



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 000 892 A1** 2009.10.08

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 000 892.3**

(22) Anmeldetag: **31.03.2008**

(43) Offenlegungstag: **08.10.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B65G 27/22** (2006.01)  
**B65G 47/04** (2006.01)

(71) Anmelder:  
**Bremer Werk für Montagesysteme GmbH, 28239  
Bremen, DE**

(74) Vertreter:  
**Eisenführ, Speiser & Partner, 28195 Bremen**

(72) Erfinder:  
**Becker, Matthias, 28215 Bremen, DE; Ellebrecht,  
Thomas, 27804 Berne, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

**DE 196 09 039 A1**

**DE 10 2007 009434 A1**

**DE 20 2005 011756 U1**

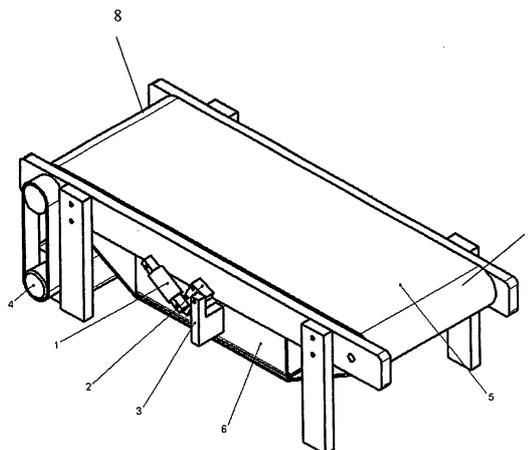
**Firmenprospekt der Fa. Festo, Fluidic Muscle,  
Esslingen**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Zuführsystem für Kleinteile**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt ein Zuführsystem für Kleinteile, umfassend ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Zuführsystem für Kleinteile, umfassend ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil. Die Erfindung betrifft außerdem die Verwendung eines sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteils zur Veränderung der Auflagefläche eines Kleinteiles auf einer Fläche. Weiter betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Zuführen eines Kleinteiles zu einer Entnahmevorrichtung.

**[0002]** Zuführsysteme dienen dem automatisierten Transport von Gütern. Die Art des Zuführsystems richtet sich dabei stark nach den zu fördernden Gütern und dem Verbraucher des zu fördernden Gutes. Zuführsysteme werden eingesetzt zur Förderung von gasförmigen, flüssigen und festen Gütern und zum Beispiel auch für die Förderung von amorphen Gütern oder Kleinteilen für Montageprozesse. Die Zuführsysteme versorgen dabei zum Beispiel Handarbeitsplätze, Verpackungsmaschinen, Verarbeitungsmaschinen, Montagesysteme, Roboter, Transportcontainer usw. mit den benötigten Materialien.

**[0003]** Besondere Anforderungen werden an Zuführsysteme für Roboter gestellt. Roboter werden in vielfältiger Weise bei der Montage von einfachen und komplexen Systemen eingesetzt und sind oft in der Lage eine Vielzahl von Kleinteilen zu verarbeiten. In der Industrie übliche robotische Systeme sind aber in der Regel Systemen eingesetzt und sind oft in der Lage eine Vielzahl von Kleinteilen zu verarbeiten. In der Industrie übliche robotische Systeme sind aber in der Regel nicht in der Lage, das notwendige Kleinteil aus einer Anhäufung von Kleinteilen heraus zu erkennen und aufzunehmen. Deshalb benötigen Roboter in der Regel Zuführsysteme, die die Vereinzelung von Kleinteilen vornehmen und dem Robotersystem die vereinzelt Teile zur Verfügung stellen. Des Weiteren müssen den meisten industrieüblichen Robotern die Bauteile in einer bestimmten Orientierung zugeführt werden, da diese die Bauteile nicht in allen Orientierungen erkennen und/oder aufnehmen können oder das Wenden der Teile durch das Robotersystem unverhältnismäßig aufwändig wäre. Deshalb benötigen die meisten robotergestützten Montageprozesse Zuführsysteme, die die Orientierung und damit insbesondere die tatsächliche Auflagefläche eines Kleinteils verändern können.

**[0004]** Zuführsysteme, die Kleinteile oder andere Komponenten vereinzelt und in einer bestimmten Orientierung und insbesondere mit einer bestimmten Auflagefläche präsentieren können, sind bekannt. Bekannte Ausführungsformen sind zum Beispiel Schwing- oder Schwingungsförderer, Zentrifugalförderer oder Stufenförderer. Die bei solchen Zuführsystemen auftretenden Probleme sind häufig ein komplizierter apparativer Aufbau und damit verbundener

Platzbedarf und hohe Wartungs- und Anschaffungskosten, eine komplizierte Ansteuerung, eine starke mechanische Beanspruchung und eine damit verbundene Beschädigung der Kleinteile, eine lange Verweildauer der Komponenten auf dem Zuführsystem und der Auswurf von Kleinteilen aus dem Zuführsystem.

**[0005]** Wo dies möglich ist, werden deshalb häufig einfache Schwingungsplatten eingesetzt, denen die Kleinteile durch einen einfachen Schüttmechanismus zugeführt werden. Die Schwingungsbewegung sorgt dann für die Vereinzelung für die Kleinteile und die Veränderung der Orientierung und/oder der Auflagefläche. Solche Zuführsysteme zeichnen sich durch geringen Platzbedarf, einfache Bauweise und Robustheit aus, was einen wartungsarmen Betrieb ermöglicht. Weiterhin werden die Kleinteile relativ schonend behandelt, weil im Gegensatz zum Beispiel zu konventionellen Wendelförderern das Schüttgut nicht ständigen Schwingungen ausgesetzt wird und die Kleinteile nicht zahlreiche Umläufe durchlaufen, wie es zum Beispiel in Schwingförderern oder auch Stufenförderern mit Rücklauf der Fall ist. Damit ist auch die Aufenthaltszeit der Kleinteile im Zuführsystem geringer.

