

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50768/2017
(22) Anmeldetag: 13.09.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2019

(51) Int. Cl.: **B23Q 5/38** (2006.01)
F16H 19/06 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
DE 3935690 A1
US 2005263538 A1
DE 3223526 C1

(73) Patentinhaber:
Muser Miguel
8502 Lannach (AT)

(72) Erfinder:
Muser Miguel Ing.
8502 Lannach (AT)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) LINEARANTRIEB FÜR TRANSLATORISCH ZU BEWEGENDE MASCHINENTEILE

(57) Die Erfindung betrifft einen Linearantrieb (1) für translatorisch zu bewegende Maschinenteile, mit einem entlang zumindest einer Linearführung (9) zumindest eines Führungsträgers (8) parallel zu einer Linearbewegungsachse (x) verfahrbaren Schlitten (3), einem entlang der Linearführung (9) gespannten Zugmittel (10), einem antreibbaren Triebrad (11) auf dem Schlitten (3) und wenigstens je einem – bezogen auf die Bewegungsrichtung (X) des Schlittens (3) - auf beiden Seiten vor und hinter dem Triebrad (11) angeordneten Umlenkrad (12, 13), durch welche Umlenkräder (12, 13) das Zugmittel (10) unter Bildung einer offenen Schlinge einerseits um den Umfang des Triebrades (11) geführt und andererseits in seiner gestreckten Ausgangsposition gehalten ist, wobei der Führungsträger (8) an einer ersten Längsseite (8a) eine Auflage (16) für das Zugmittel (10) aufweist. Um das Auftreten von Schwingungen sicher zu vermeiden, ist vorgesehen, dass der Führungsträger (8) an zumindest einer der ersten Längsseite (8a) abgewandten zweiten Längsseite (8b) zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse (x) ausgebildete erste Lauffläche (4) für zumindest eine am Schlitten (3) drehbar gelagertes erstes Laufrad (14) aufweist.

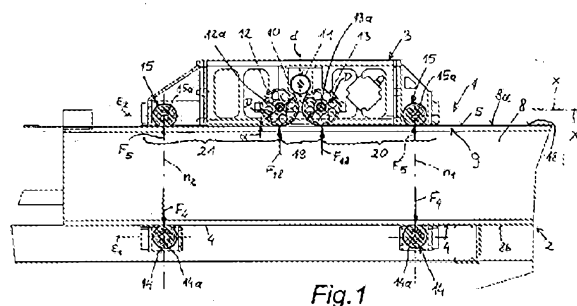


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Linearantrieb für translatorisch zu bewegendende Maschinenteile, insbesondere für Manipulatoren, wie Portalroboter oder dergleichen, mit einem entlang zumindest einer Linearführung zumindest eines Führungsträgers parallel zu einer Linearbewegungsachse verfahrbaren Schlitten, einem entlang der Linearführung gespannten, vorzugsweise als Zahnriemen ausgebildeten Zugmittel, ein antreibbares Triebrad auf dem Schlitten und wenigstens je einem - bezogen auf die Bewegungsrichtung des Schlittens - auf beiden Seiten vor und hinter dem Zahnriemenrad angeordneten Umlenkrad, durch die der Zahnriemen unter Bildung einer offenen Schlinge einerseits um den Umfang des Triebrades geführt und andererseits in seiner gestreckten Ausgangsposition gehalten ist, wobei der Führungsträger an einer ersten Längsseite eine Auflage für das Zugmittel aufweist, wobei der Führungsträger an zumindest einer der ersten Längsseite abgewandten zweiten Längsseite zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse ausgebildete erste Lauffläche für zumindest eine am Schlitten drehbar gelagertes erstes Laufrad aufweist.

[0002] Derartige Linearantriebe finden im Werkzeugmaschinenbau, bei Manipulatoren und dergleichen als Reversierantriebe Anwendung. Linearantriebe mit einem mehrfach umgelenkten ruhenden Zugmittel haben im Vergleich zu Zahnstangenantrieben oder Spindelantrieben den Vorteil, dass sich relativ große Fahrgeschwindigkeiten des Schlittens erzielen lassen. Nachteilig ist allerdings, dass - insbesondere bei längeren Bewegungsbahnen durch die Elastizität des Zugmittels Schwingungen des auftreten können, was zu Vibrationen des Maschinenteils und Geräuschentwicklungen führt. Weiters wird durch die Elastizität des Zahnriemens die Positioniergenauigkeit des Schlittens nachteilig beeinflusst.

