

LINEARANTRIEB FÜR EINE AUFZUGSANLAGE

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Linearantrieb für eine Aufzugsanlage. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine mit einem derartigen Linearantrieb ausgestattete
5 Aufzugsanlage.

Aufzugskabinen von Aufzugsanlagen, wie sie zum Transport von Personen oder Gütern in mehrstöckigen Gebäuden eingesetzt werden können, sind üblicherweise über Tragmittel wie beispielsweise Seile oder Riemen mit einem Elektromotor gekoppelt. Dabei wird die Drehbewegung der Antriebswelle des Elektromotors in eine Translation
10 der Tragmittel und damit der Aufzugskabine entlang des Aufzugsschachts umgewandelt.

Daneben gibt es Aufzugsanlagen, deren Aufzugskabinen über einen Linearmotor entlang des Aufzugsschachts verlagert werden können. Ein solcher Linearmotor kann mehrere Elektromagneten umfassen. Die Stärke des durch die Spulen des Elektromagneten fließenden Stroms und damit des erzeugten Magnetfelds ist üblicherweise begrenzt, um
15 eine übermäßige Wärmeentwicklung zu vermeiden.

WO 98/58866 beschreibt ein Beispiel für eine Aufzugsanlage mit einem Linearmotor in Form einer geschalteten Reluktanzmaschine.

Es kann Bedarf an einem Linearantrieb für eine Aufzugsanlage bestehen, der eine Erhöhung der Kraftdichte ohne übermäßige Wärmentwicklung im Aufzugsschacht
20 ermöglicht. Des Weiteren kann Bedarf an einer entsprechend verbesserten Aufzugsanlage bestehen.

Diesen Bedürfnissen kann mit den Gegenständen der unabhängigen Ansprüche entsprochen werden. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung und den beigelegten Figuren dargelegt.

25 Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft einen Linearantrieb für eine Aufzugsanlage. Die Aufzugsanlage umfasst einen Aufzugsschacht und eine in Richtung einer Verlagerungsachse im Aufzugsschacht verlagerbare Aufzugskabine. Der Linearantrieb umfasst eine Magnetbahn, die mindestens eine Reihe von Dauermagneten umfasst, wobei die bzw. jeder Dauermagnet in einem Träger um eine eigene Drehachse drehbar gelagert ist.
30 Darüber hinaus umfasst der Linearantrieb ein Kraftübertragungsglied aus einem

- elektrisch leitfähigen Material. Dabei ist die Magnetbahn am Aufzugsschacht fixierbar, während das Kraftübertragungsglied an der Aufzugskabine fixierbar ist. Alternativ ist das Kraftübertragungsglied am Aufzugsschacht fixierbar, während die Magnetbahn an der Aufzugskabine fixierbar ist. In beiden Fällen sind die Magnetbahn und das
- 5 Kraftübertragungsglied derart fixierbar, dass:
- die Dauermagneten der gleichen Reihe in Richtung der Verlagerungsachse hintereinander angeordnet sind;
 - die Magnetbahn und das Kraftübertragungsglied relativ zueinander in Richtung der Verlagerungsachse verlagerbar sind;
 - 10 – die Magnetbahn und das Kraftübertragungsglied in einem Überlappungsbereich einander gegenüberliegen, wobei die bzw. jeder im Überlappungsbereich befindliche Dauermagnet von dem ihm gegenüberliegenden Kraftübertragungsglied durch einen Luftspalt getrennt ist.

Des Weiteren umfasst der Linearantrieb einen Drehantrieb, der ausgebildet ist, um die

15 Dauermagneten so um ihre Drehachsen zu drehen, dass durch Überlagerung der Magnetfelder der sich drehenden Dauermagneten ein in Richtung der Verlagerungsachse wanderndes Wanderfeld zum Verlagern des Kraftübertragungsglieds relativ zur Magnetbahn erzeugt wird.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft eine Aufzugsanlage, die einen Aufzugsschacht,

20 eine Aufzugskabine, die in Richtung einer Verlagerungsachse im Aufzugsschacht verlagerbar ist, sowie einen Linearantrieb, wie er vor- und nachstehend beschrieben wird, umfasst. Dabei ist die Magnetbahn am Aufzugsschacht fixiert, während das Kraftübertragungsglied an der Aufzugskabine fixiert ist. Alternativ ist das Kraftübertragungsglied am Aufzugsschacht fixiert, während die Magnetbahn an der

25 Aufzugskabine fixiert ist.

Elektrische Linearmotoren beruhen üblicherweise auf der Erzeugung einer magnetischen Wanderwelle durch entsprechende Erregung einer Spulenanordnung durch (mehrphasige) Ströme. Dieses Prinzip ist vergleichbar mit einer Stadionwelle („La Ola“) von

30 Zuschauern in einem Stadion: Die Spulenströme pulsieren in einem bestimmten Takt, vergleichbar mit stehenden und sitzenden Zuschauern, und erzeugen so eine sich bewegende magnetische Welle. Der die Spulen enthaltende Teil des Linearantriebs wird üblicherweise als Anker bezeichnet, der stationär oder beweglich sein kann. Der andere Teil des Linearantriebs, nachstehend Nichtankerteil genannt, steht in elektromagnetischer Wechselwirkung mit der vom Anker erzeugten Wanderwelle, wodurch auf beide Teile

35 entgegengesetzte, betragsmäßig gleiche Kräfte wirken.

- Je nach Konfiguration des Ankers kann zwischen Synchronmaschinen, Asynchronmaschinen oder Synchron-Reluktanzmaschinen unterschieden werden. Für Anwendungen mit sehr langem Hub sind Synchronmaschinen in der Regel zu kostspielig, da grosse Mengen an Seltenen Erden oder Kupfer für das entsprechend lange
- 5 Nichtankerteil erforderlich sein können. Für solche Anwendungen werden Schienen aus magnetisch passivem und einfach bereitzustellendem Material, wie beispielsweise Stahl oder Aluminium, mit einfacher Struktur in der Regel bevorzugt. Ausführungsformen, die sich für sehr lange Hübe eignen, sind daher meist vom Typ Asynchron- oder Synchron-Reluktanzmaschine.
- 10 In beiden Fällen kann die (sinusförmige) Wanderwelle zu Steuerungszwecken in zwei orthogonale, oszillierende Komponenten (Direkt- und Quadraturstrom) zerlegt werden, die durch die daraus resultierenden zerlegten Ströme unabhängig voneinander variiert werden können, um das gewünschte elektromechanische Verhalten der Maschine zu erhalten, d. h., Vortriebskräfte und Anziehungskräfte können unabhängig voneinander
- 15 über diese orthogonalen Komponenten gesteuert werden. Die Höhe dieser Kräfte hängt bis zu einem gewissen Grad von der Amplitude der Wanderwelle ab. Die Kraftdichte wird daher durch die thermischen Beschränkungen der Ankerspulen begrenzt.

