



(10) **AT 520089 A4 2019-01-15**

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer:	A 50533/2017	(51) Int. Cl.:	H02P 25/06	(2016.01)
(22) Anmeldetag:	29.06.2017		H02P 6/00	(2016.01)
(43) Veröffentlicht am:	15.01.2019		B65G 54/02	(2006.01)
			H02K 41/03	(2006.01)

(56) Entgegenhaltungen: DE 102012025326 A1 US 2015303841 A1 US 2014097783 A1 US 4675582 A	(71) Patentanmelder: B&R Industrial Automation GmbH 5142 Eggelsberg (AT) (72) Erfinder: Weber Andreas Dr. 5020 Salzburg (AT) Plainer Manuel Dipl.Ing. 4890 Weißenkirchen i. A. (AT) Brucker Stefan MSc 5020 Salzburg (AT) (74) Vertreter: Patentanwälte Pinter & Weiss OG 1040 Wien (AT)
---	--

(54) **Langstatorlinearmotor und Verfahren zum Bewegen einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors**

(57) Um den Übergangs einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors über Regelungszone (RZk, RZk+1) mit einer Anzahl von Antriebsspulen (ASK.1, ..., ASK.m, ASK+1.1, ..., ASK+1.m), wobei jede Regelungszone (RZk, RZk+1) von einer Segmentregelungseinheit (SRk, SRk+1) geregelt wird, zu vereinfachen, ist vorgesehen, dass bei Übergang der Transporteinheit (Tn) von der in Bewegungsrichtung (x) ersten Regelungszone (RZk) auf die nachfolgende zweite Regelungszone (RZk+1), zuerst die erste Segmentregelungseinheit (SRk) für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit (Tn) zuständig bleibt und die erste Regelungszone (RZk) in Bewegungsrichtung (x) um eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen (ASK.m+1, ..., ASK.m+j) erweitert wird und die der ersten Regelungszone (RZk) zugeordnete erste Segmentregelungseinheit (SRk) auch die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASK.m+1, ..., ASK.m+j) berechnet, die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASK.m+1, ..., ASK.m+j) an die der zweiten Regelungszone (RZk+1) zugeordneten zweiten Segmentregelungseinheit (SRk+1) übermittelt und die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1)

die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASK.m+1, ..., ASK.m+j) zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit (Tn) benötigten Antriebsspulen (ASK+1.1, ..., ASK+1.m) der zweiten Regelungszone (RZk+1) verwendet.

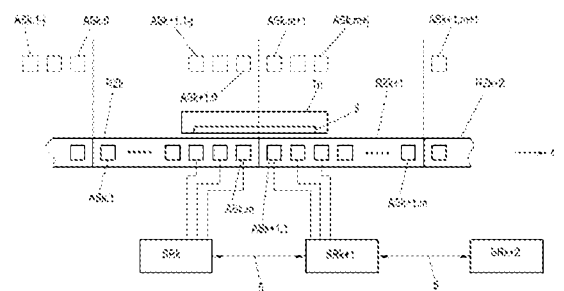


Fig. 2

Zusammenfassung

Um den Übergang einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors über Regelungszone(n) (RZ_k , RZ_{k+1}) mit einer Anzahl von Antriebsspulen ($ASk.1$, ..., $ASk.m$, $ASk+1.1$, ..., $ASk+1.m$), wobei jede Regelungszone (RZ_k , RZ_{k+1}) von einer Segmentregelungseinheit (SR_k , SR_{k+1}) geregelt wird, zu vereinfachen, ist vorgesehen, dass bei Übergang der Transporteinheit (T_n) von der in Bewegungsrichtung (x) ersten Regelungszone (RZ_k) auf die nachfolgende zweite Regelungszone (RZ_{k+1}), zuerst die erste Segmentregelungseinheit (SR_k) für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit (T_n) zuständig bleibt und die erste Regelungszone (RZ_k) in Bewegungsrichtung (x) um eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen ($ASk.m+1$, ..., $ASk.m+j$) erweitert wird und die der ersten Regelungszone (RZ_k) zugeordnete erste Segmentregelungseinheit (SR_k) auch die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1$, ..., $ASk.m+j$) berechnet, die erste Segmentregelungseinheit (SR_k) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1$, ..., $ASk.m+j$) an die der zweiten Regelungszone (RZ_{k+1}) zugeordneten zweiten Segmentregelungseinheit (SR_{k+1}) übermittelt und die zweite Segmentregelungseinheit (SR_{k+1}) die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1$, ..., $ASk.m+j$) zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit (T_n) benötigten Antriebsspulen ($ASk+1.1$, ..., $ASk+1.m$) der zweiten Regelungszone (RZ_{k+1}) verwendet.

Fig. 2

Langstatorlinearmotor und Verfahren zum Bewegen einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors

Die gegenständliche Erfindung betrifft einen Langstatorlinearmotor mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen, die einen Langstator des Langstatorlinearmotor ausbilden, entlang dem eine Transporteinheit mit einer Anordnung von Antriebsmagneten in Bewegungsrichtung bewegbar ist, wobei der Langstator in zumindest eine erste Regelungszone mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen und eine zweite Regelungszone mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen aufgeteilt ist, wobei der ersten Regelungszone eine erste Segmentregelungseinheit zum Regeln der Antriebsspulen der ersten Regelungszone zugeordnet ist und der zweiten Regelungszone eine zweite Segmentregelungseinheit zum Regeln der Antriebsspulen der zweiten Regelungszone zugeordnet ist, indem in einer Regelungszone die zugeordnete Segmentregelungseinheit die Stellgrößen zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit benötigten Antriebsspulen in der Regelungszone berechnet, solange sich die Transporteinheit ausschließlich in einer Regelungszone befindet. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Bewegen einer Transporteinheit eines solchen Langstatorlinearmotors.

Langstatorlinearmotoren und deren Anwendungen, insbesondere für flexible Transportzwecke, sowie deren Funktionsweise sind seit vielen Jahren bekannt. Langstatorlinearmotoren bestehen allgemein aus einer Anzahl von ortsfest, nebeneinander angeordneten Antriebsspulen, die den Langstator des Langstatorlinearmotor ausbilden. Der Langstator bildet eine Förderstrecke aus, entlang der einzelne Transporteinheiten bewegt werden können. Die Transporteinheiten werden dabei an der Förderstrecke gehalten und geführt. An einer Transporteinheit sind hierfür Antriebsmagnete (Permanent- oder Elektromagnete) angeordnet, die mit dem von den Antriebsspulen erzeugten Magnetfeld zusammenwirken. Durch gezieltes Ansteuern der Antriebsspulen, insbesondere durch Anlegen einer entsprechenden Spulenspannung zum Erzeugen eines Antriebsstromes, kann ein in Bewegungsrichtung entlang der Förderstrecke bewegtes Magnetfeld erzeugt werden, wodurch eine mit dem bewegten Magnetfeld zusammenwirkende Transporteinheit in Bewegungsrichtung (Richtung des bewegten Magnetfeldes) bewegt werden kann. Auf diese Weise können eine Vielzahl von Transporteinheiten unabhängig voneinander entlang der Förderstrecke bewegt werden. Der Aufbau und die Funktion und die Steuerung solcher Langstatorlinearmotoren sind hinlänglich bekannt, weshalb hier nicht näher darauf eingegangen wird. Beispiele hierzu können der WO 2013/143783 A1, der WO 98/50760 A2, der US 6,876,107 B2, der US 2013/0074724 A1 oder der EP 1 270 311 B1 entnommen werden. In der Regel ist ein Langstatorlinearmotor mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Spulensegmenten mit einer Anzahl von Antriebsspulen aufgebaut, wie z.B. in der US 6,876,107 B2.

