

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 1724/2009
(22) Anmeldetag: 30.10.2009
(45) Veröffentlicht am: 15.04.2012

(51) Int. Cl. : **B65G 43/10** (2006.01)
B65G 43/08 (2006.01)
B65G 47/31 (2006.01)

(30) Priorität:
02.10.2009 AT A 1561/09 beansprucht.

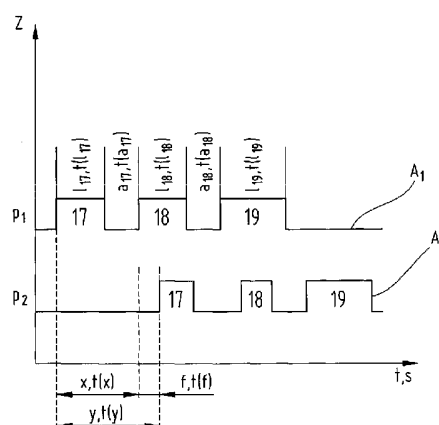
(56) Entgegenhaltungen:
WO 2008/008716A2
DE 102006015689A1
US 2009/114508A1

(73) Patentinhaber:
TGW MECHANICS GMBH
A-4600 WELS (AT)

(54) **FÖRDEREINRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER FÖRDEREINRICHTUNG**

(57) Es wird ein Verfahren zum Betrieb einer Fördereinrichtung (1) angegeben, bei dem eine Soll-Abfolge (A1) von Belegungszuständen (Z) an einer ersten Position (p1) durch zumindest ein Objekt (17.. 19) erfasst wird oder eine solche Soll-Abfolge (A1) vorgegeben wird. Danach wird eine Ist-Abfolge (A2) von Belegungszuständen (Z) durch das zumindest eine Objekt (17.. 19) bei einer zweiten Position (p2), welche in der Förderrichtung (z) gesehen hinter der ersten Position (p1) angeordnet ist, erfasst. In einem weiteren Schritt wird die Ist-Abfolge (A1) mit der Soll-Abfolge (A2) verglichen und ein Alarmsignal abgegeben, wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet. Erfindungsgemäß wird ein Wert für eine Wellenlänge (λ) beziehungsweise eine Periodendauer vorgegeben und eine Soll-Abfolge (A1) durch Vorsehen von Soll-Abständen zwischen den Objekten (17.. 19) derart vorgegeben oder modifiziert, dass die Wellenlänge (λ) beziehungsweise Periodendauer der Soll-Abfolge (A1) größer ist als der besagte vorgegebene Wert. Darüber hinaus wird eine Fördereinrichtung (1) angegeben, welche die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ermöglicht.

Fig.4



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb einer Fördereinrichtung, welche mehrere, in einer Förderrichtung örtlich hintereinander liegende Antriebe zum Transport von Objekten mit einer Ist-Geschwindigkeit umfasst, umfassend die Schritte:

[0002] - Bestimmen einer Soll-Position eines Objektes mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts durchquert ist,

[0003] - Steuern oder Regeln eines Soll-Abstands zwischen zwei Objekten anhand der besagten Soll-Position.

[0004] - Erfassen einer Soll-Abfolge von Belegungszuständen an einer ersten Position durch zumindest ein Objekt oder zum Vorgeben einer solchen Soll-Abfolge,

[0005] - Erfassung einer Ist-Abfolge von Belegungszuständen durch das zumindest eine Objekt bei einer zweiten Position, welche in der Förderrichtung gesehen hinter der ersten Position angeordnet ist,

[0006] - Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge und

[0007] - Abgeben eines Alarmsignals und/oder das Einleiten von Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge an die Soll-Abfolge, wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet.

[0008] Weiterhin betrifft die Erfindung eine Fördereinrichtung, umfassend:

[0009] - mehrere, in einer Förderrichtung örtlich hintereinander liegende Antriebe zum Transport von Objekten mit einer Ist-Geschwindigkeit,

[0010] - Mittel zum Bestimmen einer Soll-Position eines Objektes mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts durchquert ist,

[0011] - eine Steuerung/Regelung zum Steuern oder Regeln eines Soll-Abstands zwischen zwei Objekten anhand der besagten Soll-Position,

[0012] - zumindest einen Sensor zum:

[0013] a) Erfassen einer Soll-Abfolge von Belegungszuständen an einer ersten Position durch zumindest ein Objekt oder zum Vorgeben einer solchen Soll-Abfolge und

[0014] b) Erfassen einer Ist-Abfolge von Belegungszuständen durch das zumindest eine Objekt bei einer zweiten Position, welche in der Förderrichtung gesehen hinter der ersten Position angeordnet ist,

[0015] - Mittel zum Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge und

[0016] - Mittel zum Abgeben eines Alarmsignals und/oder das Einleiten von Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge an die Soll-Abfolge, wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet.