**[0006]** Auch solche Systeme sind jedoch noch mit Problemen behaftet. So wird die Schwingung oder Schwingung in der Regel mit Hilfe von Servomotoren erzeugt, die hohe Anschaffungskosten mit sich bringen und eine komplizierte Ansteuerung notwendig machen. Weiterhin führt die Erzeugung der Schwingungsbewegung durch Servomotoren zu relativ starken mechanischen Belastungen der Kleinteile und kann zur Beschädigung oder zum Auswurf der Kleinteile aus dem Zuführsystem führen. Zusätzlich sind das maximale Gewicht und die maximale Größe der Bauteile oder Komponenten begrenzt. Bei vielen Zuführsystemen dieser Art sind lediglich Gewichte bis etwa 50 g und Kantenlängen bis etwa 50 mm möglich. Die Höhenpräzision beim Bereitstellen der Bauteile oder Komponenten zum Abnehmen durch den Roboter ist ebenfalls oft unbefriedigend.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, ein Zuführsystem bereitzustellen, das einen Teil oder alle der oben genannten Nachteile anderer Zuführsysteme nicht aufweist. Gewünscht war insbesondere ein Zuführsystem, das bei geringem Platzbedarf, geringen Anschaffungskosten und/oder geringen Unterhalts- und Wartungskosten eine einfache aber flexible Ansteuerung ermöglicht. Dabei sollten insbesondere die mechanische Belastung der Kleinteile herabgesetzt werden und/oder die Verweildauer der Kleinteile auf dem Zuführsystem so kurz wie möglich gehalten werden. Weiterhin sollte ein Zuführsystem entwickelt werden, bei dem das maximale Gewicht der Kleinteile deutlich mehr als 50 g und die maximale Kantenlänge deutlich mehr als 50 mm beträgt.

Weiterhin sollte der unerwünschte Auswurf von Bauteilen oder Komponenten aus dem Zuführsystem möglichst verhindert und die Höhenpräzision verbessert werden.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst, durch ein Zuführsystem für Kleinteile, umfassend ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil.

**[0009]** Dabei sind unter Kleinteilen beliebige Gegenstände oder Materialien zu verstehen, die gefördert werden sollen. Bevorzugt sind Kleinteile mit einem Gewicht von mindestens 1 mg und/oder höchstens 1 kg und einer Kantenlänge von mindestens 1 mm und höchstens 50 cm. Besonders bevorzugt sind Kleinteile mit einem Gewicht von mindestens 0,1 g bis höchstens 200 g und/oder einer Kantenlänge von mindestens 0,5 cm und höchstens 20 cm.

**[0010]** Zu leichte Kleinteile können je nach Größe und Gestalt durch die Schwingung in einem Schwebezustand geraten, was die kontrollierte Vereinzelung und Förderung erschwert. Zu schwere Kleinteile können durch zu starke mechanische Belastung beschädigt werden.

**[0011]** Bei zu kleinen Kleinteilen besteht die Gefahr des mechanischen Einklemmens, und bei zu großen Kleinteilen ist die zur Änderung der Orientierung und/oder der Auflagefläche notwendige Sprunghöhe zu groß, so dass die Kleinteile aus dem Zuführsystem ausgeworfen werden könnten. Wenn die maximale Kantenlänge der Kleinteile in etwa dieselbe Dimension wie die Auflagefläche des Zuführsystems besitzt, besteht außerdem die Gefahr des Verkantens.

**[0012]** Das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil kann jede beliebige mechanische Konstruktion sein, die sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzt.

**[0013]** Unter Axialrichtung ist dabei die Richtung zu verstehen, in der eine Kraftausübung durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil gewünscht wird. Insbesondere ist das die Richtung zwischen zwei Befestigungspunkten des sich in Axialrichtung verkürzenden Bauteils, zwischen denen eine Kraftausübung gewünscht wird. Soweit das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil ein zylindrischer Körper ist, ist die Axialrichtung in der Regel die zentrale Achse des zylindrischen Körpers entsprechend der Z-Koordinate in einem zylindrischen Koordinatensystem.

**[0014]** Sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteile sind in der Regel einfach konstruierte Bauteile, die wartungsarm und in jeder Hinsicht kostengünstig sind und meist wenig Platz beanspruchen. Durch Druckluftbeaufschlagung und Ablassen der Druckluft wird erreicht, dass diese

Bauteile sich abwechselnd verkürzen und verlängern. Wird diese Bewegung durch Kraftübertragung auf andere Bauteile übertragen, so kann in diesen ein Schwingverhalten erzeugt werden, die zur Förderung von Kleinteilen oder zur Änderung ihrer Orientierung insbesondere ihrer Auflagefläche dienen kann.

**[0015]** Unter Änderung der Auflagefläche ist im Zusammenhang mit dieser Anmeldung zu verstehen, dass nach Änderung der Auflagefläche ein Teil bzw. ein Kleinteil nicht mehr mit derselben Auflagefläche aufliegt wie vor der Änderung. Es handelt sich also bei der Änderung der Auflagefläche nicht zwingend um eine Änderung der Größe der resultierenden Auflagefläche: So kann bei symmetrischen Gegenständen (z. B. Münzen, Schraubenmuttern etc.) die Größe der Auflagefläche vor und nach Änderung gleich sein, sich die tatsächlich aufliegende Fläche aber aufgrund der Orientierungsänderung des Gegenstandes verändert haben. Eine bevorzugte Form der Änderung der Auflagefläche im Rahmen dieser Erfindung ist ein Wenden des betreffenden Gegenstandes, so dass nach Änderung der Auflagefläche der Gegenstand auf der ursprünglich der Auflagefläche gegenüberliegenden Fläche aufliegt (Wenden). Der Fachmann versteht, dass aufgrund der erfindungsgemäßen Vorrichtung die Änderung der Auflagefläche ein statistischer Vorgang ist, so dass unter Einwirkung von einer oder wenigen Schwingungen stets lediglich ein Teil der Kleinteile eine Änderung der Auflagefläche im Sinne der vorstehenden Definition erfährt.

**[0016]** Die Frequenz der Schwingung kann dabei in einfacher Weise durch die Frequenz der Beaufschlagung und des Ablassens der Druckluft gesteuert werden. In Abhängigkeit von der Ausgestaltung des sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteils lassen sich auch die Amplitudenhöhe und die Schwingdynamik, insbesondere die Amplitudensteilheit steuern. Die Länge des sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteils beeinflusst den maximal möglichen bewirkbaren Hub. Die gegenüber üblicherweise eingesetzten Pneumatikzylindern sehr viel höhere Dynamik ergibt sich u. a. aus den sehr viel geringeren trägen Massen, die bei der Verkürzung des Bauteils beschleunigt werden müssen. Die Amplitudensteilheit ist abhängig von der Höhe des Luftdrucks sowie der Druckänderungsgeschwindigkeit, welche sich z. B. durch eine pneumatische Drossel oder einen Druckminderer einstellen lassen.