[0003] Aus der DE 32 23 526 C1 ist ein Linearantrieb bekannt, wobei ein Schlitten von Werkzeugmaschinen mittels eines durch einen Zahnriemen gebildetes, parallel zur Bewegungsbahn des Schlittens angeordnetes ruhendes Zugmittel entlang eines Maschinenbettes translatorisch bewegt wird. Der Schlitten weist ein Triebrad und zwei Umlenkräder beidseits des Triebrades auf, welche den Zahnriemen in einer offenen Schlaufe um das Triebrad führen und anpressen. Derartige Antriebe sind auch als α -Riementriebe oder als Ω -Riementriebe bekannt. Um Positionierungengenauigkeiten, welche sich aus der elastischen Dehnung des Zahnriemens ergeben, zu vermeiden, wird in der DE 32 23 526 C1 vorgeschlagen, an der Zahnseite des ruhenden Zahnriemens mehrere Zahnstangenstücke in Abstand voneinander stationär anzuordnen, deren Zähne den Zahnücken des Zahnriemens entsprechen und in diese eingreifen, solange das betreffende Teilstück des Zahnriemens nicht durch die Umlenkrolle von dem zugehörigen Zahnstück angehoben wird. Trotzdem kann - insbesondere bei sehr langen Bewegungsbahnen und hohen Geschwindigkeiten - das Auftreten von Schwingungen im Linearantrieb nicht vermieden werden.

[0004] Die DE 39 35 690 A1 beschreibt einen Zahnriemenantrieb, bei dem ein Linearschlitten auf einer Laufschiene mit einem ersten Zahnriemen im Eingriff steht. Der erste Zahnriemen ist über zwei Umlenkrollen und eine angetriebene Zahnscheibe am Linearschnitten ausgelenkt und endseitig verankert. Weiters ist ein zweiter Zahnriemen vorgesehen, welcher auf der Laufschiene ortsfest fixiert ist, wobei der ausgelenkte erste Zahnriemen mit dem zweiten Zahnriemen bis auf seinen Auslenkbereich in Eingriff gedrückt wird. Dadurch sollen Riemenlängenungen eliminiert und konstante Verhältnisse in jedem Bereich der durch den Zahnriemen vorgegebenen Wegstrecke gewährleistet werden.

[0005] Die US 2005/263538 A1 zeigt ein Antriebssystem für einen entlang zumindest einer Bandschiene geführten Werkzeugkopf, wobei die Bandschiene eine seitliche Linearverzahnung aufweist, in welche ein Ritzel eines Antriebsmotors eingreift.

[0006] Weitere ähnliche Zahnriemenantriebe mit einem Ω -förmig umgelenkten Zahnriemen sind auch aus den Veröffentlichungen AT 510334 A1, DE 30 16 313 A1 oder EP 0 790 098 A1 bekannt. Die EP 1 090 712 A2 offenbart einen ähnlichen Linearantrieb mit einem als Kette ausgebildeten Zugmittel.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, die genannten Nachteile zu vermeiden und bei einem Linearantrieb der eingangs genannten Art das Auftreten von Schwingungen sicher zu verringern bzw. zu vermeiden.

[0008] Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass das Zugmittel - durch die Umlenkräder geführt - an der vorzugsweise entgegengesetzt orientierten Auflage des Führungsträgers, zumindest teilweise aufliegt, und dass ein zwischen dem Zugmittel und der Auflage - insbesondere im Bereich der Umlenkräder - auftretender Abstand kleiner ist als ein definierter Wert, wobei vorzugsweise der definierte Wert für den maximalen Abstand zwischen Zugmittel und Auflage kleiner gleich 0,5 mm, vorzugsweise kleiner gleich 0,2 mm, besonders vorzugsweise kleiner gleich 0,15 mm beträgt.

[0009] Dadurch kann ein Aufschwingen des Zugmittels vermieden und eine gute Schwingungsunterdrückung des Zugmittels erreicht werden.

[0010] Das erste Laufrad liegt dabei an der ersten Lauffläche rollend auf.

[0011] In weitere Ausbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass das erste Laufrad mit einer definierten Anpresskraft so an die erste Lauffläche gepresst ist, dass das Zugmittel durch die Umlenkräder an die vorzugsweise entgegengesetzt orientierte Auflage des Führungsträgers gedrückt ist.

[0012] Versuche haben gezeigt, dass sich Schwingungen bereits verringern lassen, wenn das Zugmittel auf einer Länge von mindestens 30% seiner gesamten Länge zwischen den Einspannungen durch die Auflage abgestützt ist. Die freie, nicht auf der Auflage aufliegende Länge des Zugmittels sollte somit möglichst kleiner sein als 60% der gesamten Länge des Zugmittels.

[0013] Eine deutliche Verbesserung der Schwingungsanfälligkeit lässt sich erreichen, wenn das Zugmittel auf einer Länge von mindestens 50% seiner gesamten Länge zwischen den Einspannungen durch die Auflage abgestützt ist.

[0014] Insbesondere bei großen Längen des Zugmittels ist es für die Schwingungsunterdrückung vorteilhaft, wenn das Zugmittel auf einer Länge von mindestens 60% seiner gesamten Länge zwischen den Einspannungen durch die Auflage abgestützt ist.