- Die Kraftdichte einer elektrischen Maschine, die auf dem Prinzip der Wanderwelle beruht, kann also durch die Fähigkeit der stromführenden Spulen, ein Magnetfeld zu
- 20 erzeugen, begrenzt sein. Das Ausmass, in dem die Spulen ein Magnetfeld erzeugen können, ist direkt proportional zur Stärke des durch die Spulen fliessenden Stroms. Sind die Spulen beispielsweise aus herkömmlichen Materialien mit elektrischem Widerstand gewickelt, so begrenzt die dissipative Eigenschaft der Spulen die maximale Stromstärke und damit das Drehmoment oder die Kraftdichte der elektrischen Maschine.
- 25 Die Erzeugung langhubiger translatorischer Bewegungen kann nach dem Prinzip des direkten oder des indirekten Antriebs erfolgen. Das Prinzip des direkten Antriebs beruht auf linearen elektrischen Maschinen, die die Erzeugung von Kräften zwischen zwei durch einen Luftspalt voneinander getrennten magnetischen Strukturen der elektrischen Maschine, d. h. Stator und Läufer, ermöglichen. Die Kraftübertragung zwischen diesen
- 30 beiden Strukturen erfolgt berührungslos, indem sich die magnetische Wanderwelle in Richtung der translatorischen Bewegung ausbreitet. Somit kann ein direkter Antrieb prinzipiell einen unbegrenzten Hub haben, was insbesondere dann vorteilhaft ist, wenn der Hub um mehrere Grössenordnungen grösser ist als das kürzeste Glied der Maschine. Die Kraftfähigkeit der Maschine wird in der Praxis allerdings durch den verfügbaren

Bauraum in Verbindung mit der maximal zulässigen Wärmeabgabe pro Volumeneinheit begrenzt.

Die Kraftdichte kann beispielsweise lokal erhöht werden, indem ein indirekter Antrieb gewählt wird, der jedoch mit einem stark reduzierten Hub einhergeht. Ein indirekter Antrieb kann eine rotierende Maschine in Verbindung mit einem mechanischen Getriebe umfassen, das die Rotation in eine Translation umwandelt. Da die rotierende Maschine üblicherweise räumlich vom Getriebe getrennt ist, hat die Wärmeabgabe der Spulen der Maschine keinen massgeblichen Einfluss auf das Getriebe. Allerdings entsteht im Getriebe, wenn auch in geringerem Masse, Reibungswärme. Darüber hinaus sind mechanische Getriebe prinzipbedingt verschleissanfällig und können unerwünschte Geräusche und Vibrationen verursachen.

Beim vorstehend beschriebenen direkten Antrieb ist die Erhöhung der Kraftdichte im Allgemeinen eines der Ziele in der Entwurfsphase der elektrischen Maschine, da dadurch die Menge und die Masse des verwendeten Materials reduziert werden können und die Kühlkapazität entsprechend erhöht werden kann. Um die Kraftdichte zu erhöhen, können Kühlmethoden eingesetzt werden, die die Temperatur der Spulen in einem akzeptablen Bereich halten. Solche Kühlmethoden können jedoch relativ aufwendig sein.

Daneben gibt es lineare Transversalflussmaschinen, Flussschaltmaschinen und geschaltete Reluktanzmaschinen, bei denen das Prinzip der magnetischen Wanderwelle zugunsten einer erhöhten Kraftdichte aufgegeben wird. Bei diesen Ansätzen kann es jedoch zu erhöhter Kraftwelligkeit und Rauschen kommen. Die Steuerung solcher Maschinen kann aufwendig sein.

Um die Verlustleistung in den Spulen auf ein Minimum zu reduzieren, können beispielweise auch supraleitende Spulen eingesetzt werden. Solche Spulen erfordern allerdings eine sorgfältig abgeschirmte kryogene Umgebung bei sehr niedrigen Temperaturen unter 100 K, was sich nur unter erheblichem Aufwand in die Praxis umsetzen lässt.

Der hier vorgeschlagene Ansatz ermöglicht es nun, die vorstehend beschriebenen Einschränkungen und unerwünschten Effekte zumindest teilweise insofern zu überwinden, als die Kraftübertragung des Linearantriebs auf dem Prinzip der Wanderwelle basiert, d. h. berührungslos erfolgt, und die Wanderwelle durch rotierende Dauermagneten erzeugt wird, die von einer rotierenden elektrischen Maschine angetrieben sein können. Dies verbessert zum einen die Wärmeabfuhr. Zum anderen kann

durch die Verwendung von Dauermagneten anstelle von Spulen die Magnetfeldstärke erhöht werden.

Optional können die Dauermagneten unabhängig voneinander angetrieben werden. Dies ermöglicht eine feldorientierte Steuerung, d. h., Vortriebskräfte parallel zur Verlagerungs-
5 achse und Anziehungskräfte quer zur Verlagerungsachse zwischen dem Kraftübertragungs-
glied und den Dauermagneten können unabhängig voneinander beeinflusst werden. Durch einen entsprechend konfigurierten Drehantrieb kann somit die gleiche orthogonale Zerlegung der Kraftkomponenten wie im Fall einer herkömmlichen Synchron-, Asynchron- oder Synchron-Reluktanzmaschine realisiert werden, und dies bei
10 erhöhter Kraftdichte und verringerter Verlustleistung.

Mit anderen Worten sind rotierende Dauermagneten, wie sie im vorliegenden Ansatz verwendet werden, in der Lage, höhere Feldstärken mit einem kleineren volumetrischen Fussabdruck in nahezu nicht dissipativer Weise zu erzeugen.

Die Verwendung von Dauermagneten bietet zudem den Vorteil, dass die
15 Anziehungskräfte zwischen der Magnetbahn und dem Kraftübertragungsglied auch bei einem Stromausfall erhalten bleiben. Somit kann die Betriebssicherheit der Aufzugsanlage erhöht werden.

Ohne den Umfang der Erfindung in irgendeiner Weise zu beschränken, können Ausführungsformen der Erfindung als auf den nachstehend beschriebenen Gedanken und
20 Erkenntnissen beruhend angesehen werden.

Die Dauermagneten können beispielsweise jeweils stabförmig, insbesondere zylinderförmig, ausgeführt sein. Dabei kann die Drehachse eines Dauermagneten seiner Längs- oder Mittelachse entsprechen. Die Dauermagneten können jeweils in bestimmten Magnetisierungsrichtungen, beispielsweise orthogonal zur Drehachse, magnetisiert sein
25 und über den Drehantrieb derart zueinander positionierbar sein, dass sich die Magnetisierungsrichtungen benachbarter Dauermagneten – im drehenden und/oder nicht drehenden Zustand – in einem definierten Winkel zueinander ausgerichtet sind. Dieser Winkel kann im Betrieb des Linearantriebs, d. h., während sich die Dauermagneten drehen, konstant gehalten oder innerhalb eines bestimmten Winkelbereichs variiert
30 werden, etwa um die Amplitude und/oder Phasenverschiebung der Wanderwelle zu modifizieren. Der Winkelbereich kann beispielsweise plus/minus 40 Grad, vorzugsweise plus/minus 30 Grad, insbesondere plus/minus 20 Grad, besonders bevorzugt plus/minus 10 Grad, insbesondere plus/minus 5 Grad betragen.