In der US 6,876,107 B2 und der EP 1 270 311 B1 wird beispielsweise jeweils auch die Regelungsstruktur näher erläutert. Hierbei kommt in der Regel eine modulare Regelungsstruktur zur Anwendung, bei der eine Vielzahl von Segmentreglern vorgesehen sind, die jeweils eine bestimmte Anzahl von Antriebsspulen regeln, vorzugsweise die Antriebsspulen eines Spulensegments (falls vorhanden). Durch die Segmentregler werden jeweils die Antriebsströme der Antriebsspulen ermittelt, die für die Bewegung einer Transporteinheit des Langstatorlinearmotors benötigt werden. Diese Antriebsspulenströme werden durch Anlegen entsprechender Spannungen an den Antriebsspulen erzeugt. Zur Regelung der Bewegung einer Transporteinheit ist es auch erforderlich, die jeweilige Istposition der zu regelnden Transporteinheit zu ermitteln, vorzugsweise über geeignete Positionssensoren.

Aufgrund der modularen Regelungsstruktur ist es jedoch erforderlich, die Regelung einer Transporteinheit in geordneter Weise von einem Segmentregler auf den nachfolgenden Segmentregler zu übergeben, wenn die Transporteinheit die Segmentgrenze überfährt. Nachdem üblicherweise mehrere Antriebsspulen gleichzeitig mit den Antriebsmagneten einer Transporteinheit zusammenwirken, müssen für deren Bewegung auch mehrere Antriebsspulen bestromt werden. Im Bereich einer Segmentgrenze kann es daher passieren, dass Antriebsspulen verschiedener Segmentregler bestromt werden müssen. Diese verschiedenen Segmentregler müssen daher in geeigneter Weise zusammenarbeiten, um eine nahtlose Bewegung einer Transporteinheit über eine Segmentgrenze hinweg sicherzustellen.

Die EP 1 270 311 B1 schlägt dazu vor, dass die einzelnen Segmentregler über eine leistungsfähige Kommunikationsschnittstelle verbunden sind, um bewegungsrelevante Daten auszutauschen. Ein erster Segmentregler erfasst die Position einer Transporteinheit in der zugeordneten ersten Regelungszone (entspricht einer Anzahl von Antriebsspulen, z.B. ein Spulensegment) und ermittelt anhand der erfassten Istposition, sowie einer vorgegebenen Sollposition mittels eines geeigneten Reglers die einzustellende Vortriebskraft auf die Transporteinheit, die benötigt wird, um den Fehler zwischen Istposition und Sollposition auszuregeln. Aus der ermittelten Vortriebskraft werden dann im Segmentregler die Antriebsströme der zu bestromenden Antriebsspulen ermittelt, die benötigt werden, um die Vortriebskraft einzustellen. Kommt die Transporteinheit in den Bereich der Grenze zur nachfolgenden zweiten Regelungszone ermittelt der erste Segmentregler nachwievornach die Istposition und die Vortriebskraft, aus der wiederum die Antriebsströme in der ersten Regelungszone berechnet werden. Gleichzeitig übermittelt der erste Segmentregler die erfasste Istposition und die einzustellende Vortriebskraft über die Kommunikationsschnittstelle an den zweiten Segmentregler der nachfolgenden zweiten Regelungszone. Der zweite Segmentregler berechnet daraus genauso wie der erste Segmentregler anhand eines geeigneten Reglers die Antriebsströme für die Antriebsspulen, die dem zweiten Segmentregler zugeordnet sind. Irgendwann wechselt die Positionserfassung der Transporteinheit auf den zweiten Segmentregler, der dann

die einzustellende Vortriebskraft berechnet, die in weitere Folge vom zweiten Segmentregler gemeinsam mit der erfassten Istposition zum ersten Segmentregler kommuniziert wird, der die Spulenströme der Antriebsspulen seiner ersten Regelungszone berechnet. Wenn die Transporteinheit nur mehr von Antriebsspulen der zweiten Regelungszone bewegt wird,
 5 dann ist nur mehr der zweite Segmentregler aktiv.

Auch die DE 10 2008 008 602 A1 beschreibt ein ähnliches Verfahren zum Durchführen eines geordneten Übergangs einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors über Segmentgrenzen hinweg.

Ausgehend von diesen bekannten Verfahren zum Durchführen eines geordneten Übergangs
 10 einer Transporteinheit eines Langstatorlinearmotors über Regelungszone hinweg, ist es eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, ein einfacheres Verfahren und einen Langstatorlinearmotor hierfür anzugeben.

Diese Aufgabe wird gelöst, indem bei Übergang der Transporteinheit von der in Bewegungsrichtung ersten Regelungszone auf die nachfolgende zweite Regelungszone, wobei zum
 15 Bewegen der Transporteinheit Antriebsspulen der ersten Regelungszone und der zweiten Regelungszone bestromt werden, zuerst die erste Segmentregelungseinheit für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit zuständig bleibt und die erste Regelungszone in Bewegungsrichtung um eine Anzahl virtueller Antriebsspulen erweitert wird und die der ersten Regelungszone zugeordnete erste Segmentregelungseinheit auch die Stellgrößen für die
 20 benötigten virtuellen Antriebsspulen berechnet, die erste Segmentregelungseinheit die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen an die der zweiten Regelungszone zugeordneten zweiten Segmentregelungseinheit übermittelt und die zweite Segmentregelungseinheit die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit benötigten Antriebsspulen der zweiten
 25 Regelungszone verwendet. Auf diese Weise sind die Stellgrößen für die zur Bewegung der Transporteinheit benötigten Antriebsspulen immer nur von einer Segmentregelungseinheit zu berechnen, was den Rechenaufwand in den Segmentregelungseinheiten reduziert. Zudem müssen über die Datenkommunikationsleitung keine Positionsmesswerte und keine Vortriebskraft übergeben werden, wie bisher im Stand der Technik üblich, sondern es können
 30 direkt die Stellgrößen für die Antriebsspulen übergeben werden.

Ein besonders einfaches Verfahren ergibt sich, wenn die zweite Segmentregelungseinheit die virtuellen Antriebsspulen der ersten Regelungszone Antriebsspulen der zweiten Regelungszone zuordnet und die erhaltenen Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen der zweiten Regelungszone verwendet. Damit
 35 können die Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen direkt als Stellgrößen der in der zweiten Regelungszone tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen verwendet werden.

Es ist weiters vorteilhaft, wenn ab einem definierten Zeitpunkt des Übergangs die Zuständigkeit für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit auf die zweite Segmentregelungseinheit der zweiten Regelungszone wechselt und die zweite Regelungszone entgegen der Bewegungsrichtung um eine Anzahl virtueller Antriebsspulen erweitert wird und die der zweiten Regelungszone zugeordnete zweite Segmentregelungseinheit auch die Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen berechnet, die zweite Segmentregelungseinheit die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen an die der ersten Regelungszone zugeordnete erste Segmentregelungseinheit übermittelt und die erste Segmentregelungseinheit die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit benötigten Antriebsspulen der ersten Regelungszone verwendet. Auch hier kann eine direkte Zuordnung der virtuellen Antriebsspulen zu tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen vorteilhaft vorgesehen sein.