[0015] Beträgt die Länge der Abstützung des Zugmittels durch die Auflage mindestens 80% der gesamten Zugmittellänge (bezogen auf die Länge zwischen den eingespannten Enden des Zugmittels), so lassen sich Schwingungen weitgehend vermeiden.

[0016] Schwingungen des Zugmittels lassen sich weitgehend vollständig verhindern, wenn das Zugmittel auf seiner gesamten Länge durch die Auflage abgestützt ist.

[0017] Die beispielsweise als ebene Oberfläche des Führungsträgers ausgebildete Auflage befindet sich beispielsweise auf der Oberseite des Führungsträgers und die erste Lauffläche auf der Unterseite des Führungsträgers. Die Auflage kann beispielsweise auch durch eine Längsnut in der ersten Längsseite des Führungsträgers gebildet sein. Vorzugsweise ist dabei vorgesehen, dass die Aufstandskraft der ersten Lauffläche auf das erste Laufrad und die Aufstandskräfte der Auflage auf die Umlenkräder entgegengesetzt gerichtet sind oder entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten aufweisen. Die Aufstandskräfte werden durch die Reaktionskräfte aus den Anpresskräften der Laufräder an die jeweiligen Laufflächen gebildet.

[0018] Die ersten Laufräder spannen den Schlitten somit mit einer definierten Anpresskraft auf die erste Längsseite des Führungsträgers. Durch das erste Laufrad wird der Schlitten samt den Umlenkrädern somit so weit nach unten gedrückt, dass durch die Umlenkräder das Zugmittel gegen die Auflage gepresst wird und flach in oder auf der Auflage aufliegt. Wenn das Zugmittel durch einen Zahnriemen gebildet ist, so kann dieser dabei elastisch, z.B. um 0,25 bis 0,35 mm, zusammengedrückt werden. Das Zugmittel liegt somit kraftschlüssig am Führungsträger auf, wodurch Schwingungsbewegungen des Zugmittels verhindert werden.

[0019] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass der Führungsträger im Bereich der ersten Längsseite zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse ausgebildete

zweite Lauffläche aufweist, wobei die erste Lauffläche und die zweite Lauffläche entweder parallel und in einem Abstand voneinander, aber unterschiedlich orientiert, oder unter einen Winkel $<90^\circ$ zueinander geneigt ausgebildet sind, und wobei das erste Laufrad auf der ersten Führungsfläche und das zweite Laufrad auf der zweiten Führungsfläche in Richtung der Linearbewegungsachse rollbar aufliegen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn die Aufstandskräfte von der ersten Aufstandsfläche auf das erste Laufrad und von der zweiten Lauffläche auf das zweite Laufrad entgegengesetzt gerichtet sind oder entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten aufweisen. Die zweiten Laufräder geben dem Schlitten Stabilität und ermöglichen eine reibungsarme Bewegung des Schlittens. Weiters wird durch die zweiten Laufräder der durch die Umlenkräder auf das Zugmittel wirkende Anpressdruck begrenzt. Dadurch wird eine Beschädigung des Zugmittels verhindert.

[0020] Um gleichmäßige Anpresskräfte für das Zugmittel auf die Auflage zu erreichen, ist es vorteilhaft, wenn der Schlitten zumindest zwei erste Laufräder - vorzugsweise zumindest vier erste Laufräder - aufweist, wobei zumindest ein erstes Laufrad - bezogen auf die Bewegungsrichtung des Schlittens - vor und zumindest ein zweites Laufrad hinter dem Triebad und den Umlenkrädern angeordnet sind.

[0021] Stabile Fahrbewegungen und hohe Positioniergenauigkeit des Schlittens lassen sich erreichen, wenn der Schlitten zumindest zwei zweite Laufräder - vorzugsweise zumindest vier zweite Laufräder - aufweist, wobei zumindest ein zweites Laufrad - bezogen auf die Bewegungsrichtung des Schlittens - vor und zumindest ein zweites Laufrad hinter dem Triebad und den Umlenkrädern angeordnet sind, wobei vorzugsweise die Drehachsen zumindest zweier Laufräder eine Ebene parallel zur entsprechenden zweiten Führungsfläche aufspannen.

[0022] In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass die Drehachsen zumindest eines ersten Laufrades und zumindest eines zweiten Laufrades in derselben Normalenebene auf die Linearbewegungsachse angeordnet sind. Dies ermöglicht eine besonders stabile Konstruktion mit geringsten Schwingungserscheinungen.

[0023] In weiterer Ausführung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Führungsträger an einer dritten Längsseite zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse ausgebildete dritte Lauffläche und der Schlitten zumindest ein drehbar gelagertes drittes Laufrad aufweist, wobei die dritte Lauffläche - vorzugsweise unter einem Winkel von etwa 90° - geneigt zur ersten Lauffläche und zur zweiten Lauffläche ausgebildet ist, und wobei das dritte Laufrad auf der dritten Führungsfläche rollbar aufliegt. Dies ermöglicht eine gute seitliche Abstützung des Schlittens.