[0017] Fördereinrichtungen sind heutzutage weit verbreitet und beispielsweise aus keiner Lagerhalle, keiner Produktionsstätte und keinem Post- oder Gepäckverteilsystem mehr wegzudenken. Sie dienen zum komfortablen Fördern und Sortieren von mitunter sehr schweren Lasten. Im Laufe der Zeit haben sich viele Typen von Fördereinrichtungen herausgebildet, die auf einen jeweiligen Einsatzzweck optimiert sind. Sehr häufig sind Fördereinrichtungen als Rollenförderer ausgebildet, bei denen das Fördergut durch einzelne, mit dem Fördergut temporär in Kontakt stehende, Rollen transportiert wird. Ein ebenfalls gebräuchlicher Typ ist ein Förderband oder eine Förderkette.

[0018] Fig. 1 zeigt beispielhaft eine Fördereinrichtung 1 nach dem Stand der Technik, konkret einen Rollenförderer. Dabei sind mehrere Antriebe 2a, 2b und 2c zwischen zwei schienenartigen Rahmenteilern 3 und 4 örtlich hintereinander angeordnet. Im gezeigten Beispiel besteht ein Antrieb 2a..2c jeweils aus einer Motorrolle 5 und einer über einen Riemen 6 damit verbundenen Hilfsrolle 7. Werden die Antriebe 2a..2c nun aktiviert, das heißt in Drehung versetzt, so wird ein Fördergut in an sich bekannter Weise in Förderrichtung z transportiert.

[0019] Fig. 2 zeigt weiterhin den Aufbau einer Motorrolle 5 nach dem Stand der Technik. Diese umfasst eine an den Rahmenteilern 3 und 4 befestigte und damit stillstehende Achse 8. Auf der Achse 8 sind zwei Lager 9 und 10 angeordnet, welche den äußeren Mantel 11 tragen. Auf der Achse 8 ist weiterhin die Statorwicklung 12 angeordnet. Auf dem äußeren Mantel 11 befinden sich zwei Deckel 13 und 14 zum Schutz des Inneren der Motorrolle 5 gegen Staub. Schließlich ist in der Motorrolle 5 eine Antriebssteuerung 15 angeordnet, welche elektrisch mit der Statorwicklung 12 verbunden ist. Ein Anschlusskabel 16, welches mit der Antriebssteuerung 15 verbunden ist, ist durch ein Loch in der Achse 8 (nicht dargestellt) nach außen geführt.

[0020] Über das Anschlusskabel 16 empfängt die Antriebssteuerung 15 Befehle von einer übergeordneten Steuerung (nicht dargestellt). Diese Steuerung kann einzelne Motorrollen 5 und damit Antriebe 2a..2c gezielt ansteuern, d.h. sie zu einer bestimmten Drehzahl, Beschleunigung oder Verzögerung veranlassen, und so ein Fördergut flexibel über die Fördereinrichtung 1 fördern. Dabei wird von der Antriebssteuerung 15 ein Drehfeld in der Statorwicklung 12 erzeugt, welches dann den äußeren Mantel 11 antreibt. Bei dem verwendeten Motor handelt es sich um einen an sich bekannten bürstenlosen („brushless“) Motor, im Eigentlichen also um eine Synchronmaschine, welche über Gleichspannung und einen Wechselrichter angetrieben wird.

[0021] In modernen Förderanlagen werden aus energetischen Gründen und auch wegen der Lärmbelastung in aller Regel nur jene Antriebe aktiviert, die zur Förderung eines Fördergutes unbedingt nötig sind. Wird zum Beispiel ein einzelner Gegenstand transportiert, welcher in Förderrichtung fünf Rollen überdeckt, so kann eine Zone gebildet werden, die beispielsweise sechs Rollen umfasst, innerhalb derer Rollen angetrieben werden. Diese Zone wandert mit dem geförderten Gegenstand mit, sodass im vorliegenden Beispiel immer nur sechs Rollen in Betrieb sind, egal wie lange die Fördereinrichtung ist.