**[0017]** Die Steuerung der Druckluftbeaufschlagung kann dabei in einfacher Weise von externen Quellen vorgenommen werden, sodass die erfindungsgemäßen Zuführsysteme auch ohne ein eigenes kompliziertes Steuersystem zum Einsatz kommen können. Dies ist kostengünstig und erleichtert die Integration der erfindungsgemäßen Zuführsysteme in komplexe

Montagesysteme.

**[0018]** Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Zuführsystem, bei dem das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil ein pneumatischer Muskel ist, wie er z. B. von der Firma Festo, Esslingen, Deutschland angeboten wird.

**[0019]** Pneumatische Muskel sind im Vergleich zu anderen Bauteilen wie zum Beispiel Servomotoren äußerst preisgünstig und wartungsarm. Pneumatische Muskel erlauben es ein Schwingungsverhalten zu erzeugen, das eine große Amplitudenhöhe, eine hohe Frequenz und eine günstige Schwingdynamik besitzt. Die vorteilhafte Schwingdynamik äußert sich vor Allem in einer starken Amplitudensteilheit. Pneumatische Muskeln sind damit anderen mechanischen Mitteln zur Schwingungserzeugung vielfältig überlegen. Überraschenderweise stellte sich heraus, dass pneumatische Muskel sich besonders vorteilhaft im Zusammenhang mit Zuführsystemen für Kleinteile einsetzen lassen.

**[0020]** Bevorzugt ist auch ein erfindungsgemäßes Zuführsystem, wobei das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil ein pneumatischer Muskel ist und wobei wenigstens teilweise innerhalb des pneumatischen Muskels ein Körper vorgesehen ist, der das druckluftbeaufschlagbare Volumen des pneumatischen Muskels verringert.

**[0021]** Dadurch wird für eine gegebene Verkürzungslänge in Axialrichtung weniger Druckluft benötigt wird als in einem vergleichbaren pneumatischen Muskel ohne diesen Körper. Der geringere Verbrauch an Druckluft führt zu geringeren Betriebskosten. Besonders bevorzugt ist ein solcher Körper ein Hohlkörper. Dies führt zur Gewichtersparnis und zu geringeren Investitionskosten.

**[0022]** Eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zuführsystems umfasst ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil, eine durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil in ihrer Lage veränderbare Platte und ein Förderband für Kleinteile, das so räumlich zu der Platte angeordnet ist, dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Platte auf auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes ist.

**[0023]** Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Zuführsystems umfasst ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil, eine durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil in ihrer Lage veränderbare Umlenkrolle und ein Förderband für Kleinteile, das so räumlich zu der Umlenkrolle angeordnet ist,

dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Umlenkrolle auf auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes ist.

**[0024]** Eine solche Anordnung hat vielfältige Vorteile. Die reine Linearbewegung des Förderbandes kann nicht nur zum Transport der Kleinteile, sondern auch zur Vereinzelung von Kleinteilen in Form von Schüttgut genutzt werden, wenn es über gezielte Ansteuerung bei der Aufschüttung von Kleinteilen zum Beispiel aus einem Teilebunker linear bewegt wird oder in dem es mit hoher Frequenz und kleiner Amplitude hin und her bewegt wird.

**[0025]** Durch das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil kann aber auch eine rein senkrechte Schwingbewegung auf das Förderband übertragen werden, die zur gezielten Bauteilemanipulation dienen kann. Zum einen können die Kleinteile durch die Schwingung gefördert werden und zum anderen können die Orientierung und/oder Auflagefläche der Kleinteile manipuliert werden. Schwingbewegung und Bandtransport können aber nicht nur getrennt, sondern auch gemeinsam verwendet werden. Eine Überlagerung von Schwingbewegung und Bandtransport führt zu einer besseren Förderung und Vereinzelung und einer leichteren Veränderung der Orientierung und/oder Auflagefläche der Kleinteile.

**[0026]** Ferner ist die Geometrie solcher Anordnungen frei skalierbar, da Förderbänder in sehr großer Variationsbreite konstruiert werden können.

**[0027]** Durch Veränderung des Bandmaterials ist eine flexible Anpassung an wechselnde Anforderungen möglich. So können mechanisch empfindliche Kleinteile durch Verwendung einer besonders weichen Oberfläche geschützt werden. Kleinteile die durch statische Entladung beschädigt werden können, können mit einem Förderband mit antistatischer Beschichtung gefördert werden. Runde oder andere leicht bewegliche Kleinteile können durch Profile auf dem Förderband fixiert werden, was die Aufnahme vom Förderband erleichtert.

**[0028]** Eine solche Anordnung erlaubt neben der Vereinzelung und dem Fördern von Kleinteilen auch die Manipulation der Bauteile und die Dosierung. Auch Transportvorgänge mit gleichzeitigen stofflichen oder thermischen Veränderungen des Transportgutes sind möglich.

**[0029]** Besonders bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Zuführsystem umfassend eine durch einen pneumatischen Muskel in ihrer Lage veränderbare Platte und ein Förderband für Kleinteile, das so räum-

lich zu der Platte angeordnet ist, dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Platte auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes wirkt.

**[0030]** Ebenfalls besonders bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Zuführsystem umfassend eine durch einen pneumatischen Muskel in ihrer Lage veränderbare Umlenkrolle und ein Förderband für Kleinteile, das so räumlich zu der Umlenkrolle angeordnet ist, dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Umlenkrolle auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes wirkt.

**[0031]** Wenn das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil z. B. ein pneumatischer Muskel ist, ermöglicht dies eine wartungsarme, kostengünstige Betriebsführung und eine sehr kostengünstige Bauweise gegenüber konventionellen Schwingförderern. Auch die unkomplizierte Ansteuerung eines pneumatischen Muskels trägt zur Kostenreduktion bei. Die durch den pneumatische Muskel erzeugte Schwingung lässt sich in weiten Grenzen durch Druckluftbeaufschlagung und Entspannung steuern. Insbesondere sind Frequenz, Amplitude und Amplitudensteilheit in weiten Grenzen variierbar. Mit einem pneumatischen Muskel ist eine große Amplitudensteilheit erreichbar. Der Vorteil einer hohen Amplitudensteilheit besteht insbesondere darin, dass für einen gewünschten Lageveränderungseffekt eine geringere absolute Kraft benötigt wird, da die Veränderung der Kraftereinwirkung pro Zeiteinheit bei einer höheren Amplitudensteilheit größer ist.