[0024] Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Führungsträger an einer vierten Längsseite zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse ausgebildete vierte Lauffläche und der Schlitten zumindest ein drehbar gelagertes viertes Laufrad aufweist, wobei die vierte Lauffläche - vorzugsweise unter einem Winkel von vorzugsweise etwa 90° - geneigt zur ersten Lauffläche und zur zweiten Lauffläche ausgebildet ist, und wobei das vierte Laufrad auf der vierten Führungsfläche rollbar aufliegt. Dritte und vierte Laufräder und Laufflächen ermöglichen eine seitliche Zwangsführung des Schlittens, wodurch Schlingerbewegungen weitgehend verhindert werden können. Insbesondere kann das Spurhaltevermögen des Schlittens wesentlich verbessert werden, wenn die dritte Lauffläche und die vierte Lauffläche parallel zur Linearbewegungsachse, aber unterschiedlich orientiert ausgebildet sind und/oder einen Winkel $<90^\circ$ miteinander aufspannen. Vorzugsweise sind die Aufstandskräfte der dritten Lauffläche auf das dritte Laufrad und der vierten Lauffläche auf das vierte Laufrad entgegengesetzt gerichtet oder weisen entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten auf.

[0025] Stabile, aber gewichtsarme Ausführungen lassen sich erzielen, wenn der Führungsträger im Querschnitt ein dreieckiges oder rechteckiges Profil, vorzugsweise ein geschlossenes Hohlprofil, aufweist. Dieselben Vorteile können erreicht werden, wenn der Führungsträger im Querschnitt ein I-Profil, T-Profil oder U-Profil aufweist.

[0026] Besonders günstig ist es, wenn zumindest ein Umlenkrad einen ersten Durchmesser aufweist, welcher größer ist als der Durchmesser des Triebrades, wobei vorzugsweise, der

Durchmesser des Umlenkades mindestens 1,5-mal - besonders vorzugsweise mindestens etwa 2-mal - so groß ist wie der Durchmesser des Triebrades. Dies ermöglicht einerseits eine geringere Beanspruchung des Zugmittels und andererseits ein gleichmäßiges Anpressen des Zugmittels auf der Auflage.

[0027] Für ein geräusch-, schwingungs- und reibungsarmes Fahrverhalten des Schlittens ist es weiters vorteilhaft, wenn zumindest ein Laufrad durch eine - vorzugsweise durch ein Wälzlager - am Schlitten drehbar gelagerte Kunststoffrolle gebildet ist.

[0028] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der in den nicht einschränkenden Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

[0029] Darin zeigen:

[0030] Fig. 1 einen erfindungsgemäße Linearantrieb,

[0031] Fig. 2 den Linearantrieb in einer Anwendung in einer Schrägansicht,

[0032] Fig. 3 den Linearantrieb in zweiten Anwendung in einer Schrägansicht und

[0033] Fig. 4a) bis 4f) verschiedene Profilformen des Führungsträgers des erfindungsgemäßen Linearantriebes.

[0034] Fig. 1 zeigt einen Linearantrieb 1 zur translatorischen Bewegung von Maschinenteilen, beispielsweise für einen Portalroboter 2. Der Linearantrieb 1 weist einen Schlitten 3 auf, welcher entlang einer durch Führungsflächen 4, 5, 6, 7 eines Führungsträgers 8 gebildeten Linearführung 9 parallel zur Linearbewegungsachse x bewegt werden kann. Zum Antrieb des Schlittens 3 ist ein im Ausführungsbeispiel durch einen Zahnriemen gebildetes ruhendes Zugmittel 10 vorgesehen, welches entlang der Linearführung 9 beispielsweise an seinen Enden am Führungsträger 8 eingespannt sein kann. Der Schlitten 3 weist ein Triebrad 11, sowie zwei Umlenkräder 12, 13 auf, wobei die Umlenkräder - bezogen auf die durch Pfeil X angedeutete Bewegungsrichtung des Schlittens 3 - auf beiden Seiten vor und hinter dem Triebrad 11 angeordnet sind. Das Triebrad 11 ist beispielsweise mit einem elektrischen Antriebsmotor direkt oder indirekt antriebsverbunden. Durch die Umlenkräder 12, 13 wird das Zugmittel 10 unter Bildung einer offenen Schlinge einerseits um den Umfang des Triebrades 11 geführt und andererseits in seiner gestreckten Ausgangsposition gehalten.