Eine ausgewogene Aufteilung der Regelung der Bewegung einer Transporteinheit kann erzielt werden, wenn die Zuständigkeit von der ersten Segmentregelungseinheit auf die zweite Segmentregelungseinheit wechselt, wenn die Mitte der Anordnung der Antriebsmagnete der Transporteinheit von der ersten Regelungszone auf die zweite Regelungszone übergeht. Damit teilt sich die benötigte Rechenleistung im Wesentlichen zwischen den beiden Segmentregelungseinheit auf.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 einen Langstatorlinearmotor mit Regelungszone und Antriebsspulen, die von zugeordneten Segmentregelungseinheiten geregelt werden,

Fig.2 einen Übergang einer Transporteinheit von einer ersten Regelungszone auf eine zweite Regelungszone und

Fig.3a bis 3d den erfindungsgemäßen Ablauf des Überganges.

Mit Fig.1 wird der an sich bekannte grundlegende Aufbau eines Langstatorlinearmotor 1 beschrieben. Eine Vielzahl von Antriebsspulen $ASK-1.1, \dots, ASK+1.m$ sind ortsfest nebeneinander angeordnet, um den Langstator 2 des Langstatorlinearmotors 2 auszubilden. Der Langstator muss dabei nicht unbedingt in einer geraden Linie angeordnet sein, wie in Fig.1, sondern kann, zumindest abschnittsweise, natürlich auch beliebig gekrümmt sein. In der Regel, aber nicht notwendigerweise, sind eine Anzahl von Spulensegmenten $Sk-1, Sk, Sk+1$ vorgesehen, an denen jeweils eine Anzahl m von Antriebsspulen $ASK-1.1, \dots, ASK-1.m, ASK.1, \dots, ASK.m, ASK+1.1, \dots, ASK+1.m$ angeordnet sind. Es ist allerdings anzumerken, dass nicht jedes Spulensegment $Sk-1, Sk, Sk+1$ die gleiche Anzahl m von Antriebsspulen aufweisen muss. Ein Spulensegment $Sk-1, Sk, Sk+1$ ist dann ein modularer Teil des

Langstatorlinearmotors 1 und der Langstator 2 kann durch das nebeneinander Anordnen solcher Spulensegmente $Sk-1$, Sk , $Sk+1$ aufgebaut werden. Ein Spulensegment $Sk-1$, Sk , $Sk+1$ kann dabei beliebig geformt sein, beispielsweise als Gerade, Kurve, S-Kurve, Bogen, Weiche, etc., was eine vielfältige Gestaltungsmöglichkeit für den Langstator 2 ergibt.

- 5 Entlang des Langstators 2 können gleichzeitig eine Vielzahl von Transporteinheiten T_n (mit $n \geq 1$) bewegt werden. An einer Transporteinheit T_n ist dazu jeweils zumindest ein Antriebsmagnet 3, entweder als Permanentmagnet oder Elektromagnet, angeordnet, dessen Magnetfeld mit dem elektromagnetischen Feld, das von den Antriebsspulen im Bereich der Transporteinheit T_n erzeugt wird, zusammenwirkt, um eine Vortriebskraft F_n auf die Trans-
- 10 porteinheit zu erzeugen. Durch Erzeugen eines in Bewegungsrichtung x bewegten elektromagnetischen Feldes kann die Transporteinheit T_n entlang des Langstators 2 bewegt werden. Damit können in bekannter Weise gleichzeitig mehrere Transporteinheiten T_n auf beliebige Weise (Position, Richtung, Geschwindigkeit, Beschleunigung) bewegt werden, indem jeweils die mit der Transporteinheit T_n zusammenwirkenden Antriebsspulen $ASK-1.1$, ...,
- 15 $ASK+1.m$ wie für die gewünschte Bewegung benötigt bestromt werden.

Dazu sind Segmentregelungseinheiten $SRk-1$, SRk , $SRk+1$, in Form von geeigneter Computer- oder Mikrocontrollerhardware und/oder Computer- oder Mikrocontrollersoftware, vorgesehen. Eine Segmentregelungseinheit $SRk-1$, SRk , $SRk+1$ ist dabei für eine Regelungszone $RZk-1$, RZk , $RZk+1$ mit jeweils einer Anzahl von Antriebsspulen $ASK-1.1$, ..., $ASK+1.m$ zuständig. Falls Spulensegmente $Sk-1$, Sk , $Sk+1$ vorgesehen sind, ist eine Segmentregelungs-

20 einheit $SRk-1$, SRk , $SRk+1$ vorzugsweise für die Antriebsspulen $ASK-1.1$, ..., $ASK-1.m$, $ASK.1$, ..., $ASK.m$, $ASK+1.1$, ..., $ASK+1.m$ jeweils eines Spulensegmentes $Sk-1$, Sk , $Sk+1$ zuständig, wie in Fig.1 angedeutet. In diesem Fall entspricht eine Regelungszone $RZk-1$, RZk , $RZk+1$ einem Spulensegment $Sk-1$, Sk , $Sk+1$, was aber nicht notwendig ist. Der Einfachheit halber wird in der nachfolgenden Beschreibung aber davon ausgegangen.

25

Die Segmentregelungseinheiten $SRk-1$, SRk , $SRk+1$ sind dafür zuständig, für die Antriebsspulen $ASK-1.1$, ..., $ASK-1.m$, $ASK.1$, ..., $ASK.m$, $ASK+1.1$, ..., $ASK+1.m$ der zugeordneten Regelungszone $RZk-1$, RZk , $RZk+1$ die Stellgrößen für die Antriebsspulen $ASK-1.1$, ..., $ASK-1.m$, $ASK.1$, ..., $ASK.m$, $ASK+1.1$, ..., $ASK+1.m$, in der Regel anzulegende Spulenspannungen oder Spulenströme, zu ermitteln, die zum Bewegen einer Transporteinheit T_n eingestellt werden müssen. Das erfolgt in jedem Zeitschritt der Regelung der Bewegung der Transport-

30 einheit T_n . Natürlich können in einer Regelungszone $RZk-1$, RZk , $RZk+1$ auch gleichzeitig mehrere Transporteinheiten T_n bewegt werden. In diesem Fall berechnen die Segmentregelungseinheiten $SRk-1$, SRk , $SRk+1$ die benötigten Stellgrößen aller zu bestromenden Antriebsspulen $ASK-1.1$, ..., $ASK-1.m$, $ASK.1$, ..., $ASK.m$, $ASK+1.1$, ..., $ASK+1.m$ der jeweiligen Regelungszone $RZk-1$, RZk , $RZk+1$.

