

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50212/2021
(22) Anmeldetag: 25.03.2021
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2022

(51) Int. Cl.: **H02P 6/00** (2006.01)
H02P 6/12 (2006.01)
H02P 29/024 (2016.01)
H02K 41/02 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
EP 3653428 A1
DE 102015102236 A1

(71) Patentanmelder:
B&R Industrial Automation GmbH
5142 Eggelsberg (AT)

(74) Vertreter:
Patentanwälte Pinter & Weiss OG
1040 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Betreiben einer Transportanlage in Form eines Langstatorlinearmotors**

(57) Um die Auswirkungen des Anlagenfehlers an einer Transportanlage (1) möglichst einzugrenzen, ohne die Sicherheit der restlichen Transportanlage (1) einzuschränken ist vorgesehen, dass im Falle eines Anlagenfehlers an einem Teil der Transportanlage (1), ein Fehlerumfang (F) am Stator (2) festgelegt wird, wobei der Fehlerumfang (F) nur einen Teil des Stators (2) mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage (1) umfasst, und die Magnetfelderzeugungseinheiten im Fehlerumfang (F) in einen vorgegebenen Fehlerzustand übergeführt werden.

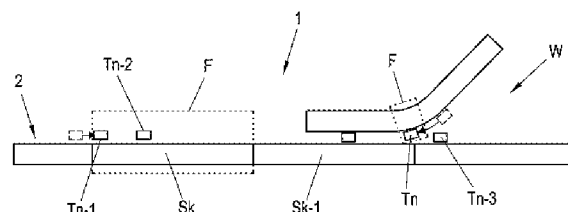


Fig. 3

Zusammenfassung

Um die Auswirkungen des Anlagenfehlers an einer Transportanlage (1) möglichst einzugrenzen, ohne die Sicherheit der restlichen Transportanlage (1) einzuschränken ist vorgesehen, dass im Falle eines Anlagenfehlers an einem Teil der Transportanlage (1), ein Fehlerumfang (F) am Stator (2) festgelegt wird, wobei der Fehlerumfang (F) nur einen Teil des Stators (2) mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage (1) umfasst, und die Magnetfelderzeugungseinheiten im Fehlerumfang (F) in einen vorgegebenen Fehlerzustand übergeführt werden.

Fig. 3

Verfahren zum Betreiben einer Transportanlage in Form eines Langstatorlinearmotors

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Transportanlage in Form eines Langstatorlinearmotors mit einem Stator an dem eine Vielzahl von Magnetfelderzeugungseinheiten angeordnet sind und mit einer Vielzahl von

- 5 Transporteinheiten, die gleichzeitig entlang des Stators bewegt werden. Die Erfindung betrifft auch eine entsprechend ausgeführte Transportanlage.

Bei einem Linearmotor ist ein Primärteil (Stator) vorgesehen und ein Sekundärteil (Läufer), der relativ zum Primärteil bewegbar angeordnet ist. Am Primärteil sind

- 10 Magnetfelderzeugungseinheiten angeordnet und am Sekundärteil Antriebsmagnete, oder umgekehrt. Die Antriebsmagnete sind entweder als Permanentmagnete, elektrische Spulen oder Kurzschlusswicklungen ausgeführt. Die Magnetfelderzeugungseinheiten können als Antriebsspulen ausgeführt sein. Antriebsspulen sind elektrische Spulen, die zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes durch Anlegen einer Spulenspannung bestromt werden. Die Magnetfelderzeugungseinheiten können aber auch als bewegte Magnete
- 15 (Permanentmagnete) ausgeführt sein, um das elektromagnetische Feld zu erzeugen, beispielsweise wie in EP 3 582 376 A1 beschrieben ist. Durch das Zusammenwirken der (elektro)magnetischen Felder der Antriebsmagnete und der Magnetfelderzeugungseinheiten wirken Kräfte auf den Sekundärteil, die den Sekundärteil relativ zum Primärteil bewegen. Der Linearmotor kann beispielsweise als Synchronmaschine oder als Asynchronmaschine
- 20 ausgeführt sein. Die Magnetfelderzeugungseinheiten des Linearmotors sind entweder entlang einer Bewegungsrichtung angeordnet oder in einer Bewegungsebene. Der Sekundärteil kann entlang dieser einen Bewegungsrichtung bewegt werden oder frei in der Bewegungsebene in den zwei Bewegungsrichtungen. Man kann auch zwischen Kurzstatorlinearmotoren und Langstatorlinearmotoren unterscheiden, wobei beim
- 25 Langstatorlinearmotor der Sekundärteil kürzer oder kleiner als der Primärteil ist und beim Kurzstatorlinearmotor der Primärteil kürzer oder kleiner als der Sekundärteil ist.

Die Erfindung betrifft Langstatorlinearmotoren, worunter ausdrücklich lineare Langstatorlinearmotoren (mit Bewegung in einer Bewegungsrichtung), als auch planare Langstatorlinearmotoren (mit Bewegung in einer Bewegungsebene, häufig auch Planarmotor

30 genannt) verstanden werden. Bei Langstatorlinearmotoren werden üblicherweise mehrere Sekundärteile gleichzeitig und unabhängig voneinander entlang des Primärteiles (in einer Bewegungsrichtung oder in einer Bewegungsebene) bewegt. Langstatorlinearmotoren werden daher oftmals in elektromagnetischen Transportsystemen eingesetzt, bei denen mehrere Transporteinheiten (Sekundärteile) zur Durchführung von Transportaufgaben

35 gleichzeitig bewegt werden.

Aus dem Stand der Technik sind Langstatorlinearmotoren bekannt. In einem Langstatorlinearmotor sind Magnetfelderzeugungseinheiten in Bewegungsrichtung hintereinander oder in einer Bewegungsebene entlang einer Stützkonstruktion angeordnet. Im Falle eines Planarmotors sind auch Anordnungen der Magnetfelderzeugungseinheiten bekannt, bei denen Magnetfelderzeugungseinheiten am Stator in mehreren Ebenen angeordnet sind, wobei die Magnetfelderzeugungseinheiten einer Eben für eine Bewegungsrichtung vorgesehen sein können. Die an der Stützkonstruktion angeordneten Magnetfelderzeugungseinheiten bilden den Stator des Langstatorlinearmotors, der sich im Bewegungsraum der Transportanlage erstreckt. An einem Läufer sind Antriebsmagnete, entweder Permanentmagnete oder Elektromagnete, angeordnet, die ein magnetisches Erregungsfeld erzeugen. Der Läufer fungiert in einer Transportanlage als Transporteinheit, beispielsweise zum Bewegen eines Gegenstandes. Werden die Antriebsspulen im Bereich eines Läufers bestromt, so wird ein elektromagnetisches Antriebsmagnetfeld erzeugt, das mit dem Erregungsfeld der Antriebsmagnete zur Erzeugung einer Antriebskraft auf den Läufer zusammenwirkt. Gleiches kann mit den bewegten Magneten als Magnetfelderzeugungseinheiten bewirkt werden. Durch Steuern der Bestromung der Antriebsspulen oder der Bewegung der Magnete kann ein bewegtes Antriebsmagnetfeld erzeugt werden, womit der Läufer in Bewegungsrichtung oder in der Bewegungsebene des Langstatorlinearmotors bewegbar ist. Der Vorteil ist, dass gleichzeitig eine Vielzahl von Läufern unabhängig voneinander auf dem Stator bewegt werden können, wobei die Bewegungen der Läufer entlang des Stators von einer Steuerung einzeln und unabhängig voneinander gesteuert werden können. Hierzu können die Antriebsspulen einzeln zur Bestromung angesteuert werden, oder auch in Gruppen. In diesem Zusammenhang ist es auch bereits bekannt, einen Langstatorlinearmotor mittels Statormodule modular aufzubauen. Dabei werden an einem Statormodul eine bestimmte Anzahl von Magnetfelderzeugungseinheiten (üblicherweise >1) angeordnet. Einzelne Statormodule werden dann zu einem Stator der gewünschten Länge und/oder Form zusammengefügt. Beispielsweise zeigt die WO 2015/042409 A1 einen derartigen modular aufgebauten linearen Langstatorlinearmotor. Die US 9,202,719 B1 zeigt einen Langstatorlinearmotor in Form eines Planarmotors mit Statormodulen.

Aufgrund des Umstandes, dass die Läufer einzeln und unabhängig voneinander am Stator bewegt werden können, ist es bereits bekannt, eine Kollisionsvermeidung vorzusehen. Die Kollisionsvermeidung dient dazu, eine unerwünschte Kollision zwischen zwei Läufern oder zwischen einem Läufer und einem anderen Teil der Transportanlage, wie beispielsweise ein Teil einer an der Transportanlage vorgesehenen Bearbeitungsstation, zu verhindern. Eine solche Kollisionsvermeidung geht beispielsweise aus der EP 3 202 612 A1 hervor. Bei dieser Kollisionsvermeidung wird laufend geprüft, ob eine Transporteinheit ein Stillstandsmanöver

mit vorgegebener Kinematik ausführen kann, ohne Gefahr zu laufen, mit einer vorausfahrenden Transporteinheit oder mit einer ortsfesten Barriere zu kollidieren. Das setzt aber voraus, dass die Kollisionsüberwachung über die aktuellen Bewegungen oder die aktuellen Positionen der beteiligten Transporteinheiten, insbesondere im unmittelbaren

5 Umfeld, Bescheid weiß. Außerdem setzt eine Kollisionsvermeidung voraus, dass eine Steuerung der Läufer überhaupt möglich ist. In einem Fehlerfall, in dem die Positionen der Läufer zwar bekannt sind, aber die Steuerung der Bewegung der Läufer nicht möglich ist, scheitert eine solche Kollisionsvermeidung ebenso. Im Falle eines Fehlers einer

10 Transportanlage, z.B. ein Fehler an der Transporteinheit und/oder am Stator, kann es daher vorkommen, dass keine oder eine nur ungenaue Aussage über die aktuelle Bewegung oder Position einer Transporteinheit getroffen werden kann. In einem solchen Fall kann eine derartige Kollisionsvermeidung versagen. Bisher war es daher üblich, im Fehlerfall die gesamte Transportanlage stillzusetzen und erst wieder nach der Behebung des Fehlers in

15 Betrieb zu nehmen. Ein Stillsetzen der gesamten Transportanlage ist aber aus offensichtlichen Gründen oftmals unerwünscht, insbesondere in großen Transportanlagen mit langen Transportstrecken und einer großen Anzahl von gleichzeitig bewegten Transporteinheiten (hier können durchaus mehrere hundert Transporteinheiten vorkommen). Ein Ausfall einer solchen Transportanlage verursacht die Unterbrechung auch sämtlicher mit der Transportanlage in Verbindung stehender Anlagenteile, wie beispielsweise

20 Bearbeitungsstationen, oder andere Transportanlagen, und sollte vermieden werden. Abgesehen davon kann die Fehlersuche aufwendig sein, wenn der Fehler nicht identifizierbar ist.