Der Drehantrieb kann beispielsweise einen Elektromotor mit rotierender Antriebswelle und ein Getriebe umfassen, das ausgebildet ist, um die Drehbewegung der Antriebswelle in entsprechende Drehbewegungen der einzelnen Dauermagneten umzusetzen. Das Getriebe kann beispielsweise Zahnräder, Riemen und/oder Ketten umfassen, die die Drehachsen der Dauermagneten miteinander und/oder mit der Antriebswelle form- und/oder kraftschlüssig koppeln. Die Synchronisation der Drehbewegungen der einzelnen Dauermagneten kann somit über das Getriebe erfolgen.

Alternativ ist eine Ausführungsform denkbar, bei der jeder Dauermagnet über einen eigenen Elektromotor gedreht wird. Dies hat den Vorteil, dass die Dauermagneten unabhängig voneinander angesteuert werden können. In diesem Fall kann die Synchronisation durch entsprechendes gleichzeitiges Ansteuern der einzelnen Elektromotoren, etwa durch eine übergeordnete Aufzugssteuerung, erfolgen.

Der Linearantrieb kann auch mehr als eine Magnetbahn und/oder mehr als ein Kraftübertragungsglied umfassen. Beispielsweise können im betriebsfähigen Zustand der Aufzugsanlage die Magnetbahn und das Kraftübertragungsglied auf einander gegenüberliegenden Seiten der Aufzugskabine angeordnet sein. Möglich ist aber auch ein einseitiger Antrieb der Aufzugskabine.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um benachbarte Dauermagneten der gleichen Reihe so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich drehenden benachbarten Dauermagneten der gleichen Reihe in ihrer Orientierung um 90 Grad zueinander versetzt sind. Unter „Orientierung“ kann hier und im Folgenden eine Magnetisierungsrichtung, in der der jeweilige Dauermagnet magnetisiert ist, verstanden werden. Auf diese Weise kann beispielsweise erreicht werden, dass das Wanderfeld auf einer dem Kraftübertragungsglied zugewandten Seite der Magnetbahn verstärkt wird und/oder auf einer dem Kraftübertragungsglied abgewandten Seite der Magnetbahn verringert wird. Dies hat den Vorteil, dass kleinere Dauermagneten verwendet werden können, ohne dass sich die resultierenden Magnetkräfte zwangsläufig verringern.

Gemäss einer Ausführungsform kann die Orientierung des Magnetfelds eines jeden sich drehenden Dauermagneten, dem ein sich drehender benachbarter Dauermagnet der gleichen Reihe vorangeht und ein sich drehender benachbarter Dauermagnet der gleichen Reihe nachfolgt, gleich einer um 90 Grad im Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des vorangehenden Dauermagneten und gleich einer um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des nachfolgenden Dauermagneten sein. Somit kann die Magnetbahn als Halbach-Array oder Quasi-Halbach-

Array realisiert werden. Beispielsweise können die Orientierungen in einer Referenzstellung folgende Reihenfolge aufweisen: links, oben, rechts, unten, links, oben usw. Die Orientierungen können auch in umgekehrter Reihenfolge aufeinanderfolgen. Ausgehend von der Referenzstellung können die Dauermagneten dann so gedreht werden, dass die anfängliche Ausrichtung benachbarter Orientierungen zueinander während der Drehbewegung der Dauermagneten beibehalten wird. Wie weiter oben erwähnt, ist aber auch eine (geringfügige) Variation der Winkelabweichungen während der Drehbewegung der Dauermagneten möglich.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um benachbarte Dauermagneten der gleichen Reihe so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich drehenden benachbarten Dauermagneten der gleichen Reihe entgegengesetzte Orientierungen aufweisen, d. h. um 180 Grad voneinander abweichen. Dies kann beispielsweise dann der Fall sein, wenn das Kraftübertragungsglied im Überlappungsbereich zwischen einer ersten Reihe und einer zweiten Reihe der Dauermagneten angeordnet ist (siehe auch weiter unten) und die Drehachsen der Dauermagneten der ersten Reihe relativ zu den Drehachsen der Dauermagneten der zweiten Reihe in Richtung der Verlagerungsachse versetzt sind, beispielsweise mittig versetzt sind, sodass – in Richtung der Verlagerungsachse betrachtet – der Abstand zwischen benachbarten Drehachsen verschiedener Reihen gleich dem halben Abstand zwischen benachbarten Drehachsen der gleichen Reihe ist.

Gemäss einer Ausführungsform kann die Magnetbahn eine erste Reihe und eine zweite Reihe der Dauermagneten umfassen. Das Kraftübertragungsglied kann im Überlappungsbereich zwischen der ersten Reihe und der zweiten Reihe angeordnet sein, d. h. durch einen Luftspalt zwischen der ersten Reihe und der zweiten Reihe verlaufen. Dabei kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um benachbarte Dauermagneten verschiedener Reihen so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich drehenden benachbarten Dauermagneten verschiedener Reihen in ihrer Orientierung um einen definierten Winkel zueinander versetzt sind. Die erste Reihe kann beispielsweise genauso viele Dauermagneten wie die erste Reihe umfassen. Alternativ können die erste und die zweite Reihe unterschiedlich viele Dauermagneten umfassen. Wie weiter oben erwähnt, können die erste und die zweite Reihe versetzt zueinander angeordnet sein (siehe auch weiter unten). Möglich ist auch eine Ausführung, bei der die Dauermagneten verschiedener Reihen – quer zur Verlagerungsachse betrachtet – paarweise einander gegenüberliegen, wobei die Dauermagneten des gleichen Paares, genauer deren Drehachsen, die gleiche Längsposition bezüglich der Verlagerungsachse haben und die Dauermagneten verschiedener Paare verschiedene Längspositionen bezüglich der Verlagerungsachse haben. Der Drehantrieb

kann beispielsweise ausgebildet sein, um die Dauermagneten der ersten Reihe unabhängig von den Dauermagneten der zweiten Reihe anzutreiben.

- Gemäss einer Ausführungsform kann der definierte Winkel 0 Grad, 90 Grad oder 180 Grad betragen. Für den Fall, dass die erste und die zweite Reihe jeweils als
- 5 (Quasi-)Halbach-Array ausgeführt sind und die Dauermagneten verschiedener Reihen paarweise einander gegenüberliegen (siehe weiter oben), können beispielsweise die Orientierungen der Magnetfelder benachbarter Dauermagneten verschiedener Reihen abwechselnd um 180 Grad und 0 Grad zueinander versetzt sein, d. h. abwechselnd entgegengerichtet und gleichgerichtet sein. Für den Fall, dass die Drehachsen
- 10 verschiedener Reihen in Richtung der Verlagerungsachse versetzt zueinander sind (siehe weiter oben), können die Orientierungen der Magnetfelder benachbarter Dauermagneten verschiedener Reihen beispielsweise um 90 Grad zueinander versetzt sein. In diesem Fall können beispielsweise die Magnetfelder benachbarter Dauermagneten der gleichen Reihe in ihrer Orientierung entgegengesetzt sein.
- 15 Gemäss einer Ausführungsform können die Drehachsen der Dauermagneten der ersten Reihe gegenüber den Drehachsen der Dauermagneten der zweiten Reihe in Richtung der Verlagerungsachse versetzt sein. Beispielsweise können die Drehachsen der Dauermagneten der ersten Reihe relativ zu den Drehachsen der Dauermagneten der zweiten Reihe in Richtung der Verlagerungsachse mittig versetzt sein. Anders ausgedrückt kann
- 20 – in Richtung der Verlagerungsachse betrachtet – der Abstand zwischen benachbarten Drehachsen verschiedener Reihen gleich dem halben Abstand zwischen benachbarten Drehachsen der gleichen Reihe sein.