**[0032]** In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das erfindungsgemäße Zuführsystem wenigstens zwei sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteile, wobei es besonders bevorzugt ist, wenn die wenigstens zwei sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteile unabhängig voneinander mit Druckluft beaufschlagt werden können. Hierdurch wird es möglich, die Schwingungsbewegungen individuell auf die Kleinteile und die Bedürfnisse des die Kleinteile abnehmenden Systems einzustellen. Wenn zum Beispiel die Kleinteile in einem Bereich des Förderbandes aufgegeben werden und in einem anderen Bereich des Förderbandes abgenommen werden, ist es auch möglich im Aufgabebereich und im Abnahmebereich des Förderbandes verschiedene Schwingungen zu erzeugen und so zum Beispiel Vereinzeln und Änderung der Orientierung und/oder Auflagefläche der Kleinteile individuell zu steuern. Insbesondere ist es durch so eine Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Zuführsystems besonders leicht möglich, Kleinteile von unterschiedlichem Gewicht und/oder unterschiedlicher Form zu fördern, da durch eine entsprechende Steuerung des Systems insbesondere im Zusammenhang mit der Druckluftbeaufschlagung Zonen verschiedener Kraftereinwirkung auf die Kleinteile erzeugt werden können.

ungsgemäßen Zuführsystems besonders leicht möglich, Kleinteile von unterschiedlichem Gewicht und/oder unterschiedlicher Form zu fördern, da durch eine entsprechende Steuerung des Systems insbesondere im Zusammenhang mit der Druckluftbeaufschlagung Zonen verschiedener Kraftereinwirkung auf die Kleinteile erzeugt werden können.

**[0033]** Bevorzugt ist ein erfindungsgemäßes Zuführsystem, umfassend wenigstens eine Übersetzung für die Kraft, die durch das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil oder die sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteile bei Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung ausgeübt wird. Übersetzung für die Kraft kann hierbei eine beliebige Zug- und/oder Druckkraft übertragende Vorrichtung sein. Hierzu gehören zum Beispiel Stangen und ähnliche Bauelemente, Seilzüge, Ketten usw., aber auch zum Beispiel komplexe Konstruktionen, die der Kraftübertragung dienen. Eine Übersetzung für die Kraft, die durch das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil ausgeübt wird, erlaubt es, das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil in einer beliebigen Position und Lage zu installieren. Insbesondere muss das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil nicht senkrecht zur Auflagefläche des Transportbandes oder direkt unter dem Transportband installiert werden. Besonders bevorzugt ist in diesem Zusammenhang, dass die Übersetzung variabel ausgestaltet ist. Dies kann sowohl durch elektronische Steuerung als auch – im einfachsten Fall – durch mechanische Verstellbarkeit erfolgen. Durch solch eine Übersetzung lässt sich das erfindungsgemäße Zuführsystem hinsichtlich seines Schwingverhaltens in besonders vorteilhafter Weise an die Ausgestaltung der zuzuführenden Teile anpassen. Dabei kann die Übersetzung frei skalierbar ausgestaltet sein oder in Form von diskreten Übersetzungsgrößen einsetzbar sein.

**[0034]** Bevorzugt ist weiter ein erfindungsgemäßes Zuführsystem, das einen Elektromotor zum Antrieb des Förderbandes umfasst. Als Elektromotor können dabei einfache Gleich- oder Wechselstrommotoren aber auch Servomotoren oder andere Motorentypen verwendet werden. Bei der Anwendung einfacher Elektromotoren ergibt sich nicht nur ein Kostenvorteil in den Anschaffungskosten, sondern es kann auch auf eine komplizierte Steuerung verzichtet werden. Bei erfindungsgemäßen Zuführsystemen, die pneumatische Muskel und einfache Elektromotoren enthalten, kann daher gewünschtenfalls auf eine eigene Steuereinheit zur Steuerung des Zuführsystems verzichtet werden und das Zuführsystem stattdessen extern gesteuert werden. Dies ist möglich, da sowohl pneumatischer Muskel als auch einfache Elektromotoren keine komplizierte Steuerung benötigen. Dies führt zu geringen Kosten, einer einfachen Bauweise und einer guten Integration des Zuführsystems in den

übrigen Apparatepark.

**[0035]** Teil der Erfindung ist auch die Verwendung eines sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteils zur Veränderung der Auflagefläche eines Kleinteils auf einer Fläche. Das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil ist dabei vorzugsweise ein pneumatischer Muskel.

**[0036]** Teil der Erfindung ist auch ein Verfahren zum Zuführen eines Kleinteils zu einer Entnahmevorrichtung, umfassend die Schritte:

- a) Bereitstellen eines Zuführsystems
- b) Bereitstellen eines Kleinteiles,
- c) Platzieren des Kleinteiles auf dem Zuführsystem,
- d) Zuführen des Kleinteiles zu einer Entnahmevorrichtung mittels des Zuführsystems.

**[0037]** Bevorzugt ist dabei ein Verfahren, wobei das Kleinteil mittels des oder der sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteile in eine gewünschte Entnahmelage (Orientierung) gebracht wird, für den Fall, dass diese beim Platzieren noch nicht gegeben war. Mit diesen Verfahren sind die beschriebenen Vorteile des beschriebenen erfindungsgemäßen Zuführsystems zu erreichen.

**[0038]** Im Folgenden werden verschiedene Arbeitsschritte beispielsweise vorgestellt, die mit dem erfindungsgemäßen Zuführsystem möglich sind.

#### 1. Aufgabe der Kleinteile auf das Band

**[0039]** Die Aufgabe der Kleinteile auf das Förderband kann im schwingungs- und bewegungsfreien Zustand des Förderbandes vorgenommen werden. Dies ist besonders dann vorteilhaft, wenn eine geringe mechanische Belastung angestrebt wird, oder es zu erwarten ist, dass die Kleinteile sich auch ohne Schwingungs- und Bandbewegung vereinzeln.

**[0040]** Die Aufgabe der Kleinteile auf das Band kann auch mit einer lateralen Bewegung des Förderbandes verbunden werden. Mit dieser Methode können Aufgabe und Vereinzelung der Kleinteile kombiniert werden. Des Weiteren kann ein kontinuierlicher Aufgabe- und Förderprozess betrieben werden. Die Kleinteile sind dabei nur einer geringen mechanischen Belastung ausgesetzt.