Aus der US 9,806,647 B2 ist es bekannt, eine Transportanlage in Form eines Langstatorlinearmotors in einen sicheren Zustand überzuführen, wenn ein Fehler festgestellt

25 wird. Der sichere Zustand kann das Stillsetzen der gesamten Transportanlage, mit den oben genannten Nachteilen, sein. Alternativ kann eine einzelne Transporteinheit in einen sicheren Zustand überführt werden, wenn diese fehlerhaft ist. Der sichere Zustand besteht im letzteren Fall darin, dass die Antriebsspulen im Bereich der fehlerhaften Transporteinheit stromlos geschaltet werden oder mit den Antriebsspulen im Bereich der fehlerhaften

30 Transporteinheit eine konstante Kraft erzeugt wird. Ein derartiger sicherer Zustand ist jedoch unzureichend, weil hierbei die anderen Transporteinheiten außer Acht gelassen werden. In Abhängigkeit vom Fehler kann es dadurch zu kritischen Situationen mit anderen Transporteinheiten, beispielsweise zu Kollisionen, kommen, die mehr Schaden verursachen können. Wenn beispielsweise mit einer Transporteinheit eine Flüssigkeit in einem Behälter

35 transportiert wird, könnte diese bei einer Kollision mit einer anderen Transporteinheit verschüttet werden, was wiederum den Stator oder die Leistungselektronik der Antriebsspulen beschädigen oder gar zerstören kann. Auch Beschädigungen eines Läufers

oder eines transportierten Gegenstandes sind möglich. Damit könnte der Folgeschaden größer sein, als der Schaden der bei einem Stillsetzen der Transportanlage auftreten würde. Dieses Vorgehen wird daher als unzureichend angesehen.

Es ist folglich eine Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, bei Auftreten eines

- 5 Anlagenfehlers an der Transportanlage, die Auswirkungen des Anlagenfehlers an einer Transportanlage möglichst einzugrenzen, ohne die Sicherheit der restlichen Transportanlage einzuschränken.

- Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Erfindungsgemäß wird an der Transportanlage nur lokal ein Fehlerumfang festgelegt und nur die Antriebsspulen im
- 10 Fehlerumfang werden in einen vorgegebenen Fehlerzustand überführt. Das gewährleistet eine kontrollierte, lokale Fehlerbehandlung im Falle eines Anlagenfehlers. Ein gänztliches Abschalten der gesamten Transportanlage kann damit weitestgehend verhindert werden, wodurch die Verfügbarkeit der Transportanlage erhöht wird. Im Bewegungsumfangs des Stators außerhalb des Fehlerumfangs, können die dort bewegten Transporteinheiten normal
- 15 und unbeeinflusst vom Fehler weiterbewegt.

- Wenn sich eine Transporteinheit in diesem Fehlerumfang befindet oder aufgrund deren Bewegung in den Fehlerumfang eintritt, kann diese kontrolliert in einen Fehlerzustand übergeführt werden und dabei eine festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführen. Eine Transporteinheit reagiert demnach erst dann auf einen Anlagenfehler, wenn sich diese im
- 20 Fehlerumfang befindet. In diesem Fall kann die Transporteinheit eine kontrollierte Fehlerreaktionsbewegung ausführen, womit eine kontrollierte, lokale Fehlerbehandlung aller vom Anlagenfehler betroffener Transporteinheiten sichergestellt ist.

- Die Fehlerreaktionsbewegung kann auf einfache Weise derart erzeugt werden, dass zumindest eine Antriebsspule im festgelegten Fehlerumfang stromlos geschaltet wird oder
- 25 zumindest eine Antriebsspule im festgelegten Fehlerumfang kurzgeschlossen wird.

- Ebenso kann damit der Fall des Austretens einer Transporteinheit aus dem Fehlerumfang in kontrollierte Weise abgehandelt werden. Im Falle des Austretens einer Transporteinheit aus dem festgelegten Fehlerumfang kann der Fehlerzustand der ausgetretenen Transporteinheit aufgehoben werden oder ein weiterer Fehlerumfang um die ausgetretene Transporteinheit
- 30 gelegt werden. Dabei kann vorteilhaft vorgesehen sein, dass der Fehlerumfang mit der Bewegung der in den Fehlerzustand überführten ersten Transporteinheit mitbewegt wird, wenn als Anlagenfehler ein Fehler der ersten Transporteinheit festgestellt wird. Damit kann der Fehler lokal um die bewegte Transporteinheit gehalten werden, womit der Fehlereinfluss lokal am Stator begrenzt werden kann.

- 35 Wenn der Fehlerumfang durch Bereichsbarrieren vom restlichen Bewegungsumfang des Stators abgesperrt wird, sodass keine Transporteinheit den Fehlerumfang betreten oder aus

diesem austreten kann, kann der Bereich des Anlagenfehlers einfach auf einen ganz konkreten Teil des Stators begrenzt werden. Dabei bleiben die Transporteinheiten außerhalb der Bereichsbarrieren weitestgehend unbeeinflusst.

Die gegenständliche Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 10 näher erläutert, die beispielhaft, schematisch und nicht einschränkend vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung zeigen. Dabei zeigt

Fig.1 eine mögliche Ausführung eines linearen Langstatorlinearmotors,
 Fig.2 eine mögliche Ausführung eines planaren Langstatorlinearmotors,
 Fig.3 und 4 mögliche Fehlerumfänge im Falle eines Anlagenfehlers,
 Fig.5 und 6 das Eintreten einer Transporteinheit in einen Fehlerumfang,
 Fig. 7 und 8 eine Erweiterung eines Fehlerumfangs und
 Fig. 9 und 10 die Verwendung von Bereichsbarrieren zum Absperren eines Fehlerumfanges.

Fig.1 zeigt einen beispielhaften Aufbau einer Transportanlage 1 in Form eines linearen Langstatorlinearmotors, und Fig.2 eines planaren Langstatorlinearmotors. Nachdem die Erfindung allgemein auf Langstatorlinearmotoren anwendbar ist, wird in weiterer Folge nur mehr dann zwischen linearen und planaren Langstatorlinearmotoren unterschieden, wenn es für das Verständnis notwendig oder sinnvoll ist. Der konstruktive Aufbau und die Geometrie des Stators 2 und der Transporteinheit 3 spielt für die Erfindung aber keine Rolle und kann jedenfalls beliebig ausgeführt sein. Ebenso sind in den Figuren aus Gründen der Übersichtlichkeit hinlänglich bekannte Führungskonstruktionen zur Führung einer Transporteinheit 3 entlang des Stators 2 und/oder zum Halten einer Transporteinheit 3 am Stator 2 nicht dargestellt. Auch solche Führungskonstruktionen können beliebig ausgeführt sein. Im Falle eines planaren Langstatorlinearmotors erfolgt die Führung einer Transporteinheit 3 üblicherweise magnetisch.

Die Erfindung wird nachfolgend am konkreten Beispiel eines Langstatorlinearmotor mit Antriebsspulen Am am Stator 2 als Magnetfelderzeugungseinheiten beschrieben. Es sei aber angemerkt, dass anstelle der Antriebsspulen Am auch bewegte Permanentmagnete am Stator 2 zur Erzeugung des bewegten Magnetfeldes, das mit einer Antriebsmagnetanordnung 3 an der Transporteinheit Tn zusammenwirkt, vorgesehen sein können, oder auch andere geeignete Magnetfelderzeugungseinheiten zur Erzeugung des bewegten Magnetfeldes. Auch eine Mischung verschiedener Magnetfelderzeugungseinheiten am Stator 2 ist grundsätzlich denkbar.

Ein Langstatorlinearmotor besteht aus einem Stator 2 und einer Vielzahl von Transporteinheiten Tn (mit $n > 1$), die entlang des Stators 2 bewegt werden können. Zur Bewegung sind am Stator 2 Antriebsspulen Am (mit $m > 1$) angeordnet, entweder in

Bewegungsrichtung hintereinander (linearer Langstatorlinearmotor wie in Fig.1) oder in einer Bewegungsebene (planarer Langstatorlinearmotor wie in Fig.2), wobei die Antriebsspulen Am eines planaren Langstatorlinearmotors auch in mehreren, übereinander liegenden Ebenen angeordnet sein können. In den Figuren sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nur ein paar der Antriebsspulen Am dargestellt. Es ist aber bekannt, dass die Antriebsspulen Am entlang des gesamten Bewegungsbereiches des Langstatorlinearmotor angeordnet sind. An einer Transporteinheit Tn ist eine Antriebsmagnetanordnung 3, üblicherweise eine Anordnung aus Permanentmagneten, angeordnet. Auch diese ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in den Figuren nur angedeutet. Die Antriebsmagnetanordnung 3 und die Antriebsspulen Am sind bekanntermaßen so angeordnet, dass sich dazwischen ein Luftspalt des Motors ausbildet.

Der Stator 2 kann aus einzelnen Statorsegmenten Sk (mit $k > 1$) zusammengesetzt sein, wobei an jedem Statorsegment Sk eine Anzahl von Magnetfelderzeugungseinheiten (Antriebsspulen Am, bewegte Permanentmagnete) angeordnet sind. Der Stator 2 kann auch aus einzelnen Statorabschnitten SAj (mit $j \geq 1$) zusammengesetzt sein (wie in Fig.1), die über Weichen W miteinander verbunden sein können, und den Stator 2 ausbilden. Ein Statorabschnitt SAj kann dabei wieder aus mehreren Statorsegmenten Sk zusammengesetzt sein.