[0035] Der Führungsträger 8 weist an einer ersten Längsseite 8a - im Beispiel ist dies die Außenfläche der Decke SD eines rechteckigen Hohlprofils - eine beispielsweise durch eine parallel zur Linearbewegungsachse x angeordnete Nut gebildete - Auflage 18 für das Zugmittel 10 auf. Die Nut ist vorteilhafter Weise dem Profil des Zugmittels nachgeformt. Mit Ausnahme des zwischen den Umlenkädern 12, 13 gebildeten Antriebsbereiches 19 liegt das Zugmittel 10 entlang seiner gesamten Länge auf bzw. in der Auflage 18 des Führungsträgers 8 auf. Die Auflage 18 kann aber auch durch einen flachen bzw. ebenen Bereich der ersten Längsseite 8a gebildet sein.

[0036] Weiters weist der Führungsträger 8 an einer der ersten Längsseite 8a abgewandten zweiten Längsseite 8b zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse x ausgebildete erste Lauffläche 4 für zumindest ein am Schlitten 3 drehbar gelagertes erste Laufrad 14 auf. Im in Fig.1 dargestellten Ausführungsbeispiel sind insgesamt vier erste Laufräder 14 vorgesehen, wobei zwei erste Laufräder 14 am Schlitten 3 nebeneinander in einem vorderen Bereich 20 - in Bewegungsrichtung X des Schlittens 3 gesehen - vor den Umlenkädern 12, 13 und zwei weitere erste Laufräder 14 am Schlitten 3 nebeneinander in einem hinteren Bereich 21 - in Bewegungsrichtung X des Schlittens 3 -hinter den Umlenkädern 12, 13 angeordnet sind. Die Drehachsen 14a der ersten Laufräder 14 spannen eine erste Ebene ε_1 parallel zur ersten Führungsfläche auf.

[0037] Die Aufstandskraft F_4 der ersten Lauffläche 4 auf das erste Laufrad 14 und die Aufstandskräfte F_{18} der Auflage 18 auf die Umlenkräder 12, 13 sind entgegengesetzt gerichtet oder weisen entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten auf.

[0038] Die Drehachsen 12a, 13a der Umlenkräder 12, 13 und der ersten Laufräder 14 sind am Schlitten 3 so positioniert, dass sie den Führungsträger 8 von der ersten Längsseite 8a bzw. zweiten Längsseite 8b mit einem definierten Spiel umfassen.

[0039] Das Spiel ist so dimensioniert, dass zwischen den Umlenkrädern 12, 13 und der Auflage 18 des Führungsträgers 8 das als Zahnriemen ausgebildete Zugmittel 10 unter definierter Pressung angeordnet werden kann, wobei der Zahnriemen durch die Umlenkräder 12, 13 so zur Auflage 18 hin geführt wird, dass der maximale Abstand a zwischen dem Zahnriemen und der Auflage 18 unterhalb eines definierten Wertes von beispielsweise 0,15mm bleibt. Zur Verhinderung von Schwingungen ist es vorteilhaft, wenn der Zahnriemen über einen möglichst großen Bereich seiner Länge flach auf der Auflage 18 - entweder kraftlos oder unter Einwirkung einer Anpresskraft quer zu seiner Längserstreckung- aufliegt.

[0040] Die Anpresskraft quer zur Längserstreckung des Zahnriemens wird dabei günstigerweise durch zumindest ein Umlenkrad 12, 13 aufgebracht, wobei der Zahnriemen durch zumindest ein Umlenkrad 12, 13, insbesondere beide Umlenkräder 12, 13 gegen die Auflage 18 gedrückt und dabei geringfügig elastisch verformt wird. Beispielsweise wird der Zahnriemen um 0,25 bis 0,35 mm zusammengedrückt. Durch die definierte Pressung und die elastische Verformung des Zahnriemens liegen die ersten Laufräder 14 direkt an den ersten Lauflächen 4 und die Umlenkräder 12, 13 indirekt über den Zahnriemen an der Auflage 18 des Führungsträgers 8 spielfrei auf.

[0041] Zur Schonung des Zugmittels 10 weisen die Umlenkräder 12, 13 Durchmesser D auf, welche größer als der Durchmesser d des Triebrades 11, beispielsweise mindestens 1,5-mal so groß ist wie der Durchmesser d des Triebrades 11 ausgebildet sind.

[0042] Wie aus Fig. 1 erkennbar ist, weist der Schlitten 3 im Ausführungsbeispiel mehrere zweite Laufräder 15 - im Ausführungsbeispiel vier zweite Laufräder 15 - auf, wobei zwei zweite Laufräder 15 sich nebeneinander im vorderen Bereich 20 und zwei weitere zweite Laufräder 15 nebeneinander im hinteren Bereich 21 des Schlittens 3 befinden. Die Drehachsen 15a der zweiten Laufräder 15 spannen eine zweite Ebene ε_2 parallel zur zweiten Führungsfläche 5 auf.

[0043] Unter nebeneinander angeordnete Laufräder sind Laufräder zu verstehen, die die gleiche Drehachse oder fluchtende Drehachsen aufweisen.