[0022] Beispielsweise zeigt die US 6,729,463 dazu eine Fördereinrichtung mit flexiblen, insbesondere auch "wandernden" Zonen. Der Förderer umfasst eine Zonen-Adress-Schnittstelle, an die eine Vielzahl von Motoren gekoppelt ist, um zumindest eine Zonen-Kontroll-Einheit zu konfigurieren. Mit dieser Anordnung ist es möglich, beliebige, hintereinander liegende Motoren anzusteuern. Mit Hilfe von Sensoren, welche aus je einem Sende- und einem Empfangselement bestehen und jeweils bei einem Motor vorgesehen sind, kann die Position eines geförderten Objektes ermittelt werden. Da Förderanlagen beachtliche Ausmaße annehmen können ist daher eine Vielzahl solcher Sender/Empfängerpaare nötig. Die Förderanlage nach dem Stand der Technik ist daher teuer und aufgrund der Vielzahl an Sensoren fehleranfällig.

[0023] Darüber hinaus zeigt die JP 7206132 einen Rollenförderer, bei dem das Fördergut mit Hilfe einer am Beginn des Rollenförderers angeordneten Lichtschranke vermessen wird. Während des Transports des Förderguts über die Rollen wird die Position desselben anhand der von den Antrieben vorgegebene Geschwindigkeit laufend ermittelt und für die individuelle Ansteuerung der Motorrollen verwendet. Nachteilig an der JP 7206132 ist, dass Störungen auf der Fördereinrichtung mangels an Sensoren nicht erkannt werden. So werden zu große oder zu kleine Abstände zwischen den Förderobjekten, die zum Beispiel dadurch entstehen, dass zwischen den zu fördernden Objekten und den Förderrollen ein Schlupf vorliegt, nicht erkannt. Desgleichen bleiben auf der Förderstrecke (ggf. unerlaubterweise) entnommene oder hinzugefügte beziehungsweise vom Förderer gefallene Objekte unentdeckt.

[0024] Eine Fördereinrichtung der eingangs genannten Art ist darüber hinaus in der WO 2008/008716 A2 offenbart. Diese zeigt eine Fördereinrichtung mit einer Vielzahl von Zonen, welchen jeweils ein Anwesenheitsdetektor für ein Förderobjekt sowie ein Positionssensor zugeordnet sind. Mit Hilfe der beiden Sensoren wird ein Ist-Abstand einem Soll-Abstand ange-

glichen.

[0025] Die DE 10 2006 015689 A1 offenbart zudem ein System und ein Verfahren zum Steuern einer Fördertechnik mittels rechnergestützter Bilderkennung. Dabei werden kontinuierlich Zustandsbilder von vorbestimmten Bereichen der Fördertechnik mit einer Kamera erfasst und ein Zustandsbild ausgewertet, um eine Ist-Position des Förderguts in dem vorbestimmten Bereich der Förderstrecke zu bestimmen. Basierend auf einem Soll-/Ist-Vergleich für die Position wird ein Steuersignal zur Beeinflussung der Förderanlage ausgegeben.

[0026] Die US 2009/0114508 A1 offenbart schließlich eine Förderanlage, bei dem ein Abstand zwischen Förderobjekten vergrößert werden kann, sobald ein Kontakt zwischen den genannten Objekten festgestellt wird. Dazu wird die Fördergeschwindigkeit in einem Förderabschnitt dementsprechend erhöht oder gesenkt.

[0027] Während die in der US 6,729,463 offenbarte Lösung wegen der hohen Anzahl an Sensoren (insbesondere bei großen Anlagen) nicht praktikabel ist, erscheint die in der JP 7206132 offenbarte Lösung wegen der vielen unentdeckt bleibenden Störungen, die in der Praxis jedoch laufend auftreten, ebenfalls wenig zielführend. Insbesondere fehlt es an einer geeigneten Methode, den Betrieb einer Fördereinrichtung zu überwachen, ohne dass hierzu jedoch eine Unmenge an Sensoren nötig wäre.

[0028] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren anzugeben, welches die Überwachung des Betriebs einer Fördereinrichtung mit einer geringen Anzahl an Sensoren ermöglicht, beziehungsweise eine Fördereinrichtung anzugeben, welche die Umsetzung des genannten Verfahrens ermöglicht.

[0029] Die Aufgabe der Erfindung wird mit einem Verfahren der eingangs genannten Art gelöst, bei dem ein Wert für eine Wellenlänge beziehungsweise eine Periodendauer vorgegeben wird und eine Soll-Abfolge durch Vorsehen von Soll-Abständen zwischen den Objekten derart vorgegeben oder modifiziert wird, dass die Wellenlänge beziehungsweise Periodendauer der Soll-Abfolge größer ist als der besagte vorgegebene Wert.