Die Antriebsspulen Am können durch Anlegen einer Spulenspannung bestromt werden und erzeugen so ein elektromagnetisches Feld, das mit der Antriebsmagnetanordnung 3 zusammenwirkt, um eine auf die Transporteinheit Tn wirkende Kraft und/oder ein wirkendes Moment zu erzeugen. Dieses elektromagnetische Feld kann auch von einer anderen Magnetfelderzeugungseinheiten erzeugt werden, beispielsweise von bewegten Permanentmagneten. Diese Kraft kann in Bewegungsrichtung (im planaren Fall sind zwei Bewegungsrichtungen in der Ebene möglich) erzeugt werden und dient dann als Vortriebskraft zur Bewegung der Transporteinheit Tn. Auch eine Rotation auf eine Achse, die orthogonal auf die Bewegungsebene ist, ist möglich. Es ist aber auf diese Weise auch möglich, zusätzlich zur Vortriebskraft, eine Kraft in einer Richtung quer zur Vortriebskraft zu erzeugen. Eine solche Querkraft kann beispielsweise in einem Aufbau nach Fig.1 verwendet werden, um an einer Weiche W eine elektromagnetische Weichenstellung zu bewirken (beispielsweise wie in EP 3 109 998 A1 beschrieben). In einem Aufbau wie in Fig.2 kann eine solche Querkraft zum Schweben der Transporteinheit Tn über der Bewegungsebene und/oder für eine Rotation um eine Achse in Richtung einer Bewegungsrichtung verwendet werden. Dieses Wirkprinzip eines Langstatorlinearmotors ist hinlänglich bekannt, sodass hier nicht weitere darauf eingegangen werden muss.

Am Stator 2 kann auch eine Bearbeitungsstation 13 vorgesehen sein, in der ein mit einer Transporteinheit Tn beförderter Gegenstand bearbeitet (was jegliche Manipulation am

Gegenstand beinhaltet) werden kann. Ebenso kann am Stator 2, beispielsweise in einer Bearbeitungsstation 13 oder im Bereich einer Bearbeitungsstation 13, auch eine Handhabungseinrichtung 14, beispielsweise ein Roboter, vorgesehen sein, der eine Interaktion mit einem mit einer Transporteinheit Tn beförderten Gegenstand ermöglicht, auch während der Bewegung der Transporteinheit Tn.

Bei einem linearen Langstatorlinearmotor ist es auch möglich, dass in Bewegungsrichtung gesehen an beiden Seiten Antriebsspulen Am am Stator 2 angeordnet sind und die Transporteinheit Tn dazwischen bewegt wird (wie in Fig.1 mit der Transporteinheit Tn angedeutet). Wenn auch an der Transporteinheit Tn in Bewegungsrichtung gesehen an beiden Seiten jeweils eine Antriebsmagnetanordnung 3 vorgesehen ist, dann können durch Bestromen der Antriebsspulen Am an beiden Seiten auch an beiden Seiten gleichzeitig auf die Transporteinheit Tn wirkende Kräfte (auch unterschiedliche) erzeugt werden. Mit einer solchen Anordnung lassen sich an einem linearen Langstatorlinearmotor insbesondere auch Weichen W realisieren, an denen eine Transporteinheit Tn von einer Transportstrecke auf eine andere Transportstrecke übergeführt werden kann. Der Stator 2 wäre in einer solchen Ausführung der Transportanlage 1 nicht durchgehend, sondern würde aus mehreren Statorabschnitten, die jeweils eine Transportstrecke ausbilden, zusammengesetzt sein. Das ist in Fig.1 angedeutet.

Zur Erzeugung der Spulenspannung einer Antriebsspule Am kann eine Leistungselektronik 4 vorgesehen sein. Um die Antriebsspulen Am in gewünschter Weise bestromen zu können, ist eine Steuereinheit 5 vorgesehen, die Antriebsspulen Am bzw. die Leistungselektronik 4 entsprechend ansteuert. Üblicherweise ist die Steuereinheit 5 in Form mehrerer verteilter Segmentsteuereinheiten vorgesehen, die jeweils eine Anzahl von Antriebsspulen ansteuert. Die Segmentsteuereinheiten können dazu auch untereinander und/oder mit einer übergeordneten Anlagensteuereinheit 6 verbunden sein, beispielsweise über einen Datenbus 7. In der Anlagensteuereinheit 6 kann beispielsweise die Bewegung der Transporteinheiten Tn geplant oder vorgegeben werden, beispielsweise in Form eines Geschwindigkeitsverlaufs in Abhängigkeit von der Position am Stator 2. In der Anlagensteuereinheit 6 kann auch eine Kollisionsüberwachung für die Transporteinheiten Tn implementiert sein. Eine Steuereinheit 5 kann vorgesehen sein, um die Vorgaben der Anlagensteuereinheit 6 zur Bewegung einer Transporteinheit Tn in Spulenspannungen umzusetzen, um die gewünschte Bewegung zu realisieren. Diese Aufteilung in Steuereinheit 5 und Anlagensteuereinheit 6 ist aber nur beispielhaft. Allgemein ist eine Transportsteuereinheit 10 vorgesehen, die die Antriebsspulen Am ansteuert, um die gewünschten Bewegungen der Transporteinheiten Tn zu realisieren. Wie diese Transportsteuereinheit 10 ausgeführt ist, beispielsweise in Form einer kaskadierten

Steuerung bestehend aus mehreren miteinander verbundener Steuereinheit wie in Fig. 1, ist für die gegenständliche Erfindung jedoch unerheblich.

Eine Steuereinheit kann hierbei eine mikroprozessorbasierte Hardware sein, auf der Regelungssoftware ausgeführt wird. Die Steuereinheit kann aber auch als Computersoftware implementiert sein, die auf einer verfügbaren Computerhardware installiert und ausgeführt wird. Die Steuereinheit kann aber auch als integrierter Schaltkreis, wie eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC) oder Field Programmable Gate Array (FPGA) ausgeführt sein, auf dem auch ein Mikroprozessor implementiert sein kann. Die Steuereinheit kann auch als analoger Schaltkreis ausgeführt sein, beispielsweise als analoger Computer. Auch Kombinationen davon sind möglich.

Um die Position einer Transporteinheit T_n am Stator 2 bestimmen zu können, sind am Stator 2 üblicherweise auch Positionssensoren P_s (mit $s > 1$) angeordnet, wobei in den Figuren wieder aus Gründen der Übersichtlichkeit nur einige der Positionssensoren P_s dargestellt sind. Die Positionssensoren P_s liefern die erfassten Positionssignale an die Steuereinheit 5. Es kann aber auch eine sensorlose Positionserfassung implementiert sein, um die Position einer Transporteinheit T_n zu erfassen. Mit einer aktuellen Position kann auch ein geschlossener Regelkreis zur Positionsregelung einer Transporteinheit T_n realisiert werden.

Ein Positionssensor P_s kann ein Magnetfeld der Transporteinheit T_n erfassen, beispielsweise das Magnetfeld, das von der Antriebsmagnetanordnung 3 ausgeht, oder eines das von eigenen Positionsmagneten an der Transporteinheit T_n ausgeht. Ein solcher Positionssensor P_s kann beispielsweise als magnetostriktiver Sensor, magnetoresistiver Sensor oder als Hallsensor ausgeführt sein, wobei natürlich noch weitere Sensortypen existieren, die in der Lage sind ein Magnetfeld zu erfassen. Es sind aber natürlich auch Positionssensoren P_s denkbar, die eine andere physikalische Größe erfassen, beispielsweise optische oder induktive Sensoren.

Die Steuerung der Bewegung einer Transporteinheit T_n eines Langstatorlinearmotors ist aber ebenso hinlänglich bekannt und bedarf keiner weiteren Ausführungen.

An einer Transportanlage 1 in Form eines Langstatorlinearmotors können unterschiedliche Anlagenfehler auftreten, die unterschiedliche Auswirkungen haben können. Ein Anlagenfehler kann eine einzelne Transporteinheit T_n betreffen. Beispiele für einen solchen Anlagenfehler sind unter anderem ein zu großer Schleppfehler (Abweichung zwischen einem Sollwert und einem Istwert, beispielsweise für Position, Geschwindigkeit, Spulenstrom, Vortriebskraft, der Regelung der Bewegung der Transporteinheit T_n), ein Encoderfehler (Fehler in der Erfassung der Position, beispielsweise wenn ein Positionsmagnet an einer Transporteinheit beschädigt oder verloren wird), ein Betriebsfehler (Behinderung der Bewegung einer Transporteinheit). Ein Anlagenfehler kann auch einen bestimmten Bereich

der Transportanlage 1, insbesondere einen Teil des Stator 2 (beispielsweise ein Statorsegment oder einen Streckenabschnitt), betreffen. Beispiele für einen solchen Bereichsfehler sind unter anderem eine Übertemperatur an einer Stelle des Stators 2, ein Spannungsversorgungsfehler für einen Teil des Stators 2, ein Netzwerkfehler in einem Bereich des Stators 2, ein Fehler in einer Bearbeitungsstation 13 oder einer Handhabungseinrichtung 14 in der ein Teil des Stators 2 angeordnet ist, ein mechanischer Fehler am Stator 2 usw. Ein Anlagenfehler betrifft aber jedenfalls nur einen Teil der Transportanlage 1. Ein Anlagenfehler, der die gesamte Transportanlage 1 beträfe, beispielsweise ein globaler Stromausfall oder Netzausfall, würde unweigerlich zu einer Stillsetzung der gesamten Transportanlage 1 führen und ist damit nicht Gegenstand der Erfindung bzw. würde der bisherigen Fehlerreaktion in einer Transportanlage 1 entsprechen. Solche Anlagenfehler können beispielsweise in der Transportsteuereinheit 10 erkannt werden, beispielsweise anhand der bekannten Sollwerte und Istwerte einer Transporteinheit Tn. Anlagenfehler können aber auch durch Sensoren an der Transportanlage 1 erkannt werden, beispielsweise anhand von Temperatursensoren, Spannungssensoren, Stromsensoren, Lichtschranken usw. Es kann davon ausgegangen werden, dass Anlagenfehler und die Stelle des Auftretens eines Anlagenfehlers an der Transportanlage 1 erkannt werden und in der Transportsteuereinheit 10 bekannt sind.

Ein Anlagenfehler muss aber nicht zwingend dazu führen, dass eine Transporteinheit Tn nicht mehr bewegt werden kann. Ein Anlagenfehler führt aber jedenfalls dazu, dass eine Transporteinheit Tn nicht mehr in der Weise bewegt werden kann, in der diese im Normalbetrieb (ohne Anlagenfehler) bewegt werden würde. Der Normalbetrieb ist eine sollwertgeführte Bewegung der Transporteinheit Tn. Das bedeutet, dass die Transportsteuereinheit 10 Sollwerte für die Bewegung der Transporteinheit Tn erzeugt und diese Sollwerte durch Bestromen der Antriebsspulen Am im Bereich der Transporteinheit Tn mit hinreichend kleinen (vorgegebenen oder bekannten) Schleppfehler umgesetzt werden können. Ein übliches Beispiel für den Normalbetrieb ist eine sollpositionsgeführte Bewegung, anhand eines Sollwertes für die Position zu jedem Zeitpunkt der Regelung der Bewegung, der durch Bestromen der Antriebsspulen Am im Bereich der Transporteinheit Tn in jedem Zeitpunkt der Regelung der Bewegung erreicht wird (mit zulässigem Schleppfehler). Das kann in Form einer geschlossenen Regelung implementiert sein, wobei ein Istwert der Position erfasst oder ermittelt werden kann.