[0044] Die zweiten Laufräder 15 laufen entlang zweiten Lauflächen 5, welche an der ersten Längsseite 8a des Führungsträger 8 angeordnet sind. Die Auflage 18 kann dabei zwischen zwei zweiten Lauflächen 5 und parallel zur Linearbewegungsachse x angeordnet sein.

[0045] Es kann aber auch in einer Ausführungsvariante der Erfindung vorgesehen sein, dass zumindest ein - in Bewegungsrichtung X des Schlittens 3 betrachtet - vor den Umlenkrädern 12, 13 im vorderen Bereich 20 angeordnetes zweites Laufrad 15 und zumindest ein hinter den Umlenkrädern 12, 13 im hinteren Bereich 21 des Schlittens 3 angeordnetes zweites Laufrad 15, in ähnlicher Weise wie die Umlenkräder 12, 13, auf dem Zugmittel 10 abwälzen und dieses somit ebenfalls gegen die Auflage 18 drücken. In diesem Falle kann eine separate zweite Laufläche 5 für diese beiden zweiten Laufräder 15 entfallen.

[0046] Die Drehachsen 14a, 15a zumindest eines ersten Laufrades 14 und zumindest eines zweiten Laufrades 15 sind im gezeigten Ausführungsbeispiel in derselben Normalebene n_1 , n_2 auf die Linearbewegungsachse x angeordnet.

[0047] Wie aus Fig. 2 oder 3 ersichtlich ist, weist der Führungsträger 8 an einer dritten Längsseite 8c zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse x ausgebildete dritte Laufläche 6 und der Schlitten 3 zumindest ein drehbar gelagertes drittes Laufrad 16 auf. Die dritte Laufläche 6 ist unter einem Winkel α von etwa 90° geneigt zur ersten Laufläche 4 und zur zweiten Laufläche 5 ausgebildet ist. Das dritte Laufrad 16 liegt auf der dritten Führungsfläche 6 rollbar auf.

[0048] Analog dazu weist der Führungsträger 8 an einer vierten Längsseite 8d zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse x ausgebildete vierte Laufläche 7 und der Schlitten 3 zu-

mindest ein drehbar gelagertes viertes Laufrad 17 auf. Die in Bezug zur dritten Laufläche 6 parallel, aber unterschiedlich orientiert ausgebildete vierte Laufläche 6 ist unter einem Winkel β von etwa 90° geneigt zur ersten Laufläche 4 und zur zweiten Laufläche 5 ausgebildet, wobei das vierte Laufrad 17 auf der vierten Führungsfläche 7 rollbar aufliegt. Die Aufstandskräfte F_6 der dritten Laufläche 6 auf die dritten Laufräder 16 und die Aufstandskräfte F_7 der vierten Laufläche 7 auf die vierten Laufräder 17 sind entgegengesetzt gerichtet oder weisen zumindest entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten auf.

[0049] Die Laufräder 14, 15, 16, 17 können beispielsweise als Kunststoffräder ausgebildet sein. Dies ermöglicht eine sehr geräuscharme Bewegung des Schlittens 3.

[0050] Die Fig. 2 zeigt ein erstes Anwendungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Linearantrieb 1 für einen Portalroboter 2 mit einer ersten Linearbewegungsachse x, sowie einer zweiten und/oder dritten Linearbewegungsachse y, z, wobei jeder Linearbewegungsachse x, y, z ein Linearantrieb 1 zugeordnet ist. Zumindest der Linearantrieb 1 für die Linearbewegungsachse x ist erfindungsgemäß ausgebildet. Fig. 3 zeigt ein zweites Anwendungsbeispiel für einen Knickarmroboter 22, welcher am linear in der Bewegungsrichtung X verfahrbaren Schlitten 3 befestigt ist.

[0051] In den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispielen weist der Führungsträger 8 im Querschnitt ein rechteckiges Hohlprofil auf.

[0052] Wie schematisch in den Fig. 4a) bis 4f) angedeutet ist, kann der Führungsträger 8 neben dem - beispielsweise hohlen - Rechteckprofil auch ein - beispielsweise hohles - Dreieckprofil, ein I-Profil oder ein T-Profil oder dergleichen aufweisen.

[0053] Fig. 4a) zeigt ein Rechteckprofil, wie es in den in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsvarianten verwendet ist. Dabei sind die erste Laufläche 4 durch die Außenseite des Bodens SB, die zweite Laufläche 5 durch die Außenfläche der Decke SD und die dritten 6 und vierten Lauflächen 7 durch die Außenflächen der Seitenwände SW des Führungsträgers 8 gebildet.

[0054] Fig. 4b) zeigt ein analoges auf einer Spitze stehendes Rechteckprofil - die Auflage 18 ist durch eine Abflachung einer oberen Kante des Führungsträgers 8 gebildet.