**[0041]** Die Aufgabe der Kleinteile auf das Förderband kann auch mit einer Schwingung des Förderbandes verbunden werden. Die Schwingung kann dabei sowohl der Förderung, der Vereinzelung und der Änderung der Orientierung und/oder der Auflagefläche der Kleinteile dienen. Auch eine kontinuierliche Aufgabe der Kleinteile mit einer kontinuierlichen Schwingungsförderung ist möglich. In einer beson-

ders bevorzugten Ausführungsform kann die erfindungsgemäße Vorrichtung auch so ausgestaltet sein, dass die Aufgabe der Kleinteile ebenfalls mittels der durch das oder ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil bewirkte Schwingungen bewirkt oder unterstützt werden. Hierbei ist es möglich, dass für die Aufgabe der Kleinteile ein gesondertes Bauteil eingesetzt wird.

**[0042]** Des Weiteren ist es möglich, die Aufgabe der Kleinteile mit einer lateralen Bewegung des Förderbandes und einer Schwingungsbewegung zu kombinieren. Dies ist besonders vorteilhaft bei Kleinteilen, die nur schwer zu vereinzeln sind.

#### 2. Förderung der Kleinteile in den Arbeitsbereich des Abnehmers

**[0043]** Die Förderung der Kleinteile kann sowohl durch Bandbewegung des Förderbandes als auch durch die Schwingförderfunktion mit Hilfe der durch das sich bei Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil erzeugten Schwingung vorgenommen werden.

#### 3. Vereinzelung

**[0044]** Vereinzelung ist möglich in dem das Förderband bei der Aufgabe der Kleinteile in lineare Bewegung versetzt wird. Weiter kann das Förderband mit hoher Frequenz und kleiner Amplitude abwechselnd hin und her bewegt werden, wodurch die Kleinteile ebenfalls vereinzelt werden. Weiterhin können die Kleinteile durch die durch das sich bei Druckluft in Axialrichtung verkürzende Bauteil erzeugte Schwingbewegung des Förderbandes vereinzelt werden. Auch beliebige Kombinationen von lateraler Bewegung des Förderbandes und Schwingungsbewegung können zur Vereinzelung der Bauteile genutzt werden.

#### 4. Änderung der Orientierung und/oder der Auflagefläche von Kleinteilen

**[0045]** Die Änderung der Orientierung und/oder der Auflagefläche von Kleinteilen kann im erfindungsgemäßen Zuführsystem durch die Schwingbewegung des Förderbandes erreicht werden. Abhängig von der Geometrie der Teilchen kann dazu jedoch auch eine laterale Bewegung des Förderbandes genutzt werden. Auch eine Kombination von Schwingbewegung und lateraler Bewegung des Förderbandes ist anwendbar.

**[0046]** Das erfindungsgemäße Zuführsystem ist besonders flexibel und erlaubt die Durchführung verschiedenster Arbeitsabläufe. Bevorzugte Arbeitsabläufe, die mit dem erfindungsgemäßen Zuführsystem durchgeführt werden können sind beispielsweise:

1. Förderung von Kleinteilen zu einem Roboter

- a) Kleinteile auf Band aufgeben.  
 b) Kleinteile durch laterale Bandbewegung des Förderbandes in Sicht- und Arbeitsfeldes eines Roboters fördern.  
 c) Roboter entnimmt vereinzelte Bauteile mit korrekter Orientierung und/oder korrekter Auflagefläche von Band.  
 d) Schwingeinheit aktivieren zum vereinzeln und/oder Änderung der Orientierung und/oder Änderung der Auflagefläche der Kleinteile  
 e) Punkte c) und d) werden wiederholt, bis ein vorbestimmter Anteil der oder alle verarbeitbaren Kleinteile entnommen sind.  
 f) Wiederholen des Vorgangs beginnend mit a).
2. Vereinzelung und Transport von Kleinteilen in Form von Schüttgut:  
 a) Schüttgut auf Band aufgeben.  
 b) Das Förderband fährt mit hoher Frequenz und kleiner Amplitude abwechselnd hin und her, wodurch das Schüttgut vereinzelt wird.  
 c) Das Schüttgut wird dann per Förderband oder durch die durch das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil erzeugte Schwingung zum Punkt der Entnahme gefördert.  
 d) Punkte a) bis c) werden beliebig häufig wiederholt.
3. Transport von Kleinteilen in Form von Schüttgut:  
 a) Aufgabe der Kleinteile in Form von Schüttgut auf das Förderband.  
 b) Transport und gegebenenfalls Vereinzelung und/oder Änderung der Orientierung und/oder Änderung der Auflagefläche des Schüttgutes durch die durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil erzeugte Schwingbewegung des Bandes zum Punkt der Entnahme.  
 c) Entnahme des Schüttgutes.  
 d) Beliebige häufige Wiederholung der Schritte a) bis c).

**[0047]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von zwei Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert.

**[0048]** Es stellen dar:

**[0049]** [Fig. 1](#) Eine schematische Darstellung eines ersten erfindungsgemäßen Zuführsystems in einer ersten bevorzugten Ausgestaltung;

**[0050]** [Fig. 2](#) Eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Zuführsystems in der bevorzugten Ausgestaltung gemäß [Fig. 1](#) in Seitenansicht;

**[0051]** [Fig. 3](#) Eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Zuführsystems in einer zweiten bevorzugten Ausgestaltung;

**[0052]** [Fig. 4](#) Eine schematische Darstellung eines

erfindungsgemäßen Zuführsystems in der bevorzugten Ausgestaltung gemäß [Fig. 3](#) in Seitenansicht;

**[0053]** [Fig. 5](#) Eine schematische Darstellung einer Übersetzung.

**[0054]** In den Figuren haben die Bezugszeichen folgende Bedeutung:

#### Bezugszeichenliste

- |          |  |
|----------|--|
| <b>1</b> | Pneumatischer Muskel                                   |
| <b>2</b> | Querlenker zur Umsetzung Linear- in Rotationsbewegung  |
| <b>3</b> | Längslenker zur Umsetzung Rotations- in Linearbewegung |
| <b>4</b> | Elektromotor als Antrieb für Förderband                |
| <b>5</b> | Förderband, in beide Richtungen nutzbar                |
| <b>6</b> | Schwingungsplatte                                      |
| <b>7</b> | Einstellschiene  |
| <b>8</b> | Umlenkrolle  |