Tritt nun ein Anlagenfehler an einem Teil der Transportanlage 1 auf, wird ein Fehlerumfang F am Stator 2 festgelegt, der den fehlerhaften Teil der Transportanlage 1 umfasst. Der Fehlerumfang F umfasst nur den Teil des Stators 2 mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage 1 und die Antriebsspulen Am im Fehlerumfang F werden in einen vorgegebenen Fehlerzustand übergeführt. Der Teil des Stators 2 außerhalb des

Fehlerumfangs F kann im Normalbetrieb weiter betrieben werden. Es kann auch vorgesehen sein (auch alternativ), dass eine Transporteinheit T_n, die sich in diesem Fehlerumfang F befindet, in einen Fehlerzustand übergeführt wird und dabei eine erste festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt. Es kann auch vorgesehen sein (auch alternativ), dass

5 eine Transporteinheit T_n, die in den Fehlerumfang bewegt wird, in einen Fehlerzustand überführt wird und dabei eine erste festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt.

Tritt ein Anlagenfehler an einer Transporteinheit T_n auf, wird ein Fehlerumfang F um die Transporteinheit T_n festgelegt. Aufgrund der Bewegung der Transporteinheit T_n wird der Fehlerumfang F in diesem Fall mit der Transporteinheit T_n mitbewegt.

- 10 Der Fehlerumfang F kann vom Anlagenfehler abhängig sein, wie anhand der Fig.3 und 4 erläutert wird. Betrifft der Anlagenfehler einen Fehler an der Transporteinheit T_n, so kann der Fehlerumfang F um die Transporteinheit T_n gelegt werden. Der Fehlerumfang F umfasst dabei beispielsweise zumindest den Bereich der Antriebsspulen A_m, die zum Zeitpunkt des Auftretens des Anlagenfehlers mit der Transporteinheit T_n zusammenwirken, eventuell
- 15 zusätzlich auch noch eine Anzahl von Antriebsspulen A_m vor und nach der Transporteinheit T_n. In Fig.3 ist strichliert die Transporteinheit T_n vor dem Auftreten des Anlagenfehlers dargestellt mit einem Bewegungspfeil, um die Bewegung der Transporteinheit T_n und des Fehlerumfangs F anzudeuten. In Fig.3 ist noch ein weiterer Anlagenfehler dargestellt, der einen Teil des Stators 2 betrifft, beispielsweise ein ganzes Statorsegment S. In diesem Fall
- 20 wird der Fehlerumfang F um diesen fehlerhaften Anlagenteil gelegt. Ein solcher Fehlerumfang F über einen Teil des Stators 2 kann auch festgelegt werden, wenn die Istposition einer Transporteinheit T_n nicht mehr oder nicht mehr genau erfasst werden kann. Eine Transporteinheit T_{n-1}, die sich in diesen Fehlerumfang F hineinbewegt, kann in einen Fehlerzustand überführt werden (in Fig.1 ist strichliert die Transporteinheit T_{n-1} mit
- 25 Bewegungspfeil vor dem Eintreten in den Fehlerumfang F dargestellt). Eine Transporteinheit T_{n-2}, die sich beim Auftreten des Anlagenfehlers bereits im Fehlerumfang befindet, kann ebenso in einen Fehlerzustand überführt werden. Andere Transporteinheiten T_{n-3}, die sich außerhalb eines Fehlerumfangs F befinden, sind vom Anlagenfehler nicht betroffen und können normal weiterbewegt werden. Damit ist vom Anlagenfehler nur der Teil der
- 30 Transportanlage 1 betroffen, an dem der Anlagenfehler auftritt. Die restliche Transportanlage 1 kann normal weiterbetrieben werden. Die Fig.4 zeigt das am Beispiel eines planaren Langstatorlinearmotors.

- Es ist natürlich möglich, dass an einer Transportanlage 1 gleichzeitig mehrere Anlagenfehler auftreten können und damit auch mehrere und verschiedene Fehlerumfänge F vorhanden
- 35 sind. Am grundsätzlichen erfindungsgemäßen Vorgehen ändert das aber nichts.

Die Fehlerreaktionsbewegung kann ebenso vom Anlagenfehler abhängig sein. Es ist aber vorgesehen, dass für jeden möglichen Anlagenfehler eine bestimmte Fehlerreaktionsbewegung festgelegt ist, die dann von der Transportsteuereinheit 10 umgesetzt wird. Als Fehlerreaktionsbewegung muss aber nicht zwingend eine Bewegung zum Stillstand einer Transporteinheit Tn ausgeführt werden.

Betrifft der Anlagenfehler beispielsweise einen Teil des Stators 2, können alle Antriebsspulen Am im Fehlerumfang F stromlos geschaltet werden. Es wäre auch möglich, zumindest eine der betroffenen Antriebsspulen Am im Fehlerumfang F kurzzuschließen, um für eine Transporteinheit Tn einen Induktionshalt (Kurzschluss), wie beispielsweise in EP 3 581 428 A1 beschrieben, zu realisieren, womit die Transporteinheit Tn schneller gestoppt werden kann. Einer Transporteinheit Tn, die sich dabei im Fehlerumfang F befindet, würde damit eine Fehlerreaktionsbewegung aufgezwungen werden. Beim stromlos Schalten der Antriebsspulen Am würde die Transporteinheit Tn antriebskraftlos ausrollen. Im Falle eines Kurzschlusses könnte ein kürzerer Stillstandsweg der Transporteinheit Tn erreicht werden. Die Antriebsspulen Am im Fehlerumfang F können aber auch anders bestromt werden, um im allfälligen Zusammenwirken mit einer Transporteinheit Tn im Fehlerumfang F eine Fehlerreaktionsbewegung der Transporteinheit Tn hervorzurufen. Im Falle von bewegten Permanentmagneten als Magnetfelderzeugungseinheiten könnte vorgesehen sein, die Bewegung der Permanentmagnete im Fehlerumfang F einzustellen. Auch das würde ein kraftloses Ausrollen einer Transporteinheit Tn bewirken.

Im Falle eines Anlagenfehlers, kann auch unterschieden werden, ob aufgrund des Anlagenfehlers eine normale Bewegung der betroffenen Transporteinheit Tn möglich ist oder nicht. Tritt beispielsweise eine Übertemperatur am Stator 2 auf, so kann die Transporteinheit Tn beispielsweise sollwertgeführt, aber mit niedrigerer Geschwindigkeit als im Normalbetrieb weiterbewegt werden. Die Fehlerreaktionsbewegung wäre damit durch die Reduktion der Geschwindigkeit realisiert. Tritt ein Spannungsausfall an einem Bereich des Stators 2 auf, kann als Fehlerreaktionsbewegung einfach ein antriebskraftloses Ausrollen der Transporteinheit Tn (Leerlauf) vorgesehen sein. In diesem Fall kann auch ein Induktionshalt (Kurzschluss), wie beispielsweise in EP 3 581 428 A1 beschrieben, realisiert sein, womit die Transporteinheit Tn schneller gestoppt werden kann. Kann aufgrund des Anlagenfehlers dem Sollwert (z.B. eine Sollposition) der Bewegung der Transporteinheit Tn nicht mehr, oder nur mehr unzureichend bzw. ungenau, gefolgt werden, kann als Fehlerreaktionsbewegung beispielsweise eine andere istwertgeführte Bewegung als der oben erwähnte Kurzschlussfall oder das Stromlosschalten oder das Einstellen der Bewegung der Permanentmagnete, insbesondere eine Bewegung bis zum Stillstand der Transporteinheit Tn, umgesetzt werden. Damit werden auftretende Schleppfehler ignoriert, aber die Transporteinheit Tn kann gesichert in einen gewünschten Zustand überführt werden. Es sind aber natürlich auch

andere oder auch weitere implementierte Fehlerreaktionsbewegungen in Abhängigkeit eines Anlagenfehlers möglich.

Aufgrund der Bewegungen der Transporteinheiten T_n am Stator 2 können Situationen auftreten, bei der eine weitere Transporteinheit T_{n+1} nach dem Auftreten eines

- 5 Anlagenfehlers in einen Fehlerumfang F hineinbewegt wird oder bei der eine Transporteinheit T_n aus einem Fehlerumfang F hinausbewegt wird. Das wird in den Fig.5 bis 8 anhand von beispielhaften Bewegungssequenzen von Transporteinheit T_n , T_{n+1} beschrieben.

In Fig.5 ist eine Bewegungssequenz von zwei Transporteinheiten T_n , T_{n+1} dargestellt. Zum 10 Zeitpunkt $t=T_0$ wird ein Anlagenfehler erkannt und um die erste Transporteinheit T_n ein Fehlerumfang F gelegt. Der Fehlerumfang F umfasst die Antriebsspulen A_m , die mit der Transporteinheit T_n zur Bewegung zusammenwirken. Da es sich um einen Fehler an der ersten Transporteinheit T_n handelt, wird der Fehlerumfang F in diesem Fall mit der fehlerhaften Transporteinheit T_n mitbewegt (Bewegung durch Bewegungspfeil angedeutet).

- 15 Gleichzeitig wird auch die zweite Transporteinheit T_{n+1} weiterbewegt (Fig.5 Mitte zum Zeitpunkt $t=T_1$). Zum Zeitpunkt $t=T_2$ (Fig.5 unten) tritt die zweite Transporteinheit T_{n+1} in den Fehlerumfang F ein. Damit wird die zweite Transporteinheit T_{n+1} ebenfalls in einen Fehlerzustand überführt und führt eine zweite festgelegte Fehlerreaktionsbewegung aus. Die zweite Fehlerreaktionsbewegung kann beispielsweise ein Notstopp der zweiten 20 Transporteinheit T_{n+1} sein, um eine Kollision zu vermeiden. Die Fehlerreaktionsbewegung kann sich aber auch anhand des Zustands der Antriebsspulen A_m im Fehlerumfang F ergeben, der sich aufgrund der Fehlerreaktionsbewegung der Transporteinheit T_n ergeben kann. Die Fig.6 zeigt eine solche Situation am Beispiel eines planaren Langstatorlinearmotors zu den beiden Zeitpunkten T_0 und T_2 .