- Gemäss einer Ausführungsform kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um die Dauermagneten der ersten Reihe mit einer anderen Drehgeschwindigkeit und/oder in einer
- 25 anderen Drehrichtung als die Dauermagneten der zweiten Reihe zu drehen. Prinzipiell sollten alle Dauermagneten der gleichen Reihe mit der gleichen Drehgeschwindigkeit und in der gleichen Drehrichtung gedreht werden. Um die gewünschte Überlagerung der Magnetfelder in Form der Wanderwelle zu erhalten, können die Dauermagneten der ersten Reihe in einer der Drehrichtung der Dauermagneten der zweiten Reihe
- 30 entgegengesetzten Drehrichtung gedreht werden. Indem die Drehgeschwindigkeit der (sich gleich schnell drehenden) Dauermagneten der ersten Reihe gegenüber der Drehgeschwindigkeit der (sich gleich schnell drehenden) Dauermagneten der zweiten Reihe verändert wird, kann beispielsweise eine phasenverschobene Wanderwelle erzeugt werden.

Gemäss einer Ausführungsform kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um die Dauermagneten der gleichen Reihe gleichzeitig mit der gleichen Drehgeschwindigkeit und/oder in der gleichen Drehrichtung zu drehen. Auf diese Weise kann die Amplitude der Wanderwelle konstanter gehalten werden.

- 5 Gemäss einer Ausführungsform können die Dauermagneten der gleichen Reihe abwechselnd erste Dauermagneten und zweite Dauermagneten umfassen. Dabei kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um die ersten Dauermagneten unabhängig von den zweiten Dauermagneten zu drehen. Anders ausgedrückt kann – in Richtung der Verlagerungsachse betrachtet – zwischen zwei ersten Dauermagneten immer mindestens ein zweiter Dauermagnet und/oder zwischen zwei zweiten Dauermagneten immer mindestens ein erster Dauermagnet angeordnet sein. Der Drehantrieb kann also ausgebildet sein, um die ersten Dauermagneten mit einer anderen Drehgeschwindigkeit und/oder in einer anderen Drehrichtung als die zweiten Dauermagneten zu drehen. Zusätzlich kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um alle ersten Dauermagneten gleichzeitig mit der gleichen
- 10 Drehgeschwindigkeit und/oder in der gleichen Drehrichtung zu drehen und/oder alle zweiten Dauermagneten gleichzeitig mit der gleichen Drehgeschwindigkeit und/oder in der gleichen Drehrichtung zu drehen. Zusätzlich kann der Drehantrieb ausgebildet sein, um die ersten Dauermagneten zusammen mit den zweiten Dauermagneten zu drehen.
- 15

- Gemäss einer Ausführungsform können die Dauermagneten in Richtung ihrer Drehachsen in mindestens zwei zylinderförmige Segmente unterschiedlicher Polarität unterteilt sein. Die Segmente können beispielsweise durch einen Luftspalt voneinander getrennt sein. Die Segmente können drehstarr miteinander verbunden sein. Anders ausgedrückt können die Segmente so miteinander gekoppelt sein, dass das eine Segment immer mit der gleichen Drehgeschwindigkeit und in der gleichen Drehrichtung wie das andere Segment oder die anderen Segmente gedreht wird. Somit können Vortriebskraftschwankungen des Linearantriebs reduziert werden.
- 20
- 25

Gemäss einer Ausführungsform können die Drehachsen parallel zueinander und/oder orthogonal zur Verlagerungsachse verlaufen.

- Gemäss einer Ausführungsform kann das Kraftübertragungsglied leiterartig mit einer Mehrzahl von Sprossen ausgeführt sein. Die Sprossen können beispielsweise in ihrer Längsrichtung jeweils quer oder schräg zur Längsrichtung des leiterartigen Kraftübertragungsglieds verlaufen. Die Sprossen können jeweils durch Luftspalte voneinander getrennt sein. Beispielsweise kann das Kraftübertragungsglied einem ausgerollten
- 30

Käfigläufer ähneln, englisch *squirrel-cage rotor* genannt, wie er für Asynchronmaschinen verwendet wird. Somit kann das Kraftübertragungsglied verringert werden.

Ergänzend oder alternativ kann das Kraftübertragungsglied durch eine weichmagnetische Struktur gebildet sein, die insbesondere Schlitze aufweist. Die Schlitze ermöglichen es
5 die magnetischen Eigenschaften des Kraftübertragungsglieds lokal zu verändern, vergleichbar mit dem Rotor eines Reluktanzmotors.

Ergänzend oder alternativ kann das Kraftübertragungsglied platten- oder bandartig ausgeführt sein. Möglich ist beispielsweise ein Kraftübertragungsglied in Form eines flexiblen metallischen Riemens, Bands oder einer Plate, welche im betriebsfähigen
10 Zustand des Linearantriebs zumindest abschnittsweise entlang der Verlagerungsachse durch den Aufzugsschacht verläuft. Das platten- oder bandartige Kraftübertragungsglied kann optional eine Mehrzahl von Durchgangsöffnungen, etwa in Form von in Richtung der Verlagerungsachse aneinandergereihten Schlitzten, aufweisen, um die magnetischen Eigenschaften des Kraftübertragungsglieds lokal zu verändern, vergleichbar mit dem
15 Rotor eines Reluktanzmotors.

Gemäss einer Ausführungsform kann ein Zwischenraum zwischen benachbarten Sprossen zumindest teilweise mit einem weichmagnetischen Material ausgefüllt sein. Das weichmagnetische Material kann beispielsweise (Weich-)Eisen, Stahl, eine Nickel-Eisen-, Kobalt-Eisen- oder Aluminium-Eisen-Legierung sein. Somit können die magnetischen
20 Eigenschaften des Kraftübertragungsglieds weiter verbessert werden.

Nachfolgend werden vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen weiter erläutert, wobei weder die Zeichnungen noch die Erläuterungen als die Erfindung in irgendeiner Weise einschränkend auszulegen sind.

Fig. 1 zeigt eine Aufzugsanlage gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.

25 Fig. 2 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs gemäss einer Ausführungsform der Erfindung mit einer einreihigen Magnetbahn.