Beispiel eines bevorzugten erfindungsgemäßen Zuführsystems ([Fig. 1](#) und [Fig. 2](#)):

**[0055]** Das in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellte Beispiel für ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Zuführsystem stellt einen Schwingungsförderer mit Förderband **5** dar. Das in beide Richtungen nutzbare Förderband **5** bildet dabei mit Hilfe von Umlenkrollen **8** eine waagerechte Oberfläche, die mit Hilfe des Elektromotors **4** in laterale Bewegung versetzt werden kann. Der pneumatische Muskel **1** ist mittels eines Querlenkers **2**, der die Umsetzung der Linearbewegung des pneumatischen Muskels **1** in eine Rotationsbewegung bewirkt, am Gerüst der Vorrichtung befestigt. Am anderen Ende ist der pneumatische Muskel **1** mittels des Längslenkers **3**, der die Rotationsbewegung in eine Linearbewegung umwandelt, mittelbar mit der Schwingungsplatte **6** verbunden, welche die Schwingung auf das Förderband überträgt. Der pneumatische Muskel **1** wird durch Druckluftbeaufschlagung und Ablassen der Druckluft in Axialrichtung abwechselnd verkürzt und verlängert. Diese gegebenenfalls periodisch wiederkehrende Spannung und Entspannung des pneumatischen Muskels **1** wird durch den Querlenker **2** in eine Rotationsbewegung umgewandelt, die wiederum durch Längslenker **3** in eine Linearbewegung umgewandelt wird, die senkrecht zur Oberfläche des Förderbandes **5** wirkt. Der Längslenker **3** überträgt die Kraft mit Hilfe eines Kraftübertragungselementes auf die Schwingungsplatte **6**, die wiederum das Förderband **5** zu Schwingungen anregt. Durch die so bewirkten Schwingungsbewegungen wird eine Kraft auf die auf dem Förderband **5** liegenden Kleinteile ausgeübt, die eine Orientierungsänderung dieser Kleinteile bewirken kann. Wie oben bereits beschrieben, kann der Vorgang kontinuierlich oder diskontinuierlich durchgeführt werden, eine diskontinuierliche Durchführung bietet sich an, um in

den Schwingungspausen die Kleinteile zu entnehmen, die in der gewünschten Orientierung ausgerichtet sind.

Beispiel eines weiteren bevorzugten erfindungsgemäßen Zuführsystems ([Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)):

**[0056]** Das in [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte Beispiel für ein bevorzugtes erfindungsgemäßes Zuführsystem stellt ebenfalls einen Schwingungsförderer mit Förderband **5** dar. Das in beide Richtungen nutzbare Förderband **5** bildet dabei ebenfalls mit Hilfe von Umlenkrollen **8** eine waagerechte Oberfläche, die mit Hilfe des Elektromotors **4** in laterale Bewegung versetzt werden kann. Die pneumatischen Muskel **1** sind mittels Querlenker **2**, die die Umsetzung der Linearbewegung der pneumatischen Muskel **1** in Rotationsbewegungen bewirken, am Gerüst der Vorrichtung befestigt. Am jeweils anderen Ende sind die pneumatischen Muskel **1** jeweils mittels des Längslenkers **3**, der die Rotationsbewegung in Linearbewegung umwandelt, mittelbar mit einer Umlenkrolle **8** verbunden, welche die Schwingungen auf das Förderband überträgt. Die pneumatischen Muskel **1** werden durch Druckluftbeaufschlagung und Ablassen der Druckluft in Axialrichtung abwechselnd, parallel, asynchron oder völlig unabhängig voneinander verkürzt und/oder verlängert. Diese gegebenenfalls periodisch wiederkehrende Spannung und Entspannung der pneumatischen Muskeln **1** wird jeweils durch den Querlenker **2** in Rotationsbewegungen umgewandelt, die wiederum durch den Längslenker **3** in Linearbewegungen umgewandelt wird, die senkrecht zur Oberfläche des Förderbandes **5** wirkt. Der Längslenker **3** überträgt die Kraft auf die jeweilige Umlenkrolle **8**, die wiederum das Förderband **5** zu Schwingungen anregen.

**[0057]** Durch die in den beiden oben beschriebenen Ausführungsformen erzeugten Schwingungsbewegungen des Förderbandes wird eine Kraft auf die auf dem Förderband **5** liegenden Kleinteile ausgeübt, die eine Orientierungsänderung dieser Kleinteile bewirken kann. Wie oben bereits beschrieben, kann der Vorgang kontinuierlich oder diskontinuierlich durchgeführt werden, eine diskontinuierliche Durchführung bietet sich an, um in den Schwingungspausen die Kleinteile zu entnehmen, die in der gewünschten Orientierung ausgerichtet sind.

**[0058]** In den beschriebenen Ausführungsformen werden Amplitudenhöhe, Frequenz und Schwingdynamik (Amplitudensteilheit) durch die Druckluftzufuhr geregelt. Die maximale Amplitudenhöhe ist bei handelsüblichen pneumatischen Muskeln abhängig vom Übersetzungsverhalten und der Muskellänge. Der verwendete Muskel verkürzt sich um etwa 20% seiner Länge. Die Amplitudensteilheit hängt natürlich auch vom Typ des verwendeten pneumatischen Muskels ab, ist aber auch durch die Druckluftzufuhr

regelbar. Damit kann die Schwingungsbewegung auf einfache Weise an die Aufgabe und die Bedürfnisse der zu fördernden Kleinteile angepasst werden.

**[0059]** Weiter lassen sich durch Änderungen von Amplitude, Frequenz und Amplitudensteilheit das Schwingbild und der Wurfwinkel auf einfache Weise mit der Druckluftzufuhr einstellen. Gleichzeitig lassen sich in den in [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) schematisch abgebildeten Ausführungsformen durch die Übersetzung **2**, **3** (vgl. auch [Fig. 5](#)) die Amplitudenhöhe auf ein gewünschtes Maß einstellen. Dies kann im vorliegenden Fall durch ein Schieben des Befestigungspunktes des Querlenkers entlang der Einstellschiene **7** und nachfolgendes Befestigen bewirkt werden. Bevorzugt erfolgt die Befestigung in entsprechenden Aussparungen.

**[0060]** Wenn das beschriebene erfindungsgemäße Zuführsystem mit weiteren pneumatischen Muskeln ausgerüstet wird, so lässt sich das Schwingbild noch weiter verfeinern und noch genauer auf die zu fördernden Kleinteile abstimmen.