- 25 Es sei angemerkt, dass als zweite Fehlerreaktionsbewegung möglicherweise keine sollwertgeführte oder istwertgeführte Bewegung der zweiten Transporteinheit T_{n+1} umgesetzt werden kann, weil die Antriebsspulen A_m im Bereich des Fehlerumfangs F möglicherweise nicht für die Bewegung der zweiten Transporteinheit T_{n+1} zur Verfügung stehen oder nicht angesteuert werden können. In diesem Fall könnte aber zumindest ein 30 Ausrollen oder ein Induktionshalt der zweiten Transporteinheit T_{n+1} möglich sein.

Im Beispiel nach Fig.7 tritt zum Zeitpunkt $t=T_0$ ein Anlagenfehler auf, der in diesem Fall einen Teil des Stators 2 betrifft. Es wird damit ein Fehlerumfang F um diesen fehlerhaften Teil gelegt (Fig.7 Mitte zum Zeitpunkt $t=T_1$), beispielsweise um ein ganzes Statorsegment S oder um einen Abschnitt am Stator 2. Es können am Stator 2 aber auch Bereichssensoren 35 11, beispielsweise Lichtschranken, mechanische oder magnetische Schalter, mechanische oder magnetische Sensoren, induktive Sensoren, Kameras usw., vorgesehen sein. In

diesem Fall kann der Fehlerumfang F den Stator 2 zwischen zwei benachbarten Bereichssensoren 11 umfassen (wie im Ausführungsbeispiel nach Fig.7). Befindet sich eine erste Transporteinheit Tn innerhalb des Fehlerumfangs F wird diese in einen Fehlerzustand überführt und führt die vorgesehene Fehlerreaktionsbewegung aus (Fig.7 Mitte zum

5 Zeitpunkt $t=T1$).

Die Verwendung von Bereichssensoren 11 kann insbesondere bei Anlagenfehlern nützlich sein, welche ein System zur Positionserfassung der Transporteinheit Tn betreffen (z.B. Encoder-Fehler), da die Position der Transporteinheit Tn nicht mehr oder nur mehr

10 unzureichend genau bestimmt werden kann. Die Bereichssensoren 11 können verwendet werden, um den Fehlerumfang F lokal zu beschränken, weil das Verlassen oder Eintreten einer Transporteinheit Tn in den Fehlerumfang über Bereichssensoren 11 unabhängig vom Positionserfassungssystem erfasst werden kann.

Erreicht die erste Transporteinheit Tn zum Zeitpunkt $t=T2$ die Grenze des festgelegten Fehlerumfangs F (Fig.7 unten), kann der Fehlerumfang F in Abhängigkeit des

15 Anlagenfehlers erweitert werden, beispielsweise um einen weiteren Teil des Stators 2, wie z.B. das in Bewegungsrichtung nachfolgende Statorsegment oder der folgende Bereich bis zum nächsten Bereichssensor 11 (wie in Fig.7). Wenn es der Anlagenfehler gestattet, beispielsweise wenn nur ein Teil des Stators 2 defekt ist aber nicht die erste Transporteinheit Tn, dann kann beim Austreten der ersten Transporteinheit Tn aus dem Fehlerumfang F, der
20 Fehlerzustand der ersten Transporteinheit Tn auch wieder aufgehoben werden. Der Fehlerumfang F müsste damit nicht erweitert werden. Danach könnte die erste Transporteinheit Tn mit normaler Bewegung weiterbewegt werden. Im Falle des Austretens der ersten Transporteinheit Tn, oder einer weiteren, sich im Fehlerumfang F befindlichen Transporteinheit Tn+3 (wie in Fig.7 unten angedeutet) aus dem Fehlerumfang F könnte auch
25 vorgesehen sein, einen weiteren Fehlerumfang F um die austretende Transporteinheit Tn zu legen (wie anhand von Fig.5 und 6 beschrieben).

Würde die zweite Transporteinheit Tn+1 aufgrund deren Bewegung in der Fehlerumfang F gelangen, würde diese in den Fehlerzustand übergeführt und würde die festgelegte zweite Fehlerreaktionsbewegung ausführen (beispielsweise wie oben beschrieben).

30 Wird aufgrund des Anlagenfehlers der Fehlerumfang F erweitert (wie in Fig.7 unten), kann es passieren, dass sich nach der Erweiterung eine dritte Transporteinheit Tn+2 im erweiterten Fehlerumfang F befindet. In diesem Fall würde die dritte Transporteinheit Tn+2 in einen Fehlerzustand überführt und würde eine dritte festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführen. Bewegt sich die dritte Transporteinheit Tn+2 aus den Fehlerumfang F heraus,
35 würde, wie oben zur ersten Transporteinheit Tn beschrieben, entweder der Fehlerumfang F

nochmals erweitert werden, der Fehlerzustand der dritten Transporteinheit T_{n+2} aufgehoben werden, oder ein Fehlerumfang F um die dritte Transporteinheit T_{n+2} gelegt.

Die Fig.8 zeigt die Erweiterung des Fehlerumfangs F wieder am Beispiel eines planaren Langstatorlinearmotors.

- 5 Anstelle einer Erweiterung des Fehlerumfangs F könnte auch vorgesehen sein, dass der Bereich des Fehlerumfangs vom restlichen Bewegungsumfangs des Stators 2 getrennt wird, wie beispielsweise in Fig.9 und 10 dargestellt. Diese Trennung kann physisch mit Bereichsbarrieren 12 erfolgen, oder auch logisch, beispielsweise in der Transportsteuerung 10. Im Falle eines Anlagenfehlers wird der Fehlerumfang F zwischen zwei vorgesehenen
- 10 Bereichsbarrieren 12, beispielsweise Schranken, Wände, Sperren usw., festgelegt. Der Fehlerumfang F wird durch die Bereichsbarrieren 12 nach außen (zum restlichen Stator 2) abgeschlossen. Eine Transporteinheit T_n im Fehlerumfang F geht wie beschrieben in den Fehlerzustand über und führt die vorgesehene Fehlerreaktionsbewegung aus. Gleichzeitig werden die Bereichsbarrieren 12 aktiviert, die den Fehlerumfang F physisch vom restlichen
- 15 Bewegungsumfangs des Stators 2 trennen. Damit kann die im Fehlerzustand befindliche Transporteinheit T_n den Fehlerumfang F nicht verlassen. Ebenso kann keine andere Transporteinheit T_{n-1} , T_{n-2} in den Fehlerumfang eintreten. Eine implementierte Kollisionsvermeidung kann dafür sorgen, dass die anderen Transporteinheiten T_{n-1} , T_{n-2} nicht mit einer Bereichsbarriere kollidiert.
- 20 Der erfindungsgemäße Ansatz, den Fehlerumfang F lokal einzuschränken, lässt auch folgendes Verfahren zum Betreiben einer Transportanlage 1 zu. Die Transportanlage 1 ist in Form eines Langstatorlinearmotors ausgeführt, mit einem Stator 2 an dem eine Vielzahl von Magnetfelderzeugungseinheiten (Antriebsspulen A_m , bewegte Permanentmagnete usw.) angeordnet sind und mit einer Vielzahl von Transporteinheiten T_n , die gleichzeitig entlang
- 25 des Stators 2 bewegt werden. Im Falle eines Anlagenfehlers an einem Teil der Transportanlage 1 wird ein Fehlerumfang F am Stator 2 festgelegt, wobei der Fehlerumfang F nur einen Teil des Stators 2 mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage 1 umfasst, und es wird eine erste Transporteinheit T_n , die sich in diesem Fehlerumfang F befindet, in einen Fehlerzustand überführt. Dabei wird eine erste festgelegte Fehlerreaktionsbewegung
- 30 ausführt. Im Falle des Eintretens einer zweiten, am Stator 2 bewegten Transporteinheit T_{n+1} in den festgelegten Fehlerumfang F , wird diese zweite Transporteinheit T_{n+1} ebenfalls in einen Fehlerzustand überführt und dabei eine zweite festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt. Im Falle des Austretens der ersten Transporteinheit T_n oder einer weiteren Transporteinheit T_{n+3} aus dem festgelegten Fehlerumfang F , wird der Fehlerumfang F in
- 35 Abhängigkeit des Anlagenfehlers entweder erweitert, sodass sich die erste Transporteinheit T_n oder die weitere Transporteinheit T_{n+3} im erweiterten Fehlerumfang F befindet oder der Fehlerzustand der ersten Transporteinheit T_n oder der weiteren Transporteinheit T_{n+3} wird

aufgehoben oder es wird um die austretende Transporteinheit T_n , T_{n+3} ein weiterer Fehlerumfang F festgelegt. Dieser weitere Fehlerumfang F muss von seiner Ausdehnung nicht dem anderen Fehlerumfang entsprechen, jedenfalls befindet sich dieser weitere Fehlerumfang F an einer anderen Stelle des Stators 2.

- 5 Hierbei ist es vorteilhaft, wenn der Fehlerumfang F mit der Bewegung der in den Fehlerzustand überführten ersten Transporteinheit T_n mitbewegt wird, wenn als Anlagenfehler ein Fehler der ersten Transporteinheit T_n festgestellt wird.