[0030] Die Aufgabe der Erfindung wird weiterhin mit einer Fördereinrichtung der eingangs genannten Art gelöst, zusätzlich umfassend Mittel zum Vorgeben eines Wertes für eine Wellenlänge beziehungsweise für eine Periodendauer und zum Vorgeben oder Modifizieren einer Soll-Abfolge durch Vorsehen von Soll-Abständen zwischen den Objekten derart, dass die Wellenlänge beziehungsweise Periodendauer der Soll-Abfolge größer ist als der besagte vorgegebene Wert.

[0031] Erfindungsgemäß werden die Objekte auf der Fördereinrichtung so verteilt, dass sich eine Impulsfolge mit vorgebbarer Wellenlänge (bei Impulsfolgen auf Wegbasis) beziehungsweise Periodendauer (bei Impulsfolgen auf Zeitbasis) ergibt. Die absolute Position der Objekte kann mit umso höherer Sicherheit festgestellt werden, je größer die Wellenlänge/Periodendauer der Impulsfolge ist. Umgekehrt führt eine kurze Wellenlänge/Periodendauer dazu, dass das Ergebnis unsicherer wird, da nicht ohne weiteres festgestellt werden kann, welche Perioden der Impulsfolge miteinander verglichen werden.

[0032] Zudem wird ein Verfahren zur Verfügung gestellt, mit welchem der Betrieb einer Fördereinrichtung mit einer geringen Anzahl an Sensoren überwacht werden kann. Desgleichen wird eine Fördereinrichtung zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens offenbart. Erfindungsgemäß wird an einer ersten Position (z.B. zu Beginn der Fördereinrichtung) eine Soll-Abfolge von Belegungszuständen erfasst, also Informationen darüber, ob und wann sich Objekte an der genannten Position befinden. An einer zweiten Position wird auf ähnliche Weise eine Ist-Abfolge erfasst, d.h. Informationen darüber, ob und wann sich Objekte an der zweiten Position befinden. Diese beiden Abfolgen werden verglichen, und bei einer zu großen Abweichung wird ein Alarmsignal ausgegeben. Starke Abweichungen zeigen dabei Unregelmäßigkeiten im Betrieb oder sogar eine Funktionsstörung der Fördereinrichtung an. Alternativ oder zusätzlich ist das Einleiten von Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge an die Soll-Abfolge vorstellbar, d.h. die Antriebe der Fördereinrichtung werden entsprechend angesteuert, um diese Anglei-

chung zu verwirklichen.

[0033] Fördereinrichtungen können mitunter sehr lange sein, sodass die Position von Objekten aufgrund von Messtoleranzen nicht mehr hinreichend genau festgestellt werden kann. Auch bleiben entnommene oder hinzugefügte, beziehungsweise vom Förderer gefallene Objekte ohne weitere Maßnahmen über relativ lange Zeit unentdeckt. Aus diesem Grund werden im Verlauf der Fördereinrichtung Positionen vorgesehen, bei denen geprüft wird, ob die tatsächlichen Verhältnisse auf der Fördereinrichtung noch hinreichend genau den erwarteten Verhältnissen entsprechen. Auf diese Weise können Störungen im Betrieb der Fördereinrichtung relativ früh erkannt und auch behoben werden, sodass sich Störungen, die isoliert betrachtet vielleicht sogar an sich harmlos sind, nicht akkumulieren und möglicherweise zu einem Totalausfall der Fördereinrichtung führen können.

[0034] Schlupf zwischen den Antrieben und den Förderobjekten, sowie entnommene oder hinzugefügte Objekte können durch die Erfindung erkannt werden. Folglich kann bei einer Fördereinrichtung, bei der die Soll-Position eines Objektes mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit oder eines Soll-Wegs der Antriebe ermittelt werden, auf einfache Weise festgestellt werden, ob z.B. der Ist-Abstand zwischen den Objekten tatsächlich einem minimalen Soll-Abstand entspricht. Die Nachteile des Standes der Technik werden somit mit geringem technischen Aufwand überwunden. Die Erfindung kann schließlich auch darin gesehen werden, die Notwendigkeit einer Überwachung des ordnungsgemäßen Betriebs einer Fördereinrichtung zu erkennen, obwohl beispielsweise die Objektabstände an sich ohnehin gesteuert oder geregelt werden können.