**[0061]** Es ist dabei für den Fachmann offensichtlich, dass die Kraftübertragung zwischen pneumatischem Muskel **1** und Förderband **5** auch durch andere Kraftübertragungselemente durchgeführt werden kann. Die vorliegende Verbindung ist deshalb nicht auf die in [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) dargestellte Art der Kraftübertragung beschränkt. Insbesondere kann auch die Schwingungsplatte **6** in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) durch andere Kraftübertragungselemente ersetzt werden.

**[0062]** Es ist weiterhin für den Fachmann u. a. anhand der [Fig. 1](#) bis [Fig. 5](#) offensichtlich, dass verschiedene Parameter der abgebildeten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung in geeignetem Umfang geändert werden können, ohne die Funktion des erfindungsgemäßen Gegenstandes einzuschränken. Insbesondere kann die Führung des Förderbandes **5** variiert werden. Weiterhin können Länge, Umfang und Anstellwinkel des pneumatischen Muskels **1** geändert werden. Größe, Form und Lage der Schwingungsplatte **6** und die mechanische Kraftübertragung zwischen dem pneumatischen Muskel **1** und der Schwingungsplatte **6** sind ebenfalls variierbar. Größe, Form, Lage und Anzahl der Umlenkrollen sind ebenfalls variierbar. Gleiches gilt für die mechanische Kraftübertragung zwischen dem pneumatischen Muskel **1** und der Umlenkrolle **8**.

**[0063]** Selbstverständlich ist dem Fachmann darüber hinaus klar, dass die in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellte bevorzugte Ausführungsform auch alternativ mit lediglich einem pneumatischen Muskel ins und dazugehöriger Übersetzung (**2**, **3**, **7**) ausgestaltet sein kann, so dass nur eine Umlenkrolle **8** in Schwingung versetzt werden kann. Darüber hinaus ist für den Fachmann leicht nachvollziehbar, dass auch Be-

sonderheiten der beiden bevorzugten Ausgestaltungsformen die jeweils in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) sowie den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt sind, kombiniert werden können: So ist es denkbar, dass ein erfindungsgemäß bevorzugtes Zuführsystem für Kleinteile sowohl einen oder mehrere pneumatische Muskel **1** mit Übersetzung **2, 3, 7** umfassen kann, die die Kraft auf eine Umlenkrolle **8** übertragen als auch einen oder mehrere pneumatische Muskel **1** mit Übersetzung **2, 3, 7** umfassen kann, die die Kraft auf eine Platte wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) dargestellt ist, übertragen können.

### Patentansprüche

1. Zuführsystem für Kleinteile, umfassend ein sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzendes Bauteil.

2. Zuführsystem nach Anspruch 1, wobei das sich durch Druckluftbeaufschlagung verkürzende Bauteil ein pneumatischer Muskel ist.

3. Zuführsystem nach Anspruch 2, wobei wenigstens teilweise innerhalb des pneumatischen Muskels ein Körper vorgesehen ist, der das druckluftbeaufschlagbare Volumen des pneumatischen Muskels verringert, so dass für eine gegebene Verkürzungslänge in Axialrichtung weniger Druckluft benötigt wird als in einem vergleichbaren pneumatischen Muskel ohne diesen Körper.

4. Zuführsystem nach Anspruch 3, wobei der Körper ein Hohlkörper ist.

5. Zuführsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend eine durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil in ihrer Lage veränderbare Platte und ein Förderband für Kleinteile, das so räumlich zu der Platte angeordnet ist, dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Platte auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes ist.

6. Zuführsystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend eine durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil in ihrer Lage veränderbare Umlenkrolle und ein Förderband für Kleinteile, das so räumlich zu der Umlenkrolle angeordnet ist, dass bei einer durch das sich in Axialrichtung verkürzende Bauteil hervorgerufenen Lageänderung der Umlenkrolle auf dem Förderband liegende Kleinteile eine Kraft ausgeübt wird, die wenigstens teilweise senkrecht zur Förderrichtung des Förderbandes ist.

7. Zuführsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend wenigstens zwei sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzen-

de Bauteile.

8. Zuführsystem nach Anspruch 7, wobei die wenigstens zwei sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteile unabhängig voneinander mit Druckluft beaufschlagt werden können.

9. Zuführsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, umfassend wenigstens eine Übersetzung für die Kraft, die durch das sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzende Bauteil oder die sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteile bei Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung ausgeübt wird.

10. Zuführsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 9, umfassend einen Elektromotor zum Antrieb des Förderbandes.

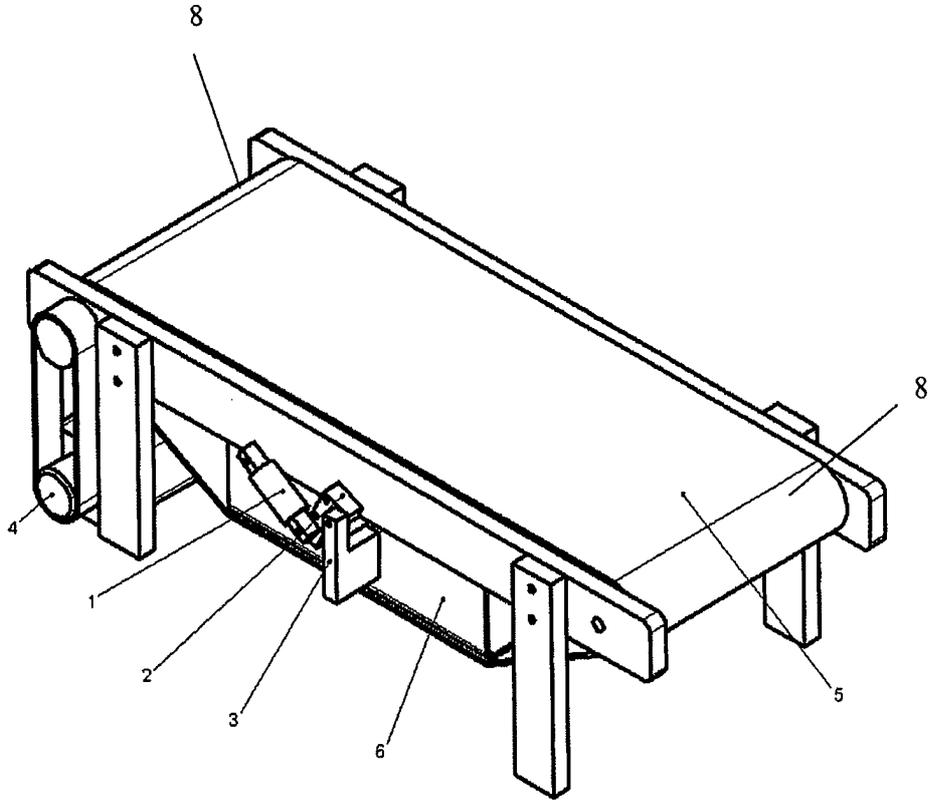
11. Verwendung eines sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteils zur Veränderung der Auflagefläche eines Kleinteiles auf einer Fläche.