Fig. 3 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs gemäss einer Ausführungsform der Erfindung mit einer zweireihigen Magnetbahn, deren Dauermagneten paarweise einander gegenüberliegen.

Fig. 4 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs gemäss einer Ausführungsform der Erfindung mit einer zweireihigen Magnetbahn, deren Dauermagneten zueinander versetzt sind.

Fig. 5 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs gemäss einer Ausführungsform der Erfindung mit mehreren zweireihigen Magnetbahnen.

Fig. 6 zeigt einen Abschnitt eines leiterartigen Kraftübertragungsglieds eines Linearantriebs gemäss einer Ausführungsform der Erfindung.

Die Figuren sind lediglich schematisch und nicht massstabsgetreu. Gleiche Bezugszeichen bezeichnen in den verschiedenen Zeichnungen gleiche bzw. gleichwirkende Merkmale.

Fig. 1 zeigt eine Aufzugsanlage 1, in deren Aufzugsschacht 2 eine Aufzugskabine 3 in Richtung einer vertikalen Verlagerungsachse z zwischen verschiedenen Stockwerken eines Gebäudes verfahrbar gelagert ist. Möglich ist auch eine horizontale oder schräge Verlagerungsachse z.

Die Aufzugskabine 3 ist von einem Linearantrieb 4 angetrieben, der mindestens eine Magnetbahn 5 und mindestens ein Kraftübertragungsglied 6 aus einem elektrisch leitfähigen Material, beispielsweise einem metallischen Material wie Eisen, Stahl oder Aluminium, umfasst.

Die Magnetbahn 5 ist durch einen oder mehrere Träger 7 gebildet, in dem mehrere Dauermagneten 8 aneinandergereiht und jeweils um eine eigene Drehachse r drehbar gelagert sind. Die Dauermagneten 8 können in einer oder mehreren Reihen angeordnet sein.

Die Magnetbahn 5 kann, wie in Fig. 1 beispielhaft gezeigt, über den Träger 7 an einer Seitenwand des Aufzugsschachts 2 fixiert sein, während das Kraftübertragungsglied 6 seitlich an der Aufzugskabine 3 fixiert sein kann. Möglich ist aber auch eine Ausführungsform, bei der umgekehrt der Träger 7 an der Aufzugskabine 3 fixiert ist, während das Kraftübertragungsglied 6 an der Seitenwand des Aufzugsschachts 2 fixiert ist.

In beiden Fällen sind die Magnetbahn 5 und das Kraftübertragungsglied 6 so angeordnet, dass die Dauermagneten 8, die der gleichen Reihe angehören, in Richtung der

Verlagerungsachse z, hier also vertikal, aneinandergereiht sind und sich die Magnetbahn 5 und das Kraftübertragungsglied 6 in einem Überlappungsbereich 9 gegenüberliegen.

Im Überlappungsbereich 9 sind die Dauermagneten 8 und das Kraftübertragungsglied 6 jeweils durch einen Luftspalt (nicht gezeigt) voneinander getrennt, der so bemessen ist, dass die Dauermagneten 8 und das Kraftübertragungsglied 6 miteinander in magnetischer Wechselwirkung stehen.

Dadurch, dass das Kraftübertragungsglied 6 an der Aufzugskabine 3 fixiert ist, ist es zusammen mit der Aufzugskabine 3 verlagerbar, d. h., die Magnetbahn 5 und das Kraftübertragungsglied 6 sind relativ zueinander in Richtung der Verlagerungsachse z, hier also in vertikaler Richtung, verlagerbar.

Die Drehachsen r der Dauermagneten 8 der gleichen Reihe können beispielsweise in einer gemeinsamen vertikalen Ebene liegen und dabei parallel zueinander ausgerichtet sein, d. h. horizontal und somit orthogonal zur (vertikalen) Verlagerungsachse z verlaufen.

Umfasst die Magnetbahn 5 mehrere Reihen von Dauermagneten 8 (siehe auch Fig. 3 bis Fig. 5), so können die Drehachsen r verschiedener Reihen beispielsweise in zwei oder mehr als zwei parallelen vertikalen Ebenen liegen und jeweils horizontal verlaufen.

Die Dauermagneten 8 sind jeweils in einer bestimmten Magnetisierungsrichtung magnetisiert (die Magnetisierungsrichtung kann als eine Orientierung eines vom jeweiligen Dauermagneten 8 erzeugten Magnetfelds aufgefasst werden).

Handelt es sich bei den Dauermagneten 8 um zylinderförmige Stabmagneten, so kann die Magnetisierungsrichtung eines jeden Dauermagneten 8 beispielsweise orthogonal zur Längs- oder Mittelachse des Dauermagneten 8 sein. Die Längs- oder Mittelachse kann dabei der Drehachse r des Dauermagneten 8 entsprechen.

Um ein in Richtung der Verlagerungsachse z, hier also entweder von unten nach oben oder von oben nach unten, wanderndes magnetisches Feld zu erzeugen, das eine entsprechende Verlagerung des Kraftübertragungsglieds 6 relativ zur Magnetbahn 5 und damit der Aufzugskabine 3 bewirkt, umfasst der Linearantrieb 4 einen Drehantrieb 11, der ausgebildet ist, um die Dauermagneten 8 in geeigneter Weise in Drehbewegungen zu versetzen, d. h. derart, dass durch Überlagerung der Magnetfelder der sich drehenden Dauermagneten 8 ein entlang der Magnetbahn 5, hier also vertikal, wanderndes

Wanderfeld in magnetischer Wechselwirkung mit dem Kraftübertragungsglied 6 resultiert.

Der Drehantrieb 11 kann beispielsweise zumindest teilweise ausserhalb des Aufzugsschachts 2 angeordnet sein. Somit können mechanische oder thermische
5 Einflüsse des Drehantriebs 11 auf im Aufzugsschacht 2 befindliche Komponenten der Aufzugsanlage 1 verringert werden.

Prinzipiell kann der Drehantrieb 11 einen Elektromotor 12 mit rotierender Antriebswelle 13 umfassen, die über ein Getriebe 14 mit den einzelnen Dauermagneten 8 gekoppelt sein kann. Der Elektromotor 12 kann beispielsweise ausserhalb des Aufzugsschachts 2
10 angeordnet sein. Dabei kann das Getriebe 14 teils ausserhalb, teils innerhalb des Aufzugsschachts 2 angeordnet sein.

Beispielsweise kann der Drehantrieb 11 ausgebildet sein, um die Dauermagneten 8 ein und derselben Reihe gleichzeitig in der gleichen Drehrichtung und mit der gleichen Drehgeschwindigkeit zu drehen. Somit kann erreicht werden, dass die Dauermagneten 8
15 ihre anfängliche Ausrichtung relativ zueinander im drehenden Zustand beibehalten.

Optional kann jeder Dauermagnet 8 in Richtung seiner Drehachse r in zwei zylinderförmige Segmente 15 unterschiedlicher Polarität, also in ein Nordpol- und ein Südpolsegment, unterteilt sein.