[0035] Wie erwähnt kann die Soll-Abfolge an einer ersten Position ermittelt werden. In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird eine Soll-Abfolge von einer Steuerung jedoch nicht ermittelt sondern vorgegeben. Insbesondere ist eine Variante denkbar, bei der eine Abfolge von Objekten an der ersten Position erfasst wird und dann von einer Steuerung eine gewünschte Soll-Abfolge vorgegeben wird, wenn z.B. die erfasste Abfolge nicht erwünschten Kriterien entspricht. Beispielsweise können so zu geringe Abstände zwischen den Objekten erfasst und durch entsprechende Befehle an die Antriebe korrigiert werden. An der zweiten Position sollte die Ist-Abfolge dann der vorgegebenen Soll-Abfolge entsprechen.

[0036] An dieser Stelle wird angemerkt, dass sich die Bedeutung des Begriffs „Soll-Abfolge“ stets auf die zweite Position bezieht, egal ob sie von einer Steuerung vorgegeben wird oder an der ersten Position erfasst wird. Eine an der ersten Position erfasste Abfolge von Objekten ist zwar im eigentlichen Sinn auch eine „Ist-Abfolge“ (da sie ja zum Erfassungszeitpunkt tatsächlich vorhanden ist), stellt aber für die zweite Position eine „Soll-Abfolge“ dar (die in der Zukunft vorhanden sein soll). Die an der zweiten Position erfasste Ist-Abfolge kann aber ihrerseits wieder Soll-Abfolge für eine dritte Position werden usw. Das Verfahren kann also rekursiv durchgeführt werden.

[0037] Ein „Belegungszustand“ im Sinne der Erfindung ist eine Aussage darüber, ob eine Position oder ein Erfassungsbereich von einem Objekt belegt ist oder nicht belegt ist. Eine „Abfolge von Belegungszuständen“ ist eine zeitliche oder örtliche Abfolge der genannten Aussagen. Im einfachsten Fall ist eine Abfolge von Belegungszuständen ein Wechsel des Belegungszustands von belegt / nicht belegt auf nicht belegt / belegt. Mit diesem Wechsel wird die Vorderkante oder Hinterkante eines Objekts angezeigt.

[0038] Schließlich wird angemerkt, dass das Alarmsignal auch implizit dadurch „abgegeben“ werden kann, indem ein Gut-Signal ausbleibt. Das heißt, dass für eine Alarmierung nicht notwendigerweise ein Signal aktiv ausgegeben werden muss. Desweiteren wird darauf hingewiesen, dass sich das Signal sowohl an Personen als auch an eine übergeordnete Steuerung richten kann. Für Personen kommen dabei vorwiegend optische und/oder akustische Signale in Betracht, wohingegen ein Signal an eine übergeordnete Steuerung zumeist ein elektronisches sein wird. Alternativ sind dafür aber beispielsweise auch optische Signale oder Funksignale denkbar.

[0039] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie aus der Beschreibung in Zusammenschau mit den Figuren der Zeichnung.

[0040] Vorteilhaft ist es, wenn die Soll-Abfolge und die Ist-Abfolge in Form von Objektlängen und/oder Objektabständen verarbeitet werden. Bei dieser Variante der Erfindung werden die Objektlängen und/oder Objektabstände numerisch verarbeitet, beispielsweise können die entsprechenden Werte in einer Tabelle gespeichert werden. Die Abfolge von Objekten ergibt sich dann beispielsweise anhand der Reihenfolge der gespeicherten Werte. Selbstverständlich ist aber auch die Verwendung indizierter Tabellen möglich.

[0041] Vorteilhaft ist es auch, wenn die Soll-Abfolge und die Ist-Abfolge in Form einer Impulsfolge verarbeitet werden. Bei dieser Variante der Erfindung wird eine Abfolge von Objekten als Signal verarbeitet, im einfachsten Fall mit Hilfe einer digitalen Impulsfolge, welche zwischen den Werten 0 und 1 wechselt. Beispielsweise kann 0 „kein Objekt vorhanden“ und 1 „Objekt vorhanden“ bedeuten, aber auch eine umgekehrte Logik ist denkbar. Die Längen der Objekte oder der Abstände ergeben sich in diesem Fall aus der Länge der einzelnen Pulse oder Pausen. Denkbar ist aber natürlich auch, dass eine Impulsfolge analog verarbeitet wird.