12. Verfahren zum Zuführen eines Kleinteiles zu einer Entnahmevorrichtung, umfassend die Schritte:  
a) Bereitstellen eines Zuführsystems nach einem der Ansprüche 1 bis 10,  
b) Bereitstellen eines Kleinteiles,  
c) Platzieren des Kleinteiles auf dem Zuführsystem,  
d) Zuführen des Kleinteils zu einer Entnahmevorrichtung mittels des Zuführsystems.

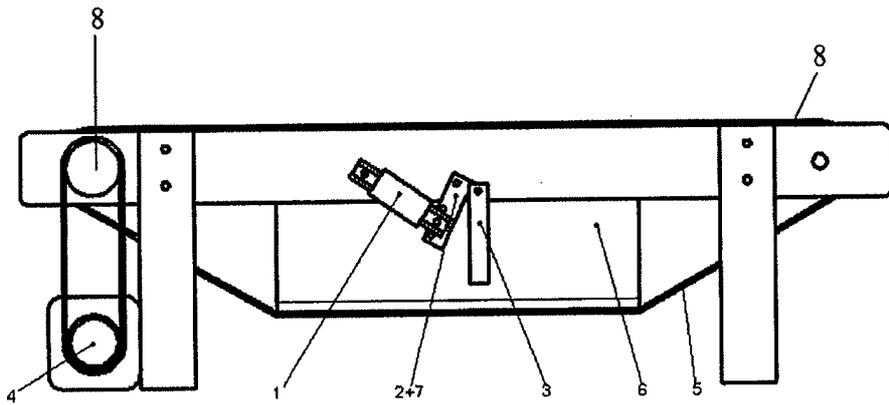
13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Kleinteil mittels des oder der sich durch Druckluftbeaufschlagung in Axialrichtung verkürzenden Bauteile in eine gewünschte Entnahmelage gebracht wird.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

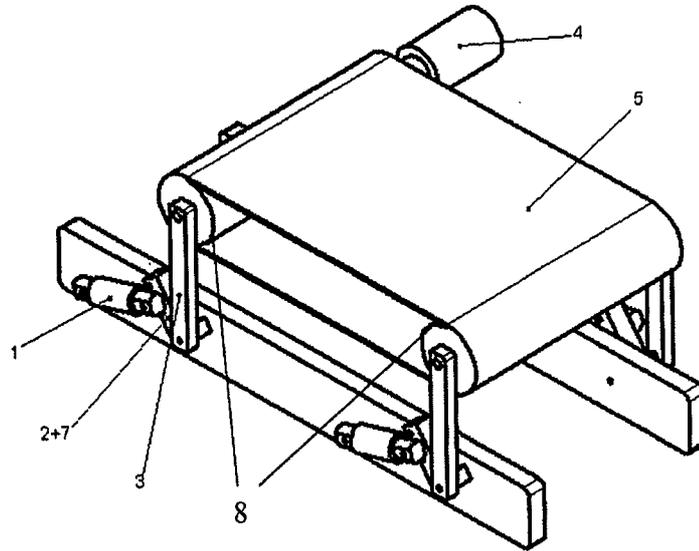
Anhängende Zeichnungen



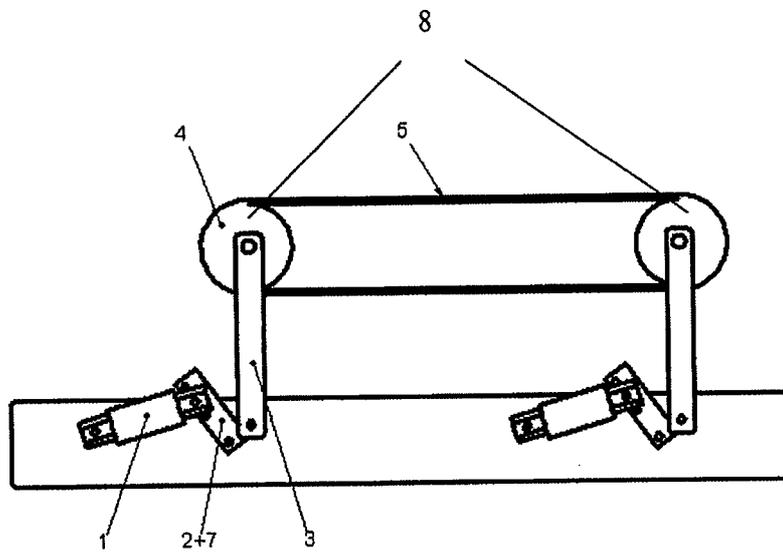
Figur 1



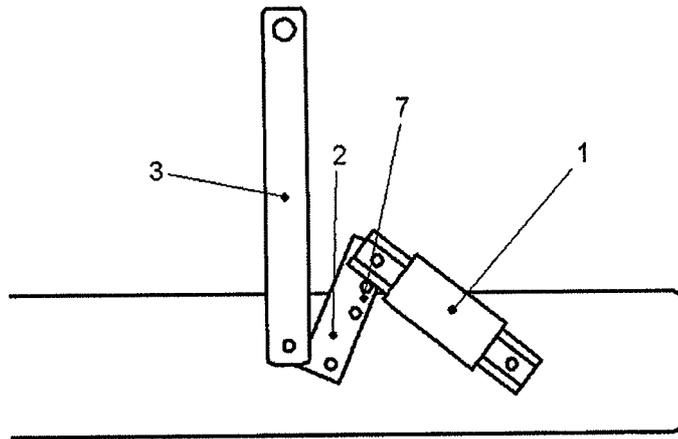
Figur 2



Figur 3



Figur 4



Figur 5