Die zwei Segmente 15 können beispielsweise durch einen axialen Luftspalt voneinander
20 getrennt sein. Durch diese Konfiguration kann die für den Antrieb, d. h. die Drehung der Dauermagneten 8 erforderliche Drehmomentwelligkeit reduziert werden.

Entgegen der in Fig. 1 gezeigten Darstellung können die Magnetbahn 5 und das Kraftübertragungsglied 6 auf einander gegenüberliegenden Seiten der Aufzugskabine 3
angeordnet sein. Anders ausgedrückt kann die Aufzugskabine 3 beidseitig vom
25 Linearantrieb 4 angetrieben sein.

Fig. 2 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs 4, bei dem die Dauermagneten 8 nur in einer Reihe und gegenüber ein und derselben Seite des Kraftübertragungsglieds 6
angeordnet sind. Dabei sind die Dauermagneten 8 jeweils durch einen Luftspalt s vom Kraftübertragungsglied 6 getrennt.

Die Dauermagneten 8 sind in diesem Beispiel in einer Referenzstellung zueinander ausgerichtet, in der die Orientierungen (in Fig. 2 bis Fig. 4 mit Pfeilen angedeutet) der Magnetfelder benachbarter Dauermagneten 8 jeweils um 90 Grad zueinander versetzt sind.

- 5 Insbesondere können die Dauermagneten 8 in der Referenzstellung derart zueinander ausgerichtet sein, dass die Orientierung des Magnetfelds eines jeden Dauermagneten 8, dem ein benachbarter Dauermagnet 8 vorangeht und ein benachbarter Dauermagnet 8 nachfolgt, gleich einer um 90 Grad im Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des vorangehenden Dauermagneten 8 und gleich einer um 90 Grad gegen
10 den Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des nachfolgenden Dauermagneten 8 ist. Das Kraftübertragungsglied 6 schwebt somit über der Magnetbahn 5.

- Durch die Anordnung der Dauermagneten 8 mit zueinander orthogonalen Magnetisierungsrichtungen auf nur einer Seite können die Herstellungskosten im Vergleich zu einer zweireihigen Magnetbahn 5 (siehe Fig. 3 und Fig. 4) verringert
15 werden. Des Weiteren ermöglicht dies eine grössere Bewegungsfreiheit des Kraftübertragungsglieds 6 quer zur Verlagerungsachse z.

- Fig. 3 zeigt einen Abschnitt eines Linearantriebs 4 mit einer ersten Reihe 16 von Dauermagneten 8 und einer zweiten Reihe 17 von Dauermagneten 8, die der ersten Reihe 16 gegenüberliegt. Dabei kann das Kraftübertragungsglied 6 in einem Luftspalt s zwischen
20 den zwei Reihen 16, 17 verlaufen.

- Die Dauermagneten 8 sind hier in einer Referenzstellung zueinander ausgerichtet, in der zum einen die Orientierungen der Magnetfelder benachbarter Dauermagneten 8 der ersten Reihe 16 orthogonal zueinander sind und zum anderen die Orientierungen der Magnetfelder benachbarter Dauermagneten 8 der zweiten Reihe 17 orthogonal zueinander
25 sind.

Die Dauermagneten 8 sind zudem paarweise angeordnet, sodass – quer zur Verlagerungsachse z betrachtet – jedem Dauermagneten 8 der ersten Reihe 16 genau einer der Dauermagneten 8 der zweiten Reihe 17 gegenüberliegt.

- Des Weiteren können die Dauermagneten 8 einer jeden Reihe 16, 17 erste Dauermagneten
30 8a und zweite Dauermagneten 8b umfassen, die sich – in Richtung der Verlagerungsachse z betrachtet – abwechseln. Dabei kann jedem ersten Dauermagneten 8a der ersten

Reihe 16 genau einer der ersten Dauermagneten 8a der zweiten Reihe gegenüberliegen. Dies kann in entsprechender Weise für die zweiten Dauermagneten 8b zutreffen.

In diesem Fall kann die Referenzstellung beispielsweise derart sein, dass die Magnetfelder der ersten Dauermagneten 8a der gleichen Längsposition bezüglich der Verlagerungsachse z entgegengesetzte, d. h. um 180 Grad zueinander versetzte Orientierungen parallel zur Verlagerungsachse z aufweisen und die Magnetfelder der zweiten Dauermagneten 8b der gleichen Längsposition bezüglich der Verlagerungsachse z gleichgerichtete, d. h. um 0 Grad zueinander versetzte Orientierungen orthogonal zur Verlagerungsachse z aufweisen. Die in Fig. 3 gezeigte Anordnung der Dauermagneten 8, 8a, 8b kann auch als (Quasi-)Halbach-Array bezeichnet werden.

Durch entsprechende Drehung der Dauermagneten 8, 8a, 8b können also zwei orthogonal zueinander ausgerichtete pulsierende Magnetfelder erzeugt werden, die sich zu einer Wanderwelle, d. h. einer wandernden Magnetwelle, überlagern. Die Steuerung der Wanderwelle in Bezug auf Kommutierungswinkel und Amplitude kann weitgehend der Steuerung in konventionellen Maschinen mithilfe von Phasenströmen ähneln, die über die dq0-Zerlegung auf zwei zueinander orthogonale Achsen projiziert werden.

Die dq0-Zerlegung der Ströme ermöglicht es, die Antriebs- und die Anziehungskraft unabhängig voneinander über den Quadratur- bzw. den Gleichstrom zu steuern. Die Steuerung des Gleichstroms ermöglicht auch eine Feldschwächung, um den Drehzahlbereich der elektrischen Maschine zu erweitern. Eine ähnliche Technik kann auch hier, wenn auch mit Einschränkungen, angewandt werden, allerdings auf mechanische und nicht auf elektrische Weise.

Da die pulsierenden Felder der beiden Reihen 16, 17 orthogonal sind, hat eine mechanische Änderung ihrer relativen Phasenverschiebung eine ähnliche Wirkung wie die Änderung des Quadratur- und des Gleichstroms. Ein Unterschied kann darin gesehen werden, dass die Amplituden der pulsierenden Felder bei spulenbasierten elektrischen Maschinen unabhängig voneinander über den Strom gesteuert werden können, was hier nicht der Fall ist. Um dennoch eine bessere Kontrolle über die Amplitude der beiden pulsierenden Felder zu ermöglichen, können die ersten Dauermagneten 8a unabhängig von den zweiten Dauermagneten 8b der gleichen Reihe 16 bzw. 17 angetrieben werden.

Fig. 4 zeigt eine zweireihige Anordnung der Dauermagneten 8, bei der die Dauermagneten 8 der ersten Reihe 16 gegenüber den Dauermagneten 8 der zweiten Reihe 17 in

Richtung der Verlagerungsachse z versetzt angeordnet sind, und zwar so, dass – in Richtung der Verlagerungsachse z betrachtet – zwischen benachbarten Dauermagneten 8 der einen Reihe 16 bzw. 17 genau einer der Dauermagneten 8 der anderen Reihe 16 bzw. 17 liegt.