35

Leistungselektronikeinheiten $LEk-1.1, \dots, LEk+1.m$ (in Fig.1 zur Vereinfachung nur für einige Antriebsspulen dargestellt) sorgen dafür, dass die benötigten Spulenspannungen in jedem Zeitschritt der Regelung an den benötigten Antriebsspulen $ASk-1.1, \dots, ASk-1.m, ASk.1, \dots, ASk.m, ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$ angelegt werden. Dazu erzeugen die Leistungselektronikeinheiten $LEk-1.1, \dots, LEk+1.m$ die elektrischen Spannungen für die Antriebsspulen $ASk-1.1, \dots, ASk-1.m, ASk.1, \dots, ASk.m, ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$ aufgrund der vorgegebenen Stellgrößen (Spulenspannung oder ein Spulenstrom). Im letzteren Fall erfolgt auch eine Umrechnung eines Spulenstromes in eine äquivalente Spulenspannung. Die Leistungselektronikeinheiten $LEk-1.1, \dots, LEk+1.m$ können eigenständige Hardwareeinheiten sein, können aber auch in den Segmentregelungseinheiten $SRk-1, SRk, SRk+1$ integriert sein.

Zur Regelung der Bewegung einer Transporteinheit Tn erhalten die Segmentregelungseinheiten $SRk-1, SRk, SRk+1$ Sollwerte S_n der Bewegung jeder Transporteinheit Tn , beispielsweise eine Sollposition und/oder eine Sollgeschwindigkeit. Ein implementierter Regler, gegebenenfalls mit einer Reglerkaskade (typischerweise aus einem Positionsregler, Geschwindigkeitsregler und Kraftregler, die hintereinander geschaltet sind), berechnet daraus die benötigten Stellgrößen (Spulenspannungen oder Spulenströme). Die Sollwerte S_n für eine Transporteinheit Tn können beispielsweise von einer übergeordneten Anlagenregelungseinheit 10 geliefert werden, beispielsweise über eine Datenkommunikationsverbindung 11, wie z.B. einen Feldbus. Anstelle von Sollwerten S_n kann eine Segmentregelungseinheit $SRk-1, SRk, SRk+1$ aber auch nur ein Bewegungsziel erhalten, beispielsweise eine anzufahrende Zielposition und/oder eine Zielgeschwindigkeit, aus dem die Segmentregelungseinheit $SRk-1, SRk, SRk+1$ ein geeignetes Bewegungsprofil, beispielsweise in Form eines Polynoms 4-ter oder 6-ter, oder auch höherer, Ordnung, berechnet, um das Bewegungsziel zu erreichen. Aus dem Bewegungsprofil können dann in jedem Zeitschritt der Regelung die Sollwerte S_n abgeleitet werden.

Für die Regelung der Bewegung einer Transporteinheit Tn ist es auch erforderlich, die aktuelle Position oder Geschwindigkeit der Transporteinheit Tn entlang des Langstators 2 zu kennen. Wie hinlänglich bekannt ist hierzu eine geeignete Positionsmessanordnung vorgesehen, beispielsweise in Form von hintereinander, entlang des Langstators 2 angeordneter Positionssensoren 4, die ein Positionssignal, beispielsweise als Istwerte für die Regelung, an die Segmentregelungseinheit $SRk-1, SRk, SRk+1$ oder an die Anlagenregelungseinheit 10 liefern. Geeignete Positionssensoren 4 sind beispielsweise magnetorestriktive Sensoren, magnetostruktive Sensoren, Hall Sensoren oder optische Sensoren. Äquivalent dazu könnte auch eine Geschwindigkeitsmessanordnung vorgesehen sein.

Innerhalb einer Regelungszone $RZk-1, RZk, RZk+1$ kann die Regelung einer Transporteinheit Tn von der zugeordneten Segmentregelungseinheit $SRk-1, SRk, SRk+1$ durchgeführt werden. Die jeweilige Segmentregelungseinheit $SRk-1, SRk, SRk+1$ berechnet die Stellgrößen

ßen der zu bestromenden Antriebsspulen ASk-1.1, ..., ASk-1.m, ASk.1, ..., ASk.m, ASk+1.1, ..., ASk+1.m in der jeweiligen Regelungszone RZk-1, RZk, RZk+1. Ein Problem tritt aber auf, wenn sich die Transporteinheit Tn gerade teilweise in einer ersten Regelungszone RZk und einer in Bewegungsrichtung x nachfolgenden zweiten Regelungszone RZk+1 befindet, wie in Fig.2 dargestellt. In diesem Fall müssen also für die Bewegung der Transporteinheit Tn Antriebsspulen ASk.1, ..., ASk.m, ASk+1.1, ..., ASk+1.m der beiden benachbarten Regelungszone RZk, RZk+1 bestromt werden. Um diesen Übergang von einer Regelungszone RZk in die nachfolgende Regelungszone RZk+1 einfach abhandeln zu können, wird gemäß der Erfindung wie folgt vorgegangen.

Eine Regelungszone RZk umfasst m Antriebsspulen ASk.1, ..., ASk.m, die entlang des Langstators 2 tatsächlich angeordnet sind, also physisch in Form von Hardware vorhanden sind. Eine Regelungszone RZk wird nun an beiden Enden um je eine Anzahl j virtueller Antriebsspulen ASk.1-j, ..., ASk.0, ASk.m+1, ..., ASk.m+j erweitert, wie in Fig.2 angedeutet. Dabei muss die Anzahl j an beiden Enden nicht unbedingt gleich sein. Die virtuellen Antriebsspulen ASk.1-j, ..., ASk.0, ASk.m+1, ..., ASk.m+j sind strichliert angedeutet. Die Erweiterung erfolgt an einem Ende in Bewegungsrichtung x und am anderen Ende entgegen der Bewegungsrichtung x. Die Anzahl j hängt dabei im Wesentlichen von der Geometrie der Transporteinheit Tn und des Langstators 2, sowie der Übergabestrategie ab und ist festgelegt oder kann als bekannt oder gegeben vorausgesetzt werden. Diese virtuellen Antriebsspulen ASk.1-j, ..., ASk.0, ASk.m+1, ..., ASk.m+j sind aber nicht real vorhanden, werden von der zugeordneten Segmentregelungseinheit SRk aber behandelt, als ob diese vorhanden wären. D.h., dass die Segmentregelungseinheit SRk nicht nur für die tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen ASk.1, ..., ASk.m die Stellgrößen berechnet, sondern gegebenenfalls auch für die virtuellen Antriebsspulen ASk.1-j, ..., ASk.0, ASk.m+1, ..., ASk.m+j. Die Segmentregelungseinheit SRk übermittelt dann die für die virtuellen Antriebsspulen ASk.m+1, ..., ASk.m+j berechneten Stellgrößen über eine Datenkommunikationsleitung 5 an die in Bewegungsrichtung x nachfolgende zweite Segmentregelungseinheit SRk+1, solange die erste Segmentregelungseinheit SRk für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit Tn zuständig ist. Die nachfolgende zweite Segmentregelungseinheit SRk+1 nutzt die übermittelten Stellgrößen der in Bewegungsrichtung x erweiterten virtuellen Antriebsspulen ASk.m+1, ..., ASk.m+j direkt, um die zu bestromenden Antriebsspulen ASk+1.1, ..., ASk+1.m der zugeordneten zweiten Regelungszone RZk+1 zu bestromen. In der zweiten Segmentregelungseinheit SRk+1 erfolgt dabei vorzugsweise eine direkte Zuordnung der virtuellen Antriebsspulen ASk.m+1, ..., ASk.m+j zu den tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen ASk+1.1, ..., ASk+1.j in der zweiten Regelungszone RZk+1.

