniger durch den – gedämpften – Eingriff in die Sorterkette als viel mehr durch das Laufgeräusch der Schleppkette verursacht wird. Zudem ergibt sich durch den Polygoneffekt der Schleppkette eine Geschwindigkeitschwankung, die auf die Sorterkette übertragen wird und für Laufunruhe sorgt.

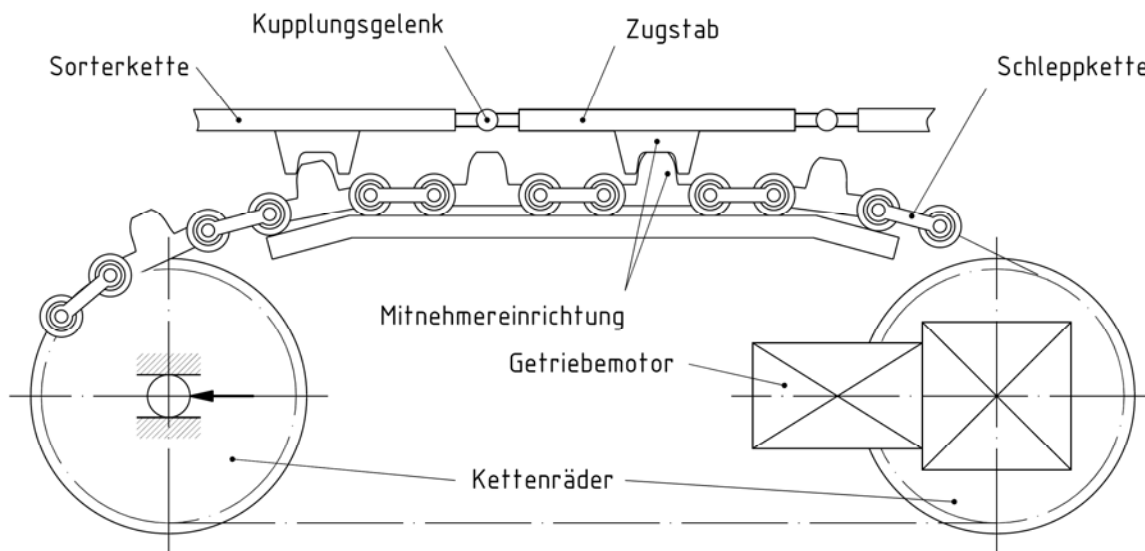


Abbildung 3: Darstellung des Schleppkettenantriebes (vgl. auch [Sal67, S. 270])

2.3. Schneckenwellenantrieb

Als weiterer formschlüssiger Antrieb können Schneckenwellen verwendet werden, die ähnlich wie die Schleppketteneinheiten parallel zur Sorterstrecke über die Anlage verteilt installiert werden, aber wie beim Kettenradantrieb leiser und laufruhiger arbeiten. Analog zum Kettenradantrieb sind unter der Sorterkette Mitnehmerrollen angebracht, auf die von den Gewindeflanken der Schneckenwelle eine Antriebskraft aufgebracht wird.

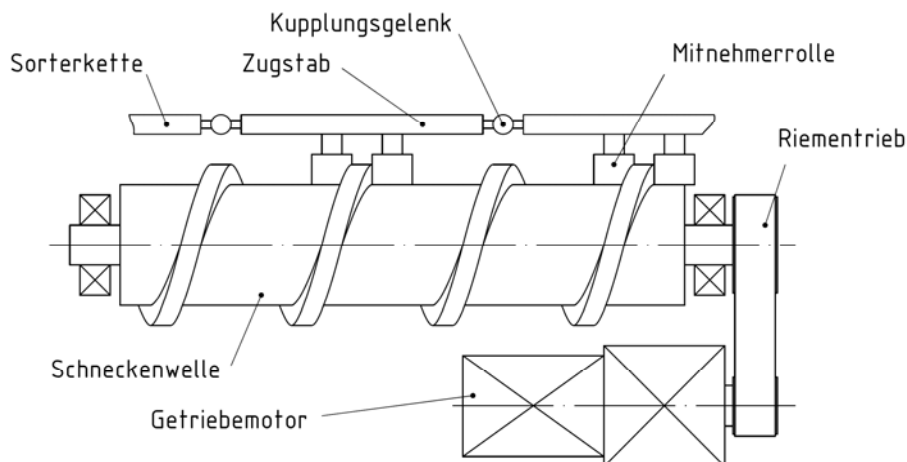


Abbildung 4: Skizze des Schneckenwellenantriebes

2.4. Eigenschaften

Durch die formschlüssige Wirkungsweise ist bei allen genannten Antriebssystemen leicht ein Gesamtwirkungsgrad von ca. 75 % erreichbar. Nachteilig hinsichtlich Fertigungs- und Montageaufwand ist die für einen formschlüssigen Antrieb genau einzuhaltende Kettenteilung. Andernfalls führen Teilungsdifferenzen zwischen Mitnehmer und antreibender Mechanik zu Laufunruhe und Verschleiß infolge von Flankenstößen beim Eingriff. Da sich dies in der Realität nicht völlig vermeiden lässt, sind diese Systeme entsprechend verschleißbehafet, weisen Laufunruhe auf und verursachen erhöhte Wartungskosten.