[0055] Fig. 4c) zeigt schematisch eine Ausführung mit einem als Rechteckprofil ausgeführten Führungsträger 8, bei der zumindest eine vor- und/oder hinter den Umlenkrädern 12, 13 angeordnetes zweites Laufrad 15 auf dem durch einen Zahnriemen gebildeten Zugmittel 10 läuft und diesen gemeinsam mit den Umlenkrädern 12, 13 gegen die Auflage 16 presst.

[0056] Fig. 4d) zeigt eine Ausführung mit einem ein Dreieckprofil ausgebildeten Führungsträger 8, wobei die ersten Lauflächen 4 durch die nach unten weisenden Dreiecksschenkel SS des Profils und die zweiten Lauflächen 5 durch die nach oben weisende Basis ST des Dreieckes gebildet sind. Die ersten und zweiten Lauflächen sind somit unter einem Winkel γ von beispielsweise 60° zueinander geneigt.

[0057] In Fig. 4e) ist weist der Führungsträger 8 ein T-Profil auf. Die erste Laufläche 4 wird dabei durch die Unterseite und die zweite Laufläche 5 durch die Oberseite des Obergurtes OG des Führungsträgers 8 gebildet. Der Seitenflächen des Mittelstegs ST bilden dritte Lauflächen 6 bzw. vierte Lauflächen 7 aus.

[0058] Fig. 4f) zeigt eine Ausführung, bei der der Führungsträger 8 ein I-Profil aufweist, wobei die ersten Laufräder 14 entlang der Unterseite des Untergurtes UG und die zweiten Laufräder 15 entlang der Oberseite des Obergurtes OG laufen.

[0059] Bei den in den Fig. 4a), 4d), 4e) und 4f) dargestellten Ausführungen ist die Auflage 16 zwischen den zweiten Lauflächen 5 auf der ersten Längsseite 8a des Führungsträgers 8 angeordnet.

Patentansprüche

1. Linearantrieb (1) für translatorisch zu bewegendende Maschinenteile, insbesondere für Portalroboter (2), mit einem entlang zumindest einer Linearführung (9) zumindest eines Führungsträgers (8) parallel zu einer Linearbewegungsachse (x) verfahrbaren Schlitten (3), einem entlang der Linearführung (9) gespannten - vorzugsweise als Zahnriemen ausgebildeten - Zugmittel (10), einem antreibbaren Triebrad (11) auf dem Schlitten (3) und wenigstens je einem - bezogen auf die Bewegungsrichtung (X) des Schlittens (3) - auf beiden Seiten vor und hinter dem Triebrad (11) angeordneten Umlenkrad (12, 13), durch welche Umlenkräder (12, 13) das Zugmittel (10) unter Bildung einer offenen Schlinge einerseits um den Umfang des Triebrades (11) geführt und andererseits in seiner gestreckten Ausgangsposition gehalten ist, wobei der Führungsträger (8) an einer ersten Längsseite (8a) eine Auflage (16) für das Zugmittel (10) aufweist, wobei der Führungsträger (8) an zumindest einer der ersten Längsseite (8a) abgewandten zweiten Längsseite (8b) zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse (x) ausgebildete erste Lauffläche (4) für zumindest eine am Schlitten (3) drehbar gelagertes erstes Laufrad (14) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugmittel (10) - durch die Umlenkräder (12, 13) geführt - an der vorzugsweise entgegengesetzt orientierten Auflage (16) des Führungsträgers (8), zumindest teilweise aufliegt, und dass ein zwischen dem Zugmittel (10) und der Auflage (16) - insbesondere im Bereich der Umlenkräder (12, 13) - auftretender Abstand (a) kleiner ist als ein definierter Wert, wobei vorzugsweise der definierte Wert für den maximalen Abstand zwischen Zugmittel und Auflage kleiner gleich 0,5 mm, vorzugsweise kleiner gleich 0,2 mm, besonders vorzugsweise kleiner gleich 0,15 mm beträgt.
2. Linearantrieb (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Laufrad (14) an der ersten Lauffläche (4) rollend aufliegt.
3. Linearantrieb (1) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Laufrad (4) mit einer definierten Anpresskraft so an die erste Lauffläche (4) gepresst ist, dass das Zugmittel (10) durch die Umlenkräder (12, 13) an die - vorzugsweise entgegengesetzt orientierte - Auflage (16) des Führungsträgers (8) gedrückt ist.
4. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Zugmittel auf einer Länge von mindestens 30%, vorzugsweise von mindestens 50%, vorzugsweise von mindestens 66%, insbesondere mindestens 80%, besonders vorzugsweise auf der gesamten Länge durch die Auflage (16) abgestützt ist.
5. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufstandskräfte (F_4) der ersten Lauffläche (4) auf das erste Laufrad (14) und der Auflage (18) auf die Umlenkräder (12, 13) entgegengesetzt gerichtet sind oder entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten aufweisen.
6. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsträger (8) im Bereich der ersten Längsseite (8a) zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse (x) ausgebildete zweite Lauffläche (5) aufweist, wobei die erste Lauffläche (4) und die zweite Lauffläche (5) entweder parallel und in einem Abstand voneinander, aber unterschiedlich orientiert, oder unter einen Winkel (γ) $< 90^\circ$ zueinander geneigt ausgebildet sind, und wobei das erste Laufrad (14) auf der ersten Führungsfläche (4) und das zweite Laufrad (15) auf der zweiten Führungsfläche (5) in Richtung der Linearbewegungsachse (x) rollbar aufliegen.
7. Linearantrieb (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufstandskraft (F_4) von der ersten Aufstandsfläche (4) auf das erste Laufrad (14) und die Aufstandskraft (F_5) von der zweiten Lauffläche (5) auf das zweite Laufrad (15) entgegengesetzt gerichtet sind oder entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten aufweisen.
8. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schlitten (3) zumindest zwei erste Laufräder (14) - vorzugsweise zumindest vier erste Laufräder (14) - aufweist, wobei zumindest ein erstes Laufrad (14) - bezogen auf die Bewe-