Die nachfolgende zweite Segmentregelungseinheit SRk+1 muss daher beim Übergang der Transporteinheit Tn von einer in Bewegungsrichtung x ersten Regelungszone RZk auf die

nachfolgende zweite Regelungszone RZ_{k+1} nicht selbst die Stellgrößen der zugehörigen Antriebsspulen $AS_{k+1.1}, \dots, AS_{k+1.j}$ berechnen, sondern erhält diese von der in Bewegungsrichtung x vorherigen ersten Segmentregelungseinheit SR_k . Erst wenn die Zuständigkeit für die Regelung von der ersten Segmentregelungseinheit SR_k auf die nachfolgende zweite

5 Segmentregelungseinheit SR_{k+1} übergeht, berechnet diese die Stellgrößen der zugeordneten Antriebsspulen $AS_{k+1.1}, \dots, AS_{k+1.j}$ in der zweiten Regelungszone RZ_{k+1} . Zusätzlich berechnet die zweite Segmentregelungseinheit SR_{k+1} dann aber auch die Stellgrößen der entgegen der Bewegungsrichtung x erweiterten virtuellen Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$ in der vorherigen Regelungszone RZ_k . Die Segmentregelungseinheit SR_{k+1} über-

10 trägt die berechneten Stellgrößen dieser virtuellen Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$ an die vorherige erste Segmentregelungseinheit SR_k , die diese Stellgrößen zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen $AS_{k.m-j}, \dots, AS_{k.m}$ in der ersten Regelungszone RZ_k nutzt. Damit muss auch im Übergangsbereich von einer ersten Regelungszone RZ_k auf eine in Bewegungsrichtung nachfolgende zweite Regelungszone RZ_{k+1} immer nur eine Segment-

15 regelungseinheit SR_k die Stellgrößen der Antriebsspulen $AS_{k.1}, \dots, AS_{k.m}, AS_{k+1.1}, \dots, AS_{k+1.m}$ berechnen, die für die Bewegung der Transporteinheit T_n benötigt werden. Auf diese Weise müssen über die Datenkommunikationsleitung 5 keine Positionsmesswerte und keine Vortriebskraft übergeben werden, wie bisher im Stand der Technik üblich, sondern es können direkt die Stellgrößen für die Antriebsspulen, $\dots, AS_{k.m}, AS_{k+1.1}, \dots, AS_{k+1.m}$ über-

20 tragen werden, die dann direkt zum Bestromen verwendet werden können. Folglich kann beim Übergang einer Transporteinheit T_n von einer ersten Regelungszone RZ_k auf eine nachfolgende Regelungszone RZ_{k+1} auch Rechenaufwand in den Segmentregelungseinheiten SR_k, SR_{k+1} eingespart werden.

Nachdem in einer Regelungszone RZ_k, RZ_{k+1} auch mehrere Transporteinheiten T_n gleichzeitig bewegt werden können, kann es auch vorkommen, dass eine erste Segmentregelungseinheit SR_k die Stellgrößen für virtuelle Antriebsspulen $AS_{k.1-j}, \dots, AS_{k.0}$ und $AS_{k,m+1}, AS_{k,m+j}$ an beiden Enden der zugeordneten Regelungszone RZ_k ermittelt und an die jeweilige benachbarte zweite Segmentregelungseinheit SR_{k-1} und SR_{k+1} sendet. Um-

25 gekehrt kann eine Segmentregelungseinheit SR_k die Informationen der virtuellen Antriebsspulen zum einen von einer in Bewegungsrichtung davor liegenden Segmentregelungseinheit SR_{k-1} , andererseits aber auch die Informationen der virtuellen Antriebsspulen der Segmentregelungseinheit von einer in Bewegungsrichtung x danach liegenden Segmentregelungseinheit SR_{k+1} erhalten.

30

Die Datenkommunikationsleitung 5 ist vorzugsweise eine leistungsfähige direkte Datenver-

35 bindung zwischen zwei Segmentregelungseinheiten SR_k, SR_{k+1} , da darüber gegebenenfalls in jeden Zeitschritt der Regelung, typischerweise im Bereich von einigen zehn bis einigen hundert Mikrosekunden, beispielsweise $50\mu s$, Stellgrößen zu übertragen sind. Falls die

Datenkommunikationsverbindung 11 ausreichend leistungsfähig ist, kann auch diese als Datenkommunikationsleitung 5 verwendet werden.

Falls der Langstatorlinearmotor 1 mit einem p-Phasensystem realisiert ist, meistens ein 3-Phasensystem mit den Phasen U, V, W analog zu einem rotativen Elektromotor, dann kann es auch ausreichen, wenn aufgrund des bekannten Phasenbezugs der p-Phasen weniger Stellgrößen übermittelt werden. Wenn einer Transporteinheit T_n eines Langstatorlinearmotors 1 mit einem 3-Phasensystem beispielsweise mit sechs Antriebsspulen bewegt wird, können die sechs Antriebsspulen z.B. mit U, V, W, -U, -V, -W bestromt werden. Damit würde es ausreichen, wenn nur insgesamt drei Stellgrößen, nämlich für U, V, W, übertragen werden, weil die anderen damit direkt in Zusammenhang stehen. Der Schritt des Übermittels der Stellgrößen von virtuellen Antriebsspulen an eine Segmentregelungseinheit muss damit nicht immer die Stellgrößen aller benötigten virtuellen Antriebsspulen bedeuten. Es müssen folglich nur die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen übermittelt werden, was die Datenkommunikation über die Datenkommunikationsleitung 5 entlastet.

Wann die Zuständigkeit für die Regelung wechselt, kann dabei beliebig festgelegt werden. Hierfür wird eine geeignete Übergabestrategie festgelegt. Es wäre beispielsweise denkbar, dass die erste Segmentregelungseinheit SR_k die Kontrolle über die Regelung behält, bis sich die Transporteinheit T_n vollständig in der zweiten Segmentregelungseinheit SR_{k+1} befindet. In diesem Fall müssen somit so viele virtuelle Antriebsspulen AS_{km+1}, ..., AS_{km+j} vorhanden sein, wie die Anzahl der für die Bewegung der Transporteinheit T_n benötigten Antriebsspulen AS_{k-11}, ..., AS_{k-1m}, AS_{k1}, ..., AS_{km}, AS_{k+11}, ..., AS_{k+1m}.

Vorteilhaft ist eine Segmentregelungseinheit SR_k solange für die Regelung zuständig, solange sich die Mitte der Anordnung der Antriebsmagnete 3 (in Bewegungsrichtung x gesehen) der Transporteinheit T_n in der zugeordneten Regelungszone RZ_k befindet. Nachdem die Position der Transporteinheit T_n erfasst wird und damit bekannt ist und man natürlich auch die Geometrie der Anordnung der Antriebsmagnete 3 der Transporteinheit T_n kennt, kann das laufend in den Segmentregelungseinheiten SR_k, SR_{k+1} überprüft werden. In diesem Fall benötigt man folglich so viele virtuelle Antriebsspulen AS_{km+1}, ..., AS_{km+j}, wie die Hälfte der Anzahl der für die Bewegung der Transporteinheit T_n benötigten Antriebsspulen AS_{k-11}, ..., AS_{k-1m}, AS_{k1}, ..., AS_{km}, AS_{k+11}, ..., AS_{k+1m}. Daraus ist ersichtlich, dass die Anzahl j der virtuellen Antriebsspulen auch wesentlich von der Länge der Anordnung der Antriebsmagnete der Transporteinheit T_n und von der Übergabestrategie abhängt. Es kann auch sein, dass nicht nur Antriebsspulen zum Bewegen der Transporteinheit T_n verwendet werden, die von der Anordnung der Antriebsmagnete 3 überdeckt wird, sondern auch eine Anzahl von weiteren Antriebsspulen in Bewegungsrichtung x vor und hinter der Anordnung

der Antriebsmagnete. Auch das muss natürlich bei der Bestimmung der benötigten Anzahl j berücksichtigt werden.