Ein weiterer Nachteil ergibt sich bei Ausfall eines oder mehrerer Antriebe. Denn dann müssen die verbliebenen Antriebe nicht nur den Betrieb aufrecht erhalten, sondern darüber hinaus auch noch den Widerstand der ausgefallenen, aber immer noch im Eingriff befindlichen Antriebssysteme ausgleichen. Dies fällt insbesondere bei den Kettenradantrieben ins Gewicht, denn zumeist ergeben sich nur wenige Installationsorte entlang der Sorterkette. Somit werden Kettenradeinheiten häufig derart ausgelegt, dass eine Einheit die komplette Sorterkette antreiben kann [Wil98, S. 65 ff.].

Beim Übergang zu höheren Fördergeschwindigkeiten von 2 m/s und mehr stoßen die Mechaniken schließlich an ihre Grenzen. Naheliegender ist deshalb der Übergang zu einer Antriebsform, die berührungslos direkt eine Kraft in die Kette einzuleiten vermag. Als Folge wurden Linearmotoren als Antriebssysteme eingeführt und stellen aufgrund ihrer Eigenschaften mittlerweile die Standardantriebe für kettengeführte Sortieranlagen dar.

3. Lineardirektantrieb

3.1. Aufbau und Funktionsprinzip

Eine gängige Methode zur Darstellung von Linearmotoren ist die Umwandlung rotierender elektrischer Maschinen durch Aufschneiden und Abwickeln von Stator und Rotor. Dabei wird der linear angeordnete Stator als Primärteil, der abgewinkelte Rotor als Sekundärteil bezeichnet.

Von Bedeutung ist aufgrund der berührungslosen Arbeitsweise die Ausführung als Drehstrommaschinen, von denen sich wiederum der Drehstrom-Asynchron-Linearmotor, auch Linearinduktionsmotor (LIM) genannt, aufgrund seines kostengünstig gestaltbaren Sekundärteils in Form einer einfachen Reaktionsleiste als Sortieranlagenantrieb durchgesetzt hat [Wil98, S. 21]. Hierbei bildet die Sorterkette bzw. daran angebrachte Metallschienen das bewegte Sekundärteil, während mehrere stationäre Primärteile über die Anlage verteilt sind. Abbildung 5 skizziert diese Antriebsart.

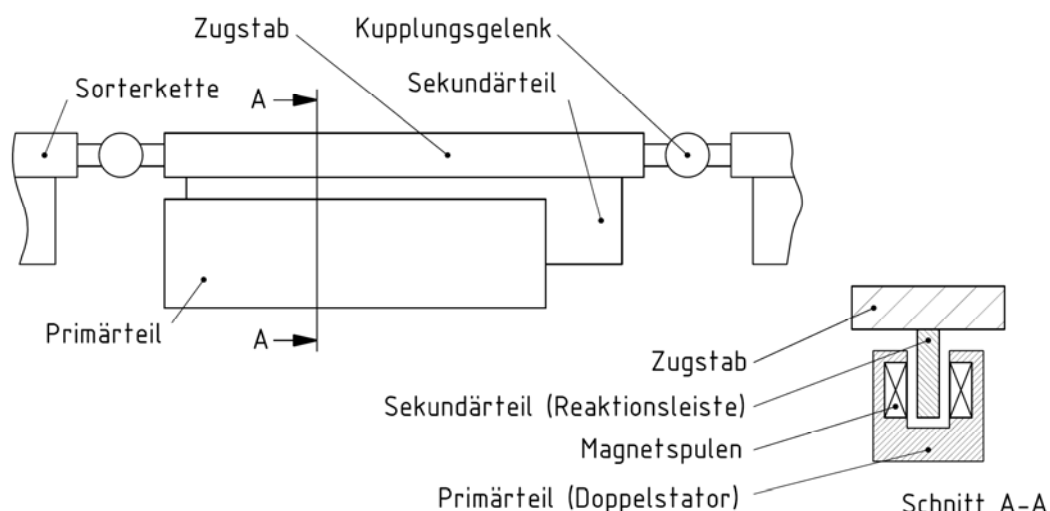


Abbildung 5: Skizze des Antriebes per Linearinduktionsmotor