- Ebenso ist es vorteilhaft, wenn im Falle des Erweiterns des Fehlerumfangs F geprüft wird, ob sich nach der Erweiterung eine dritte Transporteinheit T_{n+2} im erweiterten Fehlerumfang F
- 10 befindet und die durch die Erweiterung in den Fehlerumfang F gelangte dritte Transporteinheit T_{n+2} in einen Fehlerzustand überführt wird und dabei eine dritte festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt. Dabei kann im Falle des Austretens der dritten Transporteinheit T_{n+2} aus dem festgelegten Fehlerumfang, der Fehlerumfang F in Abhängigkeit des Anlagenfehlers entweder erweitert werden, sodass sich die dritte
- 15 Transporteinheit T_{n+2} im erweiterten Fehlerumfang F befindet oder der Fehlerzustand der dritten Transporteinheit T_{n+2} aufgehoben werden oder um die dritte Transporteinheit T_{n+2} ein weiterer Fehlerumfang F festgelegt werden. Dieser weitere Fehlerumfang F muss von seiner Ausdehnung nicht dem anderen Fehlerumfang entsprechen, jedenfalls befindet sich dieser weitere Fehlerumfang F an einer anderen Stelle des Stators 2.
- 20 Auch in dieser Ausführung können Bereichssensoren 11 und/oder Bereichsbarrieren 12 wie beschrieben eingesetzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Transportanlage (1) in Form eines Langstatorlinearmotors mit einem Stator (2) an dem eine Mehrzahl von
 5 Magnetfelderzeugungseinheiten angeordnet sind und mit einer Mehrzahl von Transporteinheiten (T_n), die gleichzeitig entlang des Stators (2) bewegt werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle eines Anlagenfehlers an einem Teil der Transportanlage (1), ein Fehlerumfang (F) am Stator (2) festgelegt wird, wobei der Fehlerumfang (F) nur einen Teil des Stators (2) mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage (1) umfasst, und die
 10 Magnetfelderzeugungseinheiten im Fehlerumfang (F) in einen vorgegebenen Fehlerzustand übergeführt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Transporteinheit (T_n), die sich in diesem Fehlerumfang (F) befindet oder aufgrund deren Bewegung in den Fehlerumfang (F) eintritt in einen Fehlerzustand übergeführt wird und
 15 dabei eine erste festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest eine Antriebsspule (A_m) als Magnetfelderzeugungseinheit im festgelegten Fehlerumfang (F) stromlos geschaltet wird oder zumindest eine Antriebsspule (A_m) als Magnetfelderzeugungseinheit im festgelegten Fehlerumfang (F) kurzgeschlossen wird oder
 20 eine Bewegung zumindest eines bewegten Permanentmagnets als Magnetfelderzeugungseinheiten im festgelegten Fehlerumfang (F) gestoppt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Fall des Eintretens einer zweiten, am Stator (2) bewegten Transporteinheit (T_{n+1}) in den festgelegten Fehlerumfang (F), diese zweite Transporteinheit (T_{n+1}) ebenfalls in einen
 25 Fehlerzustand übergeführt wird und dabei eine zweite festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle des Austretens einer Transporteinheit (T_n) aus dem festgelegten Fehlerumfang (F), der Fehlerumfang (F) in Abhängigkeit des Anlagenfehlers erweitert wird, sodass sich die
 30 ausgetretene Transporteinheit (T_n) im erweiterten Fehlerumfang (F) befindet.
6. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** beim Erweitern des Fehlerumfangs (F) geprüft wird, ob sich nach der Erweiterung eine weitere Transporteinheit (T_{n+1}) im erweiterten Fehlerumfang (F) befindet und die durch die Erweiterung in den Fehlerumfang (F) gelangte weitere Transporteinheit (T_{n+1}) in einen Fehlerzustand überführt
 35 wird und dabei eine weitere festgelegte Fehlerreaktionsbewegung ausführt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle des Austretens einer Transporteinheit (T_{n+3}) aus dem festgelegten Fehlerumfang (F) der Fehlerzustand der ausgetretenen Transporteinheit (T_{n+3}) aufgehoben wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Falle des Austretens einer Transporteinheit (T_n , T_{n+3}) aus dem festgelegten Fehlerumfang (F), ein weiterer Fehlerumfang (F) um die ausgetretene Transporteinheit (T_n , T_{n+3}) gelegt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerumfang (F) mit der Bewegung der Transporteinheit (T_n) mitbewegt wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerumfang (F) durch Bereichsbarrieren (12) vom restlichen Bewegungsumfang des Stators (2) abgesperrt wird, sodass keine Transporteinheit (T_n) den Fehlerumfang (F) betreten oder aus diesem austreten kann.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Fehlerumfang (F) zwischen zwei Bereichssensoren (11) festgelegt wird und ein Eintreten einer Transporteinheit (T_n) in den Fehlerumfang (F) oder Austreten einer Transporteinheit (T_n) aus dem Fehlerumfang (F) mit einem Bereichssensor (11) erfasst wird.
12. Transportanlage in Form eines Langstatorlinearmotors mit einem Stator (2) an dem eine Mehrzahl von Magnetfelderzeugungseinheiten angeordnet sind und mit einer Mehrzahl von Transporteinheiten (T_n), die gleichzeitig entlang des Stators (2) bewegbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Transportsteuerung (10) vorgesehen ist, die im Falle eines Anlagenfehlers an einem Teil der Transportanlage (1), einen Fehlerumfang (F) am Stator (2) festlegt, wobei der Fehlerumfang (F) nur einen Teil des Stators (2) mit dem fehlerhaften Teil der Transportanlage (1) umfasst, und die Transportsteuerung (10), die Magnetfelderzeugungseinheiten im Fehlerumfang (F) in einen vorgegebenen Fehlerzustand überführt.
13. Transportanlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (2) mehrere Statorsegmente (S_k) umfasst, wobei an jedem Statorsegment (S_k) zumindest eine Magnetfelderzeugungseinheit vorgesehen ist und der Fehlerumfang (F) zumindest ein Statorsegment (S_k) umfasst.
14. Transportanlage nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stator (2) mehrere Statorabschnitte (SA_j) umfasst, wobei an jedem Statorabschnitt (SA_j) mehrere Magnetfelderzeugungseinheiten vorgesehen sind und der Fehlerumfang (F) zumindest einen Statorabschnitt (SA_j) umfasst.

15. Transportanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14 , **dadurch gekennzeichnet, dass** am Stator (2) Bereichssensoren (11) vorgesehen sind und der Fehlerumfang (F) zwischen zwei Bereichssensoren (11) festgelegt ist, wobei mit den den Fehlerumfang (F) begrenzenden Bereichssensoren (11) ein Eintreten einer Transporteinheit (Tn) in den

5 Fehlerumfang (F) oder ein Austreten einer Transporteinheit (Tn) aus dem Fehlerumfang (F) erfassbar ist.

16. Transportanlage nach einem der Ansprüche 12 bis 14 , **dadurch gekennzeichnet, dass** am Stator (2) Bereichsbarrieren (12) vorgesehen sind und der Fehlerumfang (F) zwischen zwei Bereichsbarrieren (12) festgelegt ist, wobei die den Fehlerumfang (F)

10 begrenzenden Bereichsbarrieren (12) ein Eintreten einer Transporteinheit (Tn) in den Fehlerumfang (F) oder ein Austreten einer Transporteinheit (Tn) aus dem Fehlerumfang (F) verhindern.