Wenn die Zuständigkeit für die Regelung wechselt, gegebenenfalls auch schon etwas vorher, können über die Datenkommunikationsleitung 5 natürlich auch noch weitere Daten, wie beispielsweise ein Bewegungsprofil, an die nachfolgende zweite Segmentregelungseinheit SR_{k+1} , oder umgekehrt auf die vorherige erste Segmentregelungseinheit SR_k , übertragen werden.

Das erfindungsgemäße Vorgehen wird nachfolgend noch im Detail anhand der Fig.3a-3d beschrieben.

10 In Fig.3a befindet sich die Transporteinheit T_n vollständig in einer ersten Regelungszone RZ_k und bewegt sich in Bewegungsrichtung x . Die der Regelungszone RZ_k zugeordnete Segmentregelungseinheit SR_k (der Einfachheit halber nicht mehr dargestellt) berechnet die Stellgrößen für die zu bestromenden Antriebsspulen $ASK.1, \dots, ASK.m$ in der Regelungszone RZ_k , um die Transporteinheit T_n zu bewegen.

15 In Fig.3b hat die Transporteinheit T_n die Grenze zwischen zwei in Bewegungsrichtung x benachbarten Regelungszone RZ_k, RZ_{k+1} überfahren und befindet sich nun teilweise in der ersten Regelungszone RZ_k und teilweise in der nachfolgenden zweiten Regelungszone RZ_{k+1} . Die für die Regelung der Transporteinheit T_n zuständige erste Segmentregelungseinheit SR_k berechnet nun nicht nur die Stellgrößen der benötigten Antriebsspulen $ASK.1, \dots, ASK.m$ der zugeordneten ersten Regelungszone RZ_k , sondern auch die Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen $ASK.m+1, \dots, ASK.m+j$. Wieviele der j virtuellen Antriebsspulen benötigt werden, hängt natürlich davon ab, wie weit die Transporteinheit T_n in die nachfolgende Regelungszone RZ_{k+1} eingefahren ist. Die Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen $ASK.m+1, \dots, ASK.m+j$ werden über die Datenkommunikationsleitung 5 an die
20
25 nachfolgende Segmentregelungseinheit SR_{k+1} übertragen, die diese direkt zum Bestromen der entsprechenden, tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen $ASK+1.1, \dots, ASK+1.1+j$ der zugeordneten Regelungszone RZ_{k+1} verwendet. Hierzu kann eine direkte Zuordnung von virtueller Antriebsspule $ASK.m+1, \dots, ASK.m+j$ zu Antriebsspule $ASK+1.1, \dots, ASK+1.1+j$ in der Regelungszone RZ_{k+1} vorgesehen sein, beispielsweise $ASK.m+1 \rightarrow ASK+1.1, \dots,$
30 $ASK.m+j \rightarrow ASK+1.1+j$. Die Zuordnung ist damit ausgesprochen einfach zu realisieren.

In Fig.3c wird angenommen, dass die Zuständigkeit für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit T_n auf die nachfolgenden Segmentregelungseinheit SR_{k+1} übergegangen ist, beispielsweise weil die Mitte der Transporteinheit T_n oder der Anordnung der Antriebsmagnete 3 der Transporteinheit T_n (in Bewegungsrichtung x) nun in der nachfolgenden
35 zweiten Regelungszone RZ_{k+1} liegt. Diese zweite Segmentregelungseinheit SR_{k+1} berechnet nun nicht nur die Stellgrößen der benötigten Antriebsspulen $ASK+1.1, \dots, ASK+1.m$ der

zugeordneten Regelungszone RZ_{k+1} , sondern auch die Stellgrößen für die benötigten, in Bewegungsrichtung davor liegenden virtuellen Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$. Wieviele virtuelle Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$ benötigt werden, hängt natürlich wieder davon ab, wie weit die Transporteinheit T_n in die nachfolgende Regelungszone RZ_{k+1} eingefahren ist. Die Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$ werden über die Datenkommunikationsleitung 5 an die vorherige Segmentregelungseinheit SR_k übertragen, die diese zum Bestromen der tatsächlich vorhandenen Antriebsspulen $AS_{k.m}, \dots, AS_{k.m-j}$ der zugeordneten Regelungszone RZ_k verwendet. Auch hier ist natürlich vorzugsweise wieder eine Zuordnung zwischen virtuellen Antriebsspulen $AS_{k+1.0}, \dots, AS_{k+1.1-j}$ und Antriebsspulen $AS_{k.m}, \dots, AS_{k.m-j}$ in der ersten Regelungszone RZ_k vorgesehen.

In Fig.3d ist die Transporteinheit T_n letztendlich vollständig in die Regelungszone RZ_{k+1} eingefahren, sodass für die Bewegung der Transporteinheit T_n nur mehr Antriebsspulen $AS_{k+1.1}, \dots, AS_{k+1.m}$ in der zweiten Regelungszone RZ_{k+1} bestromt werden müssen. Die Kontrolle darüber hat die zugeordnete zweite Segmentregelungseinheit SR_{k+1} . Für die Transporteinheit T_n werden nun bis zur nächsten Überfahrt einer Grenze zwischen Regelungszone RZ keine virtuellen Antriebsspulen mehr benötigt.

In umgekehrter Bewegungsrichtung passiert natürlich dasselbe in umgekehrter Richtung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bewegen einer Transporteinheit (T_n) mit einer Anordnung von Antriebsmagneten (3) in Bewegungsrichtung (x) entlang eines Langstators (2) eines Langstatorlinearmotors (1), wobei der Langstator (2) in zumindest eine erste Regelungszone (RZk) mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m$) und eine zweite Regelungszone (RZk+1) mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen ($ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) aufgeteilt wird, wobei die erste Regelungszone (RZk) von einer ersten Segmentregelungseinheit (SRk) und die zweite Regelungszone (RZk+1) von einer zweiten Segmentregelungseinheit (SRk+1) geregelt wird, indem in einer Regelungszone (RZk, RZk+1) die zugeordnete Segmentregelungseinheit (SRk, SRk+1) die Stellgrößen zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit (T_n) benötigten Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m, ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) in der Regelungszone (RZk, RZk+1) berechnet, solange zum Bewegen der Transporteinheit (T_n) ausschließlich Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m, ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) einer Regelungszone (RZk, RZk+1) bestromt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Übergang der Transporteinheit (T_n) von der in Bewegungsrichtung (x) ersten Regelungszone (RZk) auf die nachfolgende zweite Regelungszone (RZk+1), wobei zum Bewegen der Transporteinheit (T_n) Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m, ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) der ersten Regelungszone (RZk) und der zweiten Regelungszone (RZk+1) bestromt werden, zuerst die erste Segmentregelungseinheit (SRk) für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit (T_n) zuständig bleibt und die erste Regelungszone (RZk) in Bewegungsrichtung (x) um eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots, ASk.m+j$) erweitert wird und die der ersten Regelungszone (RZk) zugeordnete erste Segmentregelungseinheit (SRk) auch die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots, ASk.m+j$) berechnet, **dass** die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots, ASk.m+j$) an die der zweiten Regelungszone (RZk+1) zugeordnete zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) übermittelt **und dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots, ASk.m+j$) zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit (T_n) benötigten Antriebsspulen ($ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) der zweiten Regelungszone (RZk+1) verwendet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) die virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots, ASk.m+j$) der ersten Regelungszone (RZk) Antriebsspulen ($ASk+1.1, \dots, ASk+1.m$) der zweiten Regelungszone (RZk+1) zuordnet und die erhaltenen Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen ($ASk.m+1, \dots,$