- 5 In diesem Fall kann die Referenzstellung beispielweise derart sein, dass die Magnetfelder benachbarter Dauermagneten 8 der ersten Reihe 16 entgegengesetzte Orientierungen parallel zur Verlagerungsachse z aufweisen und die Magnetfelder benachbarter Dauermagneten 8 der zweiten Reihe 17 entgegengesetzte Orientierungen orthogonal zur Verlagerungsachse z aufweisen.
- 10 Dies ermöglicht ebenfalls eine feldorientierte Steuerung des Linearantriebs 4, wie sie in herkömmlichen elektrischen Maschinen durch die Steuerung der Stromkomponenten des Spulenstroms realisiert wird.

Anders ausgedrückt kann die zweite Reihe 17, nachstehend als oberer Anker bezeichnet, ein vertikal ausgerichtetes, abwechselndes Nord-Süd-Magnetisierungsmuster aufweisen.

- 15 Wenn sich die Dauermagneten 8 des oberen Ankers alle synchron und in die gleiche Richtung drehen, wird das Kraftübertragungsglied 6 einem pulsierenden Magnetfeld ausgesetzt.

- Die erste Reihe 16, nachstehend als unterer Anker bezeichnet, kann ähnlich wie der obere Anker aufgebaut sein, mit dem Unterschied, dass das Nord-Süd-Magnetisierungsmuster hier horizontal ausgerichtet, d. h. um 90 Grad zum Magnetisierungsmuster des oberen Ankers verschoben ist.
- 20

- Darüber hinaus sind die Drehachsen r der zum unteren Anker gehörenden Dauermagneten 8 gegenüber den Drehachsen r der zum oberen Anker gehörenden Dauermagneten 8 horizontal verschoben, sodass diese sich genau in der Mitte zwischen benachbarten Dauermagneten 8 des oberen Ankers befinden.
- 25

- Wenn die Dauermagneten 8 des unteren Ankers synchron mit denen des oberen Ankers gedreht werden, jedoch in entgegengesetzter Drehrichtung, wird das Kraftübertragungsglied 6 einem zusätzlichen pulsierenden Magnetfeld ausgesetzt, das nun vom unteren Anker ausgeht. Die beiden pulsierenden Magnetfelder überlagern sich zu einer Wanderwelle, deren Bewegungsrichtung durch die Drehrichtung der Dauermagneten 8 in beiden Ankern bestimmt wird.
- 30

Der Winkel zwischen der Ausrichtung der Magnetisierungsmuster des oberen und des unteren Ankers wird in diesem Beispiel unter Rotation bei 90 Grad gehalten. Dies ist jedoch nicht unbedingt erforderlich. Durch Variieren dieses Winkels kann die Wanderwelle in ähnlicher Weise wie bei der feldorientierten Steuerung modifiziert werden. Anstatt den Gleich- und den Quadraturstrom zu ändern, wird hier der Winkel zwischen dem oberen und dem unteren Magnetisierungsmuster geändert, um einen ähnlichen Zweck zu erfüllen. Auf diese Weise können die Anziehungs- und Vortriebskräfte gesteuert werden.

Zu beachten ist, dass sich die vorstehend beschriebenen Referenzstellungen auf einen drehenden und/oder einen nicht drehenden Zustand der Dauermagneten 8, 8a, 8b beziehen können.

Der Drehantrieb 11 kann ausgebildet sein, um die Dauermagneten 8 so zu drehen, dass die auf den nicht drehenden Zustand bezogene Referenzstellung im drehenden Zustand beibehalten oder in bestimmten Grenzen variiert wird.

Beispielsweise kann der Drehantrieb 11 ausgebildet sein, um die Dauermagneten 8 der ersten Reihe 16 in einer anderen Drehrichtung und/oder mit einer anderen Drehgeschwindigkeit als die Dauermagneten 8 der zweiten Reihe 17 zu drehen.

Zusätzlich oder alternativ kann der Drehantrieb 11 ausgebildet sein, um die ersten Dauermagneten 8a einer jeden Reihe 16, 17 unabhängig von den zweiten Dauermagneten 8b der gleichen Reihe 16 bzw. 17 anzutreiben.

Auch die in Fig. 2 gezeigte einreihige Ausführungsform der Magnetbahn 5 kann abwechselnd erste Dauermagneten 8a und zweite Dauermagneten 8b umfassen, wobei die ersten Dauermagneten 8a unabhängig von den zweiten Dauermagneten 8b drehbar sein können. Die Steuerung der Schwebe- und Vortriebskräfte kann somit über die Steuerung der Winkel und Drehgeschwindigkeiten der beiden Dauermagnetsätze erfolgen.

Wie in Fig. 2 bis Fig. 5 gezeigt, kann das Kraftübertragungsglied 6 beispielsweise band- oder plattenförmig ausgeführt sein. Zusätzlich kann das band- oder plattenförmige Kraftübertragungsglied 6 eine Reihe beispielsweise schlitzförmiger Öffnungen 18 zum Beeinflussen des magnetischen Flusses aufweisen.

Alternativ kann das Kraftübertragungsglied 6 leiterartig mit einer Mehrzahl von Sprossen 19 ausgeführt sein, wie in Fig. 6 gezeigt. Im Fall einer Asynchronmaschine kann

das Kraftübertragungsglied 6 beispielsweise durch eine doppelte, abgerollte, käfig- oder leiterartige Struktur aus elektrisch leitfähigem Material gebildet sein.

Die Zwischenräume zwischen den Sprossen 19 können leer sein oder, optional, zumindest teilweise mit einem weichmagnetischen Material ausgefüllt sein.

- 5 Alternativ kann das Kraftübertragungsglied 6 im Fall einer Synchron-Reluktanzmaschine durch eine weichmagnetische Struktur gebildet sein, die entsprechende Schlitze aufweisen kann, um die magnetischen Eigenschaften, d. h. die Reluktanz, lokal zu verändern.

- Fig. 5 zeigt eine Ausführung mit vier Magnetbahnen 5 mit zueinander orthogonalen
10 Längsachsen, die gegenüber ein und derselben Seite des Kraftübertragungsglieds 6 angeordnet und jeweils durch einen Luftspalt davon getrennt sind. Dies ermöglicht eine Verschiebung des Kraftübertragungsglieds 6 in zueinander orthogonalen Richtungen (angedeutet mit zwei Doppelpfeilen).

- Die vier Magnetbahnen 5 können optional auf beiden Seiten des Kraftübertragungs-
15 glieds 6 angeordnet sein, wobei die Magnetbahnen 5 verschiedener Seiten paarweise einander gegenüberliegen können. Der Linearantrieb 4 kann somit insgesamt acht Magnetbahnen 5 umfassen.