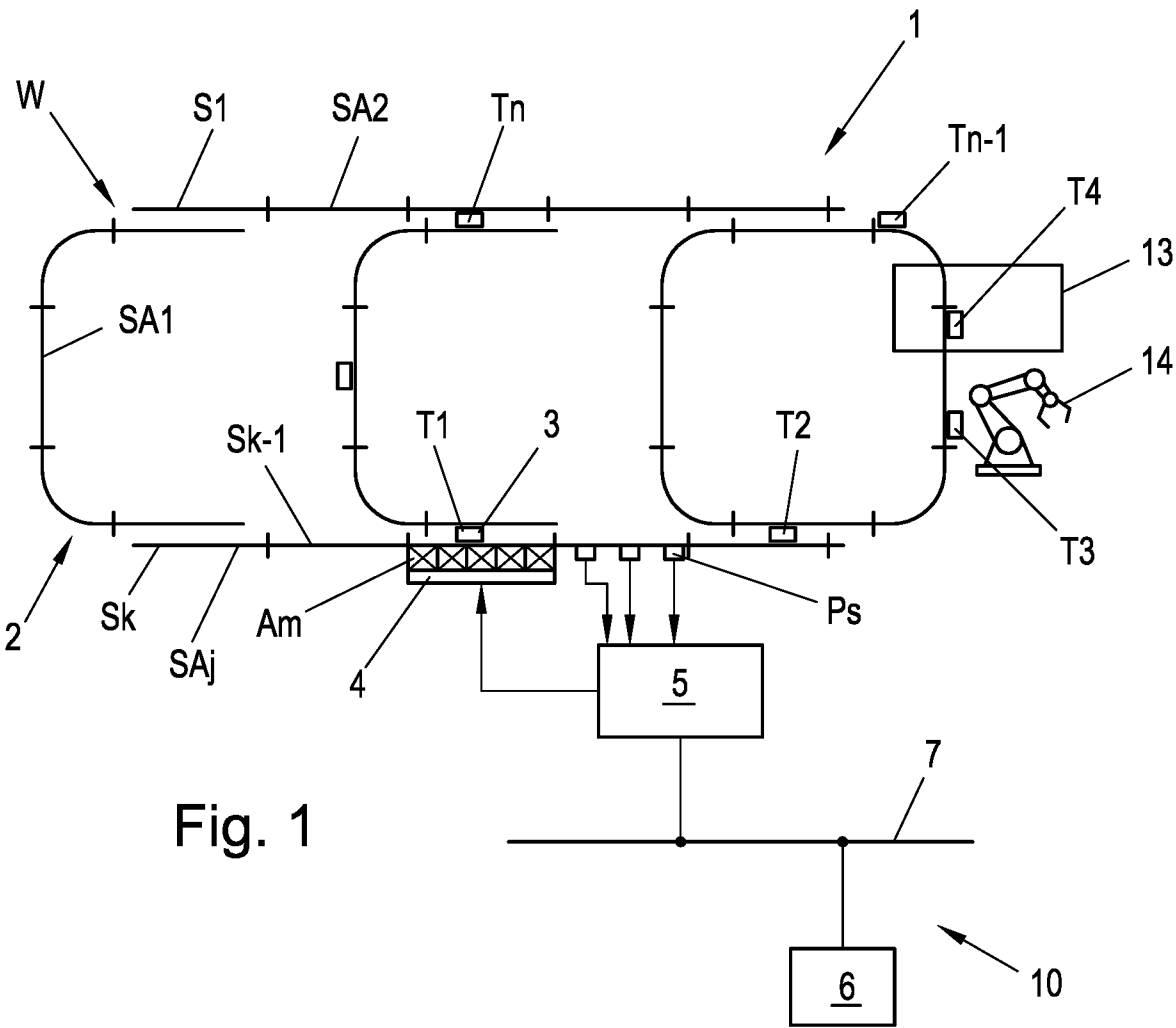


Fig. 1

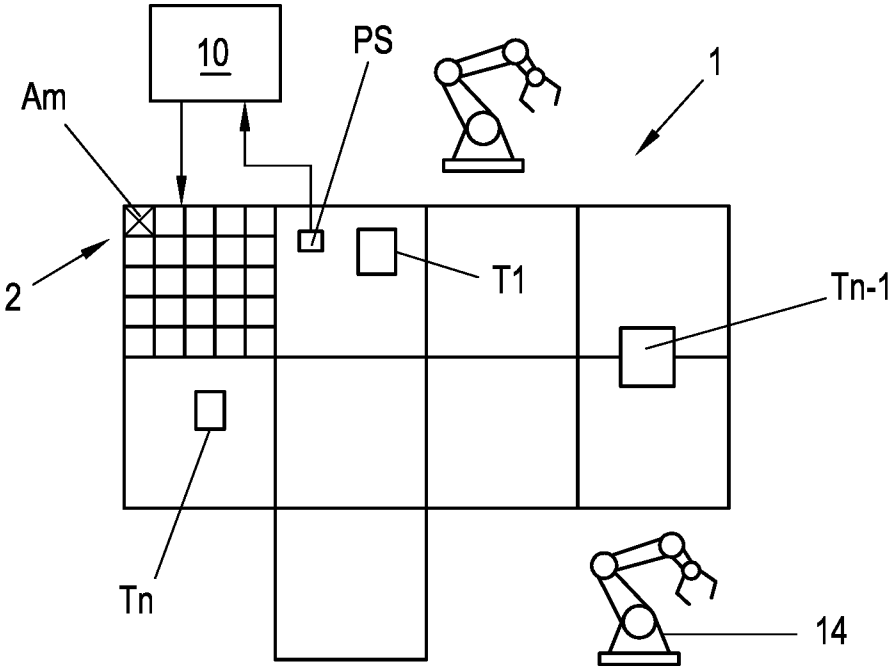


Fig. 2

2/5

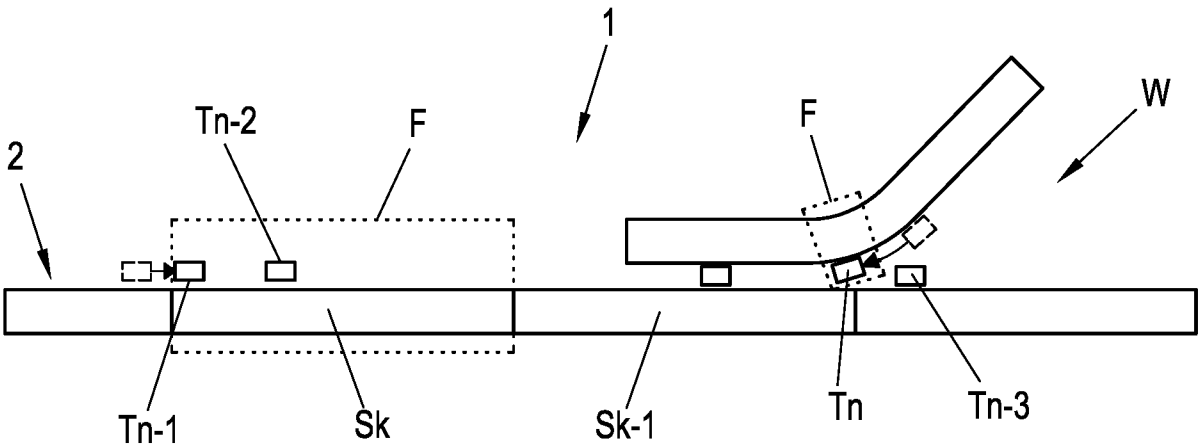


Fig. 3

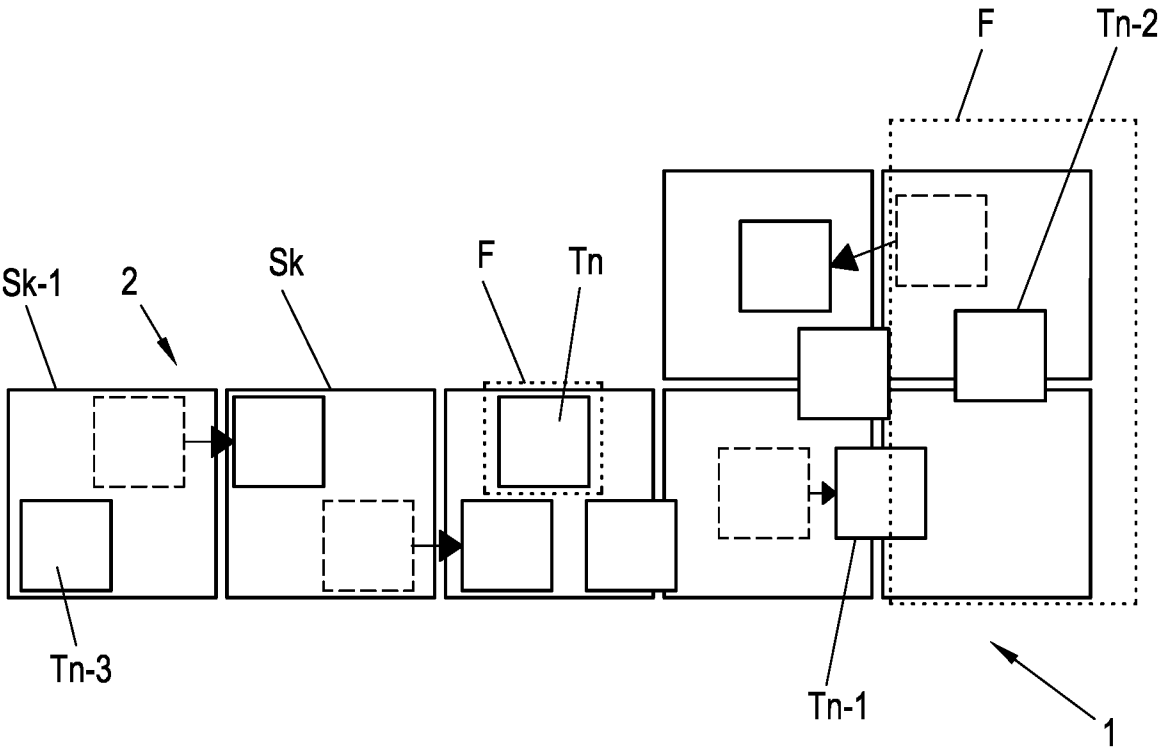


Fig. 4

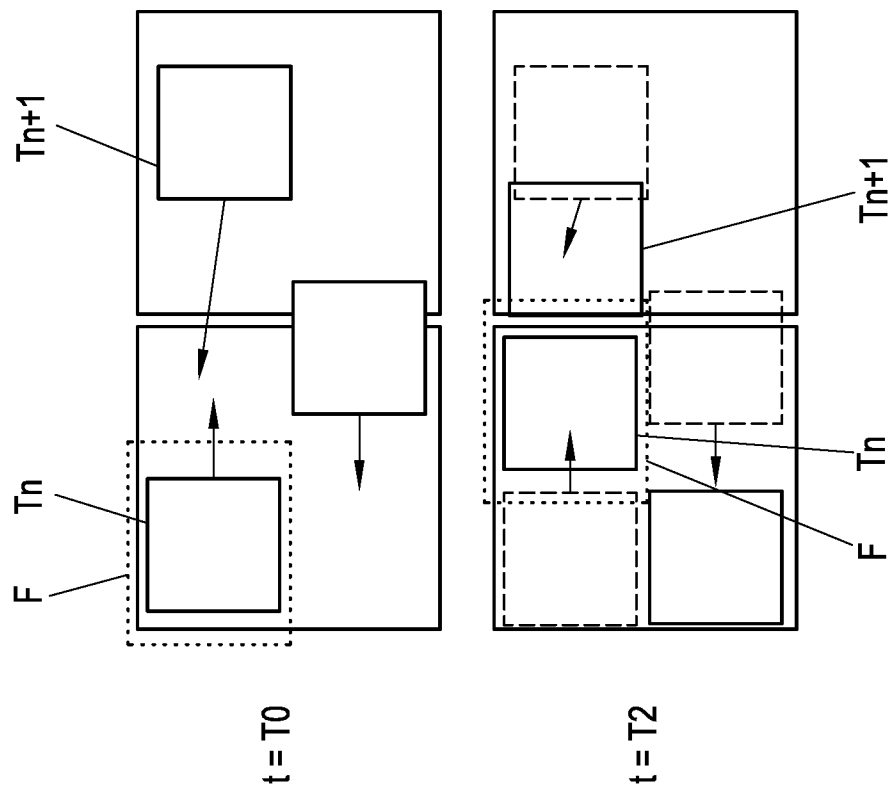


Fig. 6

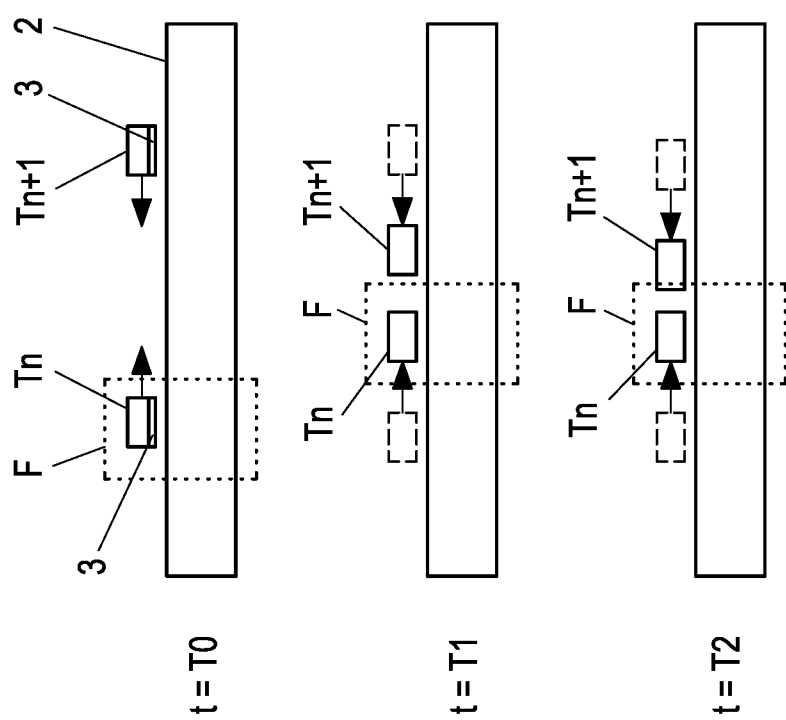


Fig. 5

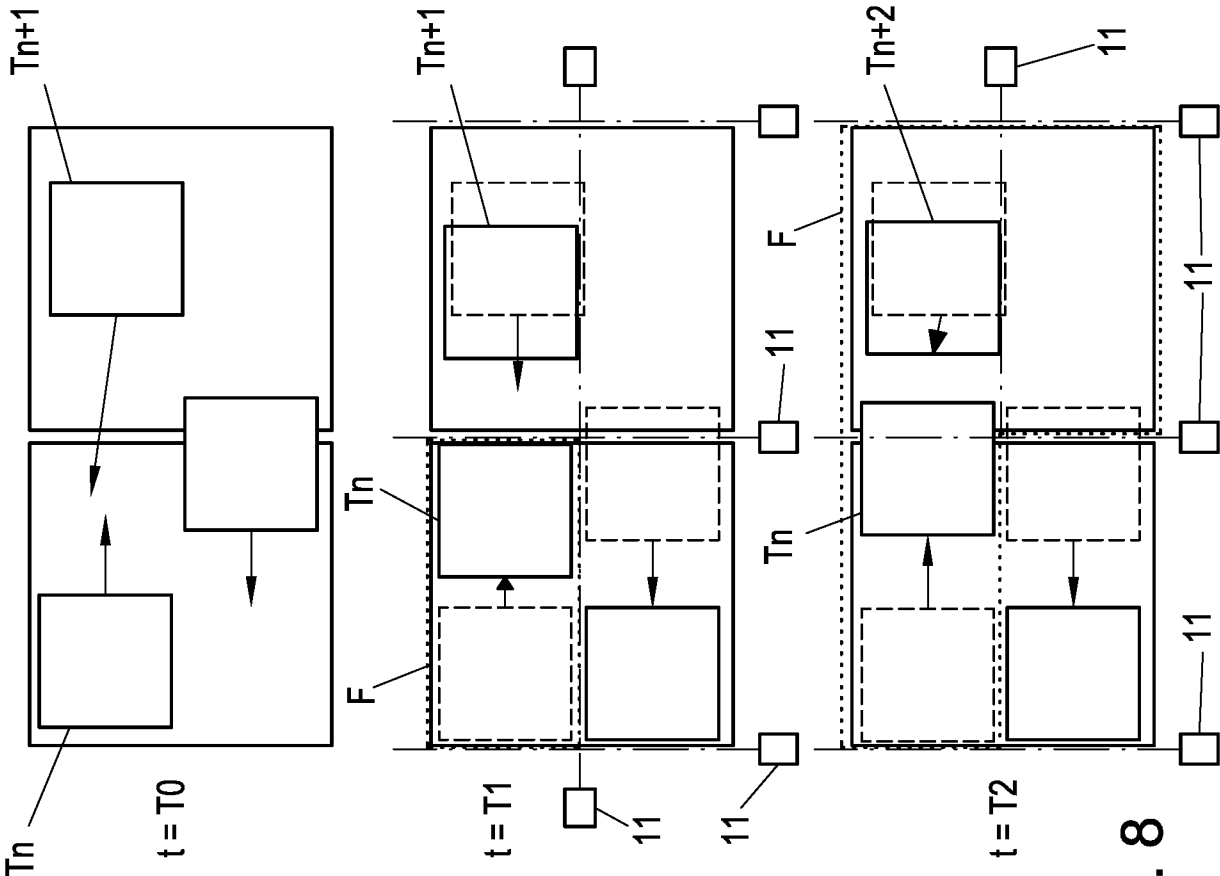


Fig. 8

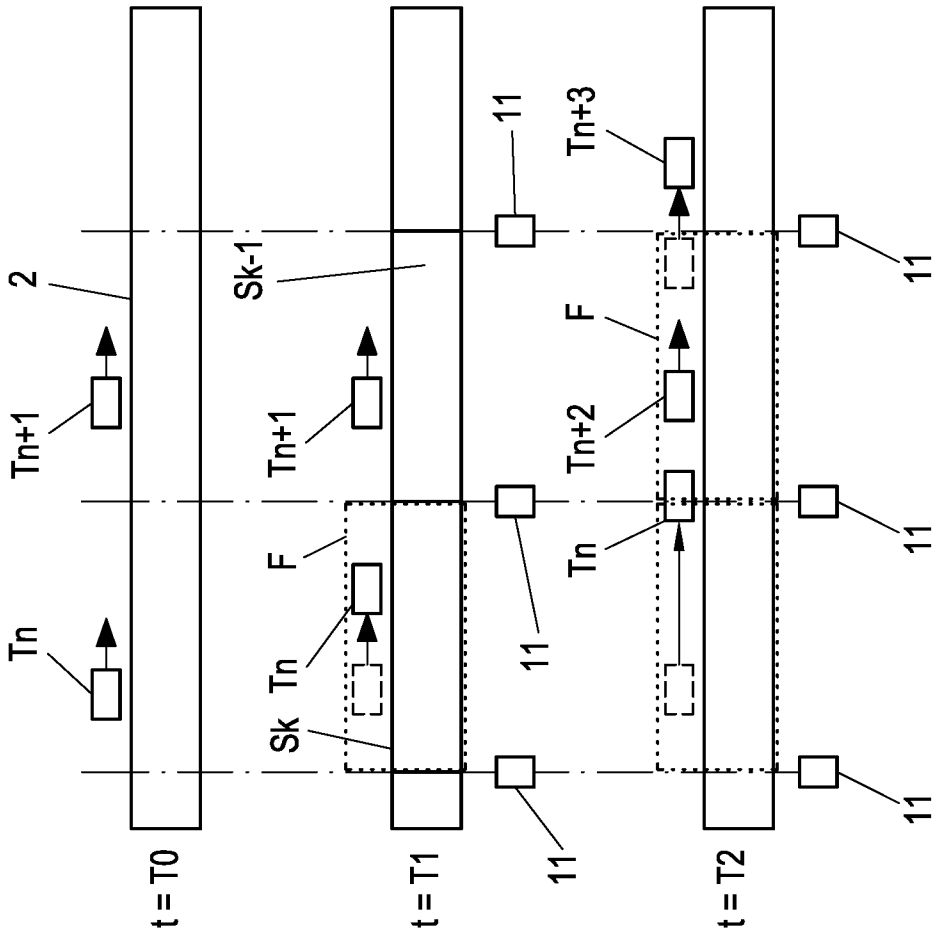


Fig. 7

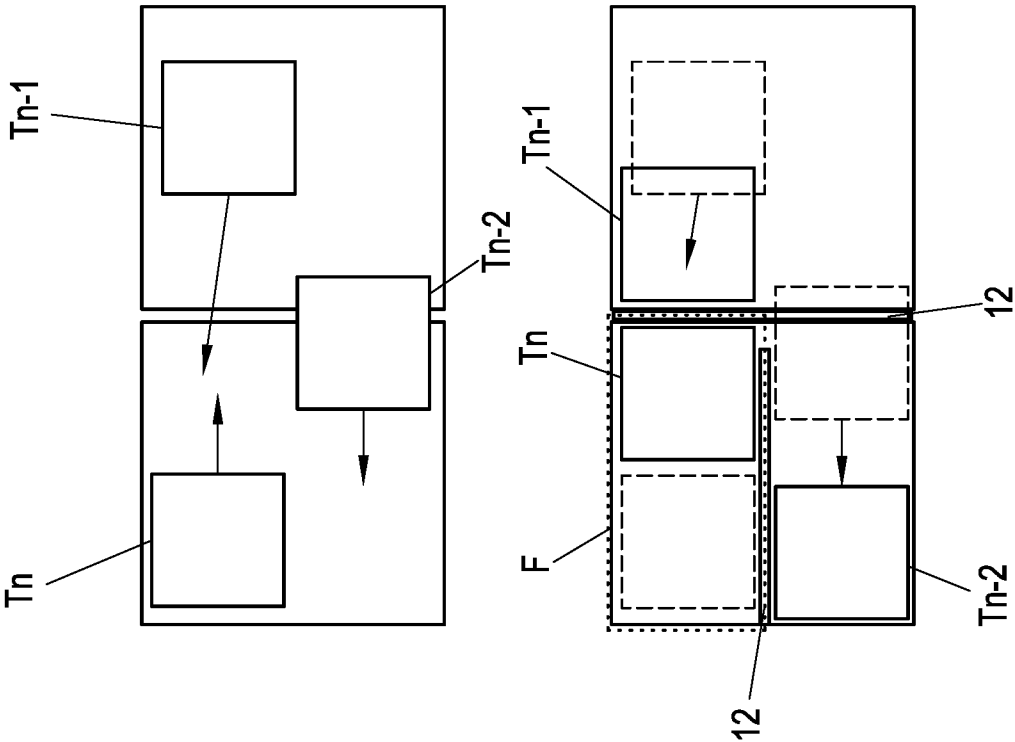


Fig. 10

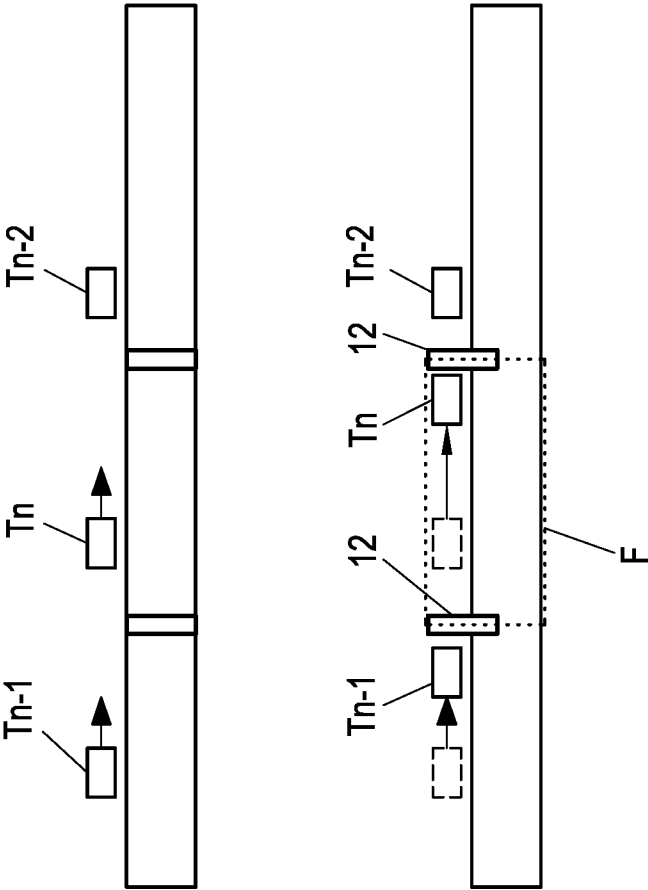


Fig. 9

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:

H02P 6/00 (2006.01); H02P 6/12 (2006.01); H02P 29/024 (2016.01); H02K 41/02 (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:

H02P 6/006 (2013.01); H02P 6/12 (2013.01); H02P 29/024 (2021.08); H02K 41/02 (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):

H02P, H02K

Konsultierte Online-Datenbank:

EPODOC, WPIAÜ

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 25.03.2021 eingereichten Ansprüchen 1-16 erstellt.

Kategorie ^{*)}	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	EP 3653428 A1 (B & R IND AUTOMATION GMBH) 20. Mai 2020 (20.05.2020) Ansprüche 1-17; Figuren 1-6	1-16
A	DE 102015102236 A1 (BECKHOFF AUTOMATION GMBH) 18. August 2016 (18.08.2016) Zusammenfassung; Figur 1	1-16

Datum der Beendigung der Recherche:

24.03.2022

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

KOVACS György

^{*)} Kategorien der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.