ASk.m+j) zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der zweiten Regelungszone (RZk+1) verwendet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ab einem definierten Zeitpunkt des Übergangs die Zuständigkeit für die Regelung der Bewegung der
 5 Transporteinheit (Tn) auf die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) der zweiten Regelungszone (RZk+1) wechselt und die zweite Regelungszone (RZk+1) entgegen der Bewegungsrichtung (x) um eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) erweitert wird und die der zweiten Regelungszone (RZk+1) zugeordnete zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) auch die Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen
 10 (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) berechnet, **dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) an die der ersten Regelungszone (RZk) zugeordnete erste Segmentregelungseinheit übermittelt **und dass** die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) zum Bestromen der für das
 15 Bewegen der Transporteinheit (Tn) benötigten Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m) der ersten Regelungszone (RZk) verwendet.

4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) der zweiten Regelungszone (RZk+1) Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m) der ersten Regelungszone (RZk) zuordnet und die erhaltenen Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j)
 20 zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m) der ersten Regelungszone (RZk) verwendet.

5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuständigkeit von der ersten Segmentregelungseinheit (SRk) auf die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1)
 25 wechselt, wenn die Mitte der Anordnung der Antriebsmagnete (3) der Transporteinheit (Tn) von der ersten Regelungszone (RZk) auf die zweite Regelungszone (RZk+1) übergeht.

6. Langstatorlinearmotor mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m, ASk+1.1, ..., ASk+1.m), die einen Langstator (2) des Langstatorlinearmotors (1) ausbilden, entlang dem eine Transporteinheit (Tn) mit einer Anordnung von Antriebsmagneten (3) in
 30 Bewegungsrichtung (x) bewegbar ist, wobei der Langstator (2) in zumindest eine erste Regelungszone (RZk) mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m) und eine zweite Regelungszone (RZk+1) mit einer Mehrzahl von Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) aufgeteilt ist, wobei der ersten Regelungszone (RZk) eine erste Segmentregelungseinheit (SRk) zum Regeln der Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m) der ersten Regelungszone (RZk)
 35 zugeordnet ist und der zweiten Regelungszone (RZk+1) eine zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) zum Regeln der Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der zweiten Rege-

lungenzone (RZk+1) zugeordnet ist, indem in einer Regelungszone (RZk, RZk+1) die zugeordnete Segmentregelungseinheit (SRk, SRk+1) die Stellgrößen zum Bestromen der für das Bewegen der Transporteinheit (Tn) benötigten Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m, ASk+1.1, ..., ASk+1.m) in einer Regelungszone (RZk, RZk+1) berechnet, solange sich die Transporteinheit (Tn) ausschließlich in einer Regelungszone (RZk, RZk+1) befindet, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Übergang der Transporteinheit (Tn) von der in Bewegungsrichtung (x) ersten Regelungszone (RZk) auf die nachfolgende zweite Regelungszone (RZk+1), wobei zum Bewegen der Transporteinheit (Tn) Antriebsspulen (ASk.1, ..., ASk.m, ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der ersten Regelungszone (RZk) und der zweiten Regelungszone (RZk+1) zu bestromen sind, zuerst die erste Segmentregelungseinheit (SRk) für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit (Tn) zuständig bleibt und die erste Segmentregelungseinheit (SRk) Stellgrößen für eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen (ASk.m+1, ..., ASk.m+j), die in Bewegungsrichtung (x) virtuell an die erste Regelungszone (SRk) anschließen, berechnet, **dass** eine Datenkommunikationsleitung (5) vorgesehen ist, die die erste Segmentregelungseinheit (SRk) mit der zweiten Segmentregelungseinheit (SRk+1) verbindet und die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk.m+1, ..., ASk.m+j) an die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) übermittelt **und dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) mit den übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk.m+1, ..., ASk.m+j) die für das Bewegen der Transporteinheit (Tn) benötigten Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der zweiten Regelungszone (RZk+1) bestromt.

7. Langstatorlinearmotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) die virtuellen Antriebsspulen (ASk.m+1, ..., ASk.m+j) der ersten Regelungszone (RZk) Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der zweiten Regelungszone (RZk+1) zuordnet und die erhaltenen Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen (ASk.m+1, ..., ASk.m+j) zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen (ASk+1.1, ..., ASk+1.m) der zweiten Regelungszone (RZk+1) verwendet.

8. Langstatorlinearmotor nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** ab einem definierten Zeitpunkt des Übergangs die Zuständigkeit für die Regelung der Bewegung der Transporteinheit (Tn) auf die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) der zweiten Regelungszone (RZk+1) wechselt und die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) Stellgrößen für eine Anzahl (j) virtueller Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j), die in Bewegungsrichtung (x) virtuell vor der zweiten Regelungszone (RZk+1) liegen, berechnet, **dass** die zweite Segmentregelungseinheit (SRk+1) die benötigten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) an die erste Segmentregelungseinheit (SRk) übermittelt **und dass** die erste Segmentregelungseinheit (SRk) mit den übermittelten Stellgrößen für die benötigten virtuellen Antriebsspulen (ASk+1.0, ..., ASk+1.1-j) die für das

Bewegen der Transporteinheit (T_n) benötigten Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m$) der erste Regelungszone (RZk) bestromt.

9. Langstatorlinearmotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Segmentregelungseinheit (SRk) die virtuellen Antriebsspulen ($ASk+1.0, \dots, ASk+1.1-j$) der zweiten Regelungszone ($RZk+1$) Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m$) der ersten Regelungszone (RZk) zuordnet und die erhaltenen Stellgrößen der virtuellen Antriebsspulen ($ASk+1.0, \dots, ASk+1.1-j$) zum Bestromen der zugeordneten Antriebsspulen ($ASk.1, \dots, ASk.m$) der ersten Regelungszone (RZk) verwendet.
10. Langstatorlinearmotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zuständigkeit von der ersten Segmentregelungseinheit (SRk) auf die zweite Segmentregelungseinheit ($SRk+1$) wechselt, wenn die Mitte der Anordnung der Antriebsmagnete (3) der Transporteinheit (T_n) von der ersten Regelungszone (RZk) auf die zweite Regelungszone ($RZk+1$) übergeht.