- Abschliessend wird darauf hingewiesen, dass Begriffe wie «aufweisend», «umfassend»
usw. keine anderen Elemente oder Schritte ausschliessen und unbestimmte Artikel wie
20 «eine» oder «ein» keine Vielzahl ausschliessen. Ferner wird darauf hingewiesen, dass Merkmale oder Schritte, die mit Verweis auf eine der vorstehenden Ausführungsformen beschrieben werden, auch in Kombination mit Merkmalen oder Schritten, die mit Verweis auf andere der vorstehenden Ausführungsformen beschrieben werden, verwendet werden können. Bezugszeichen in den Ansprüchen sind nicht als Einschränkung anzusehen.

Ansprüche

1. Linearantrieb (4) für eine Aufzugsanlage (1), wobei die Aufzugsanlage (1) einen Aufzugsschacht (2) und eine in Richtung einer Verlagerungsachse (z) im Aufzugsschacht (2) verlagerbare Aufzugskabine (3) umfasst, wobei der
5 Linearantrieb (4) umfasst:
 - eine Magnetbahn (5), die mindestens eine Reihe (16, 17) von Dauermagneten (8, 8a, 8b) umfasst, wobei die Dauermagnet (8, 8a, 8b) in einem Träger (7) um eine eigene Drehachse (r) drehbar gelagert sind;
 - ein Kraftübertragungsglied (6) aus einem elektrisch leitfähigen Material;
 - 10 wobei entweder die Magnetbahn (5) am Aufzugsschacht (2) und das Kraftübertragungsglied (6) an der Aufzugskabine (3) fixierbar ist oder das Kraftübertragungsglied (6) am Aufzugsschacht (2) und die Magnetbahn (5) an der Aufzugskabine (3) fixierbar ist, sodass:
 - die Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) in Richtung der
15 Verlagerungsachse (z) hintereinander angeordnet sind;
 - die Magnetbahn (5) und das Kraftübertragungsglied (6) relativ zueinander in Richtung der Verlagerungsachse (z) verlagerbar sind;
 - die Magnetbahn (5) und das Kraftübertragungsglied (6) in einem Überlappungsbereich (9) einander gegenüberliegen, wobei die im Überlappungsbereich (9)
20 befindliche Dauermagnet (8, 8a, 8b) von dem ihm gegenüberliegenden Kraftübertragungsglied (6) durch einen Luftspalt (s) getrennt sind; und
 - einen Drehantrieb (11), der ausgebildet ist, um die Dauermagneten (8, 8a, 8b) so um ihre Drehachsen (r) zu drehen, dass durch Überlagerung der Magnetfelder der sich drehenden Dauermagneten (8, 8a, 8b) ein in Richtung der Verlagerungsachse (z)
25 wandermendes Wanderfeld zum Verlagern des Kraftübertragungsglieds (6) relativ zur Magnetbahn (5) erzeugt wird.
2. Linearantrieb (4) nach Anspruch 1,
 - wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um benachbarte Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich
30 drehenden benachbarten Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) in ihrer Orientierung um 90 Grad zueinander versetzt sind.
3. Linearantrieb (4) nach Anspruch 2,
 - wobei die Orientierung des Magnetfelds eines jeden sich drehenden Dauermagneten (8, 8a, 8b), dem ein sich drehender benachbarter Dauermagnet (8, 8a, 8b)
35 der gleichen Reihe (16, 17) vorangeht und ein sich drehender benachbarter

- 5 Dauermagnet (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) nachfolgt, gleich einer um 90 Grad im Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des vorangehenden Dauermagneten (8, 8a, 8b) und gleich einer um 90 Grad gegen den Uhrzeigersinn gedrehten Orientierung des Magnetfelds des nachfolgenden Dauermagneten (8, 8a, 8b) ist.
4. Linearantrieb (4) nach Anspruch 1,
wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um benachbarte Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich drehenden benachbarten Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17)
10 entgegengesetzte Orientierungen aufweisen.
5. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Magnetbahn (5) eine erste Reihe (16) und eine zweite Reihe (17) der Dauermagneten (8, 8a, 8b) umfasst;
wobei das Kraftübertragungsglied (6) im Überlappungsbereich (9) zwischen der
15 ersten Reihe (16) und der zweiten Reihe (17) angeordnet ist;
wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um benachbarte Dauermagneten (8, 8a, 8b) verschiedener Reihen (16, 17) so zu drehen, dass die Magnetfelder der sich drehenden benachbarten Dauermagneten (8, 8a, 8b) verschiedener Reihen (16, 17) in ihrer Orientierung um einen definierten Winkel zueinander versetzt sind.
- 20 6. Linearantrieb (4) nach Anspruch 5,
wobei der definierte Winkel 0 Grad, 90 Grad oder 180 Grad beträgt.
7. Linearantrieb (4) nach Anspruch 5 oder 6,
wobei die Drehachsen (r) der Dauermagneten (8, 8a, 8b) der ersten Reihe (16) gegenüber den Drehachsen (r) der Dauermagneten (8, 8a, 8b) der zweiten Reihe (17)
25 in Richtung der Verlagerungsachse (z) versetzt sind.
8. Linearantrieb (4) nach einem der Ansprüche 5 bis 7,
wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um die Dauermagneten (8, 8a, 8b) der ersten Reihe (16) mit einer anderen Drehgeschwindigkeit und/oder in einer anderen Drehrichtung als die Dauermagneten (8, 8a, 8b) der zweiten Reihe (17) zu drehen.

9. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um die Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) gleichzeitig mit der gleichen Drehgeschwindigkeit und/oder in der gleichen Drehrichtung zu drehen.
- 5 10. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Dauermagneten (8, 8a, 8b) der gleichen Reihe (16, 17) abwechselnd erste Dauermagneten (8a) und zweite Dauermagneten (8b) umfassen;
wobei der Drehantrieb (11) ausgebildet ist, um die ersten Dauermagneten (8a) unabhängig von den zweiten Dauermagneten (8b) zu drehen.
- 10 11. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
wobei die Dauermagneten (8, 8a, 8b) in Richtung ihrer Drehachsen (r) in mindestens zwei zylinderförmige Segmente (15) unterschiedlicher Polarität unterteilt sind.
12. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
15 wobei die Drehachsen (r) parallel zueinander und/oder orthogonal zur Verlagerungsachse (z) verlaufen.
13. Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Kraftübertragungsglied (6) leiterartig mit einer Mehrzahl von Sprossen (19) und/oder durch eine weichmagnetische Struktur gebildet ist, die insbesondere Schlitze aufweist
20 ausgeführt ist.
14. Linearantrieb (4) nach Anspruch 13,
wobei ein Zwischenraum zwischen benachbarten Sprossen (19) zumindest teilweise mit einem weichmagnetischen Material ausgefüllt ist.
15. Aufzugsanlage (1), umfassend:
25 einen Aufzugsschacht (2);
eine Aufzugskabine (3), die in Richtung einer Verlagerungsachse (z) im Aufzugsschacht (2) verlagerbar ist; und
einen Linearantrieb (4) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
entweder die Magnetbahn (5) am Aufzugsschacht (2) und das Kraftübertragungsglied (6) an der Aufzugskabine (3) fixiert ist oder das Kraftübertragungsglied (6) am
30 Aufzugsschacht (2) und die Magnetbahn (5) an der Aufzugskabine (3) fixiert ist.