- gungsrichtung (X) des Schlittens (3) - vor und zumindest ein erstes Laufrad (14) hinter dem Triebrad (11) und den Umlenkrädern (12, 13) angeordnet sind.
9. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schlitten (3) zumindest zwei zweite Laufräder (15) - vorzugsweise zumindest vier zweite Laufräder (15) - aufweist, wobei zumindest ein zweites Laufrad (15) - bezogen auf die Bewegungsrichtung (X) des Schlittens (3) - vor und zumindest ein zweites Laufrad (15) hinter dem Triebrad (11) und den Umlenkrädern (12, 13) angeordnet sind.
 10. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehachsen (14a, 15a) zumindest zweier Laufräder (14, 15) eine Ebene (ε_1 , ε_2) parallel zur entsprechenden zweiten Führungsfläche (4, 5) aufspannen.
 11. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Drehachsen (14a, 15a) zumindest eines ersten Laufrades (14) und zumindest eines zweiten Laufrades (15) in derselben Normalebene (n_1 , n_2) auf die Linearbewegungsachse (x) angeordnet sind.
 12. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 6 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsträger (8) an einer dritten Längsseite (8c) zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse (x) ausgebildete dritte Laufläche (6) und der Schlitten (3) zumindest ein drehbar gelagertes drittes Laufrad (16) aufweist, wobei die dritte Laufläche (6) - vorzugsweise unter einem Winkel (α) von etwa 90° - geneigt zur ersten Laufläche (4) und zur zweiten Laufläche (5) ausgebildet ist, und wobei das dritte Laufrad (16) auf der dritten Führungsfläche (6) rollbar aufliegt.
 13. Linearantrieb (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsträger (8) an einer vierten Längsseite (8d) zumindest eine parallel zur Linearbewegungsachse (x) ausgebildete vierte Laufläche (7) und der Schlitten (3) zumindest ein drehbar gelagertes viertes Laufrad (17) aufweist, wobei die vierte Laufläche (7) - vorzugsweise unter einem Winkel (β) von vorzugsweise etwa 90° - geneigt zur ersten Laufläche (4) und zur zweiten Laufläche (5) ausgebildet ist, und wobei das vierte Laufrad (17) auf der vierten Führungsfläche (7) rollbar aufliegt.
 14. Linearantrieb (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die dritte Laufläche (6) und die vierte Laufläche (7) parallel zueinander, aber unterschiedlich orientiert ausgebildet sind unter einen Winkel (λ) $< 90^\circ$ geneigt zueinander angeordnet sind.
 15. Linearantrieb (1) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufstandskräfte (F_6 , F_7) der dritten Laufläche (6) auf das dritte Laufrad (16) und der vierten Laufläche (7) auf das vierte Laufrad (7) entgegengesetzt gerichtet sind oder entgegengesetzt gerichtete Kraftkomponenten aufweisen.
 16. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Führungsträger (8) im Querschnitt ein dreieckiges oder rechteckiges Profil - vorzugsweise ein geschlossenes Hohlprofil - oder ein I-Profil, T-Profil oder C-Profil aufweist.
 17. Linearantrieb (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Umlenkrad (12, 13) einen Durchmesser (D) aufweist, welcher größer ist als der Durchmesser (d) des Triebrades (11), wobei vorzugsweise, der Durchmesser (D) des Umlenkades (12, 13) mindestens 1,5-mal - besonders vorzugsweise mindestens etwa 2-mal - so groß ist wie der Durchmesser (d) des Triebrades (11).
 18. Linearantrieb (11) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Laufrad (14, 15, 16, 17) eine - vorzugsweise durch ein Wälzlager - am Schlitten (3) drehbar gelagerte Kunststoffrolle ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