1/3

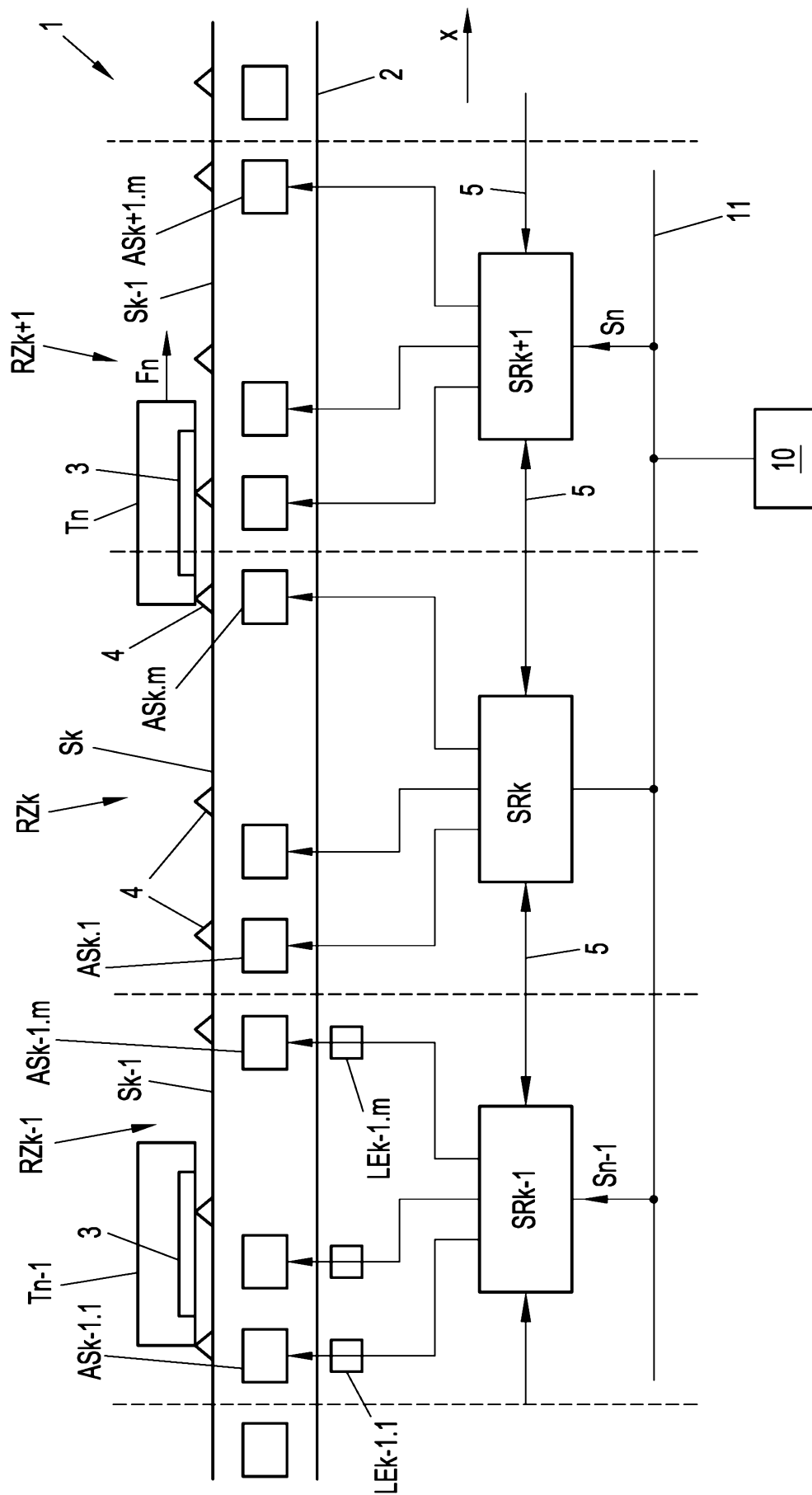


Fig. 1

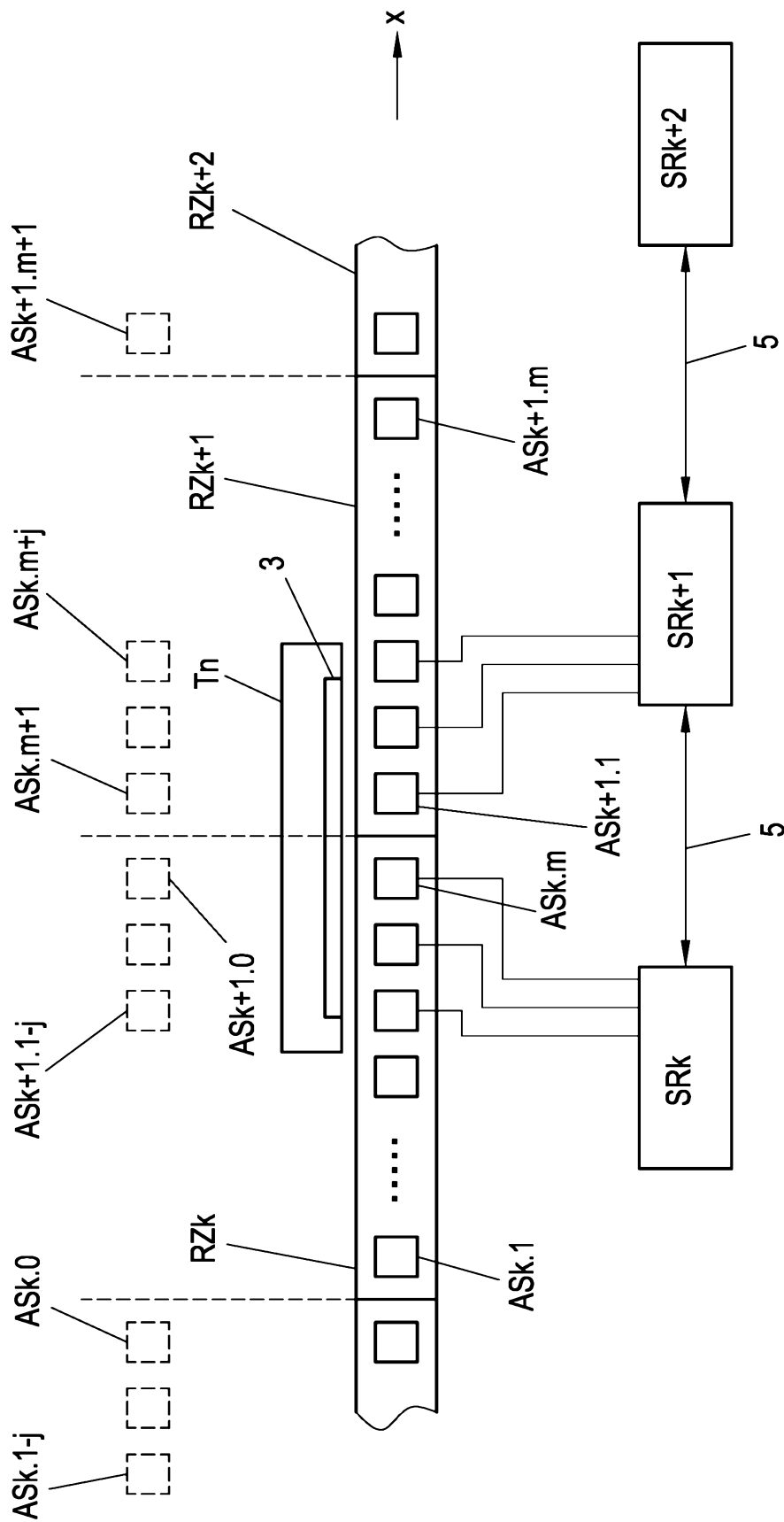


Fig. 2

3/3