[0042] Günstig ist es, wenn die Soll-Abfolge und Ist-Abfolge auf Basis der verstrichenen Zeit erfasst werden. Bei dieser Variante der Erfindung wird eine Impulsfolge über der Zeit aufgezeichnet. Objektlängen und Abstände können - wenn sie numerisch gespeichert werden - ebenfalls als (Durchlauf)Zeiten gespeichert werden, welche ein Objekt respektive ein Zwischenraum zwischen zwei Objekten zum Passieren der ersten oder zweiten Position benötigt. Aber auch deren Umrechnung in eine Länge anhand der von den Antrieben vorgegebenen Soll-Geschwindigkeit ist möglich.

[0043] Günstig ist es auch, wenn die Soll-Abfolge und Ist-Abfolge auf Basis des durch die Antriebe vorgegebenen Soll-Weges erfasst werden. Bei dieser Variante der Erfindung wird eine Impulsfolge über dem Weg aufgezeichnet. Wenn Objektlängen und Abstände numerisch verarbeitet werden, werden diese ebenfalls als Längen verarbeitet.

[0044] Bei einer vorteilhaften Variante der Erfindung bleibt beim Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge eine aufgrund der Entfernung zwischen erster Position und zweiter Position basierende Verschiebung unberücksichtigt. Beim Vergleichen der Soll-Abfolge mit der Ist-Abfolge wird die Verzögerung (bei Verarbeitung auf Zeitbasis) oder die Verschiebung (bei Verarbeitung auf Wegbasis), welche aus der Distanz zwischen erster und zweiter Position resultiert nicht berücksichtigt. Mit Hilfe dieser Variante der Erfindung kann beispielsweise festgestellt werden, ob die Ist-Position von Objekten auch ihrer Soll-Position entspricht. Dabei wird geprüft, ob die Verschiebung zwischen Soll-Abfolge und Ist-Abfolge einer erwarteten Verschiebung entspricht. Bei der Verarbeitung numerischer Werte kann dazu von den an der zweiten Position ermittelten Werten eine Zeit/ein Weg, welcher aus dem Abstand zwischen erster und zweiter Position herrührt, abgezogen werden. Diese Variante der Erfindung eignet sich besonders dann, wenn es auf die absolute Position der Objekte ankommt.

[0045] Bei einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung bleibt beim Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge eine Verschiebung zwischen einem Charakteristikum in der Soll-Abfolge und demselben Charakteristikum in der Ist-Abfolge unberücksichtigt. Hier wird der Vergleich bei Auftreten desselben Charakteristikums ausgelöst („getriggert“), beispielsweise bei einer steigenden Flanke der Impulsfolge. Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob die Impulsfolge als solche gleichgeblieben ist, also z.B. ob zwischen den Objekten der geforderte Abstand vorliegt, unabhängig von der tatsächlichen absoluten Position der Objekte. Bei der Verarbeitung numerischer Werte werden dazu einfach die Längen der Pulse und die Pausen zwischen den Pulsen betrachtet. Diese Variante der Erfindung eignet sich besonders dann, wenn es auf die absolute Position der Objekte nicht so sehr ankommt, aber die relative Position zwischen den Objekten überwacht werden soll.

[0046] Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Soll-Abfolge und Ist-Abfolge mit Hilfe einer Korre-

lationsfunktion verglichen werden. Bei dieser Variante werden aus der Nachrichtentechnik an sich bekannte Methoden verwendet, um den ordnungsgemäßen Betrieb einer Fördereinrichtung zu überwachen. Mit Hilfe einer an sich bekannten Korrelationsfunktion, kann der Grad der Ähnlichkeit, der Korrelationskoeffizient, zwischen zwei Abfolgen ermittelt werden. Wegen der Verschiebung der Impulsfolgen ist hier die Kreuzkorrelationsfunktion besonders geeignet. Alternativ kann aber auch die Autokorrelationsfunktion verwendet werden.

[0047] Günstig ist es, wenn die Länge der Objekte beim Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge unberücksichtigt bleibt. Auf diese Weise können die Abstände zwischen den Objekten überwacht werden. Beispielsweise kann geprüft werden, ob ein an der ersten Position ermittelter Abstand bis zur zweiten Position gleich geblieben ist. Alternativ kann auch geprüft werden, ob ein von einer Steuerung vorgegebener Abstand tatsächlich vorliegt.

[0048] Günstig ist es auch, wenn der Abstand zwischen den Objekten beim Vergleichen der Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge unberücksichtigt bleibt. Auf diese Weise können die Objektlängen überwacht werden. Entspricht eine Länge eines Objektes an der zweiten Position nicht der erwarteten Länge (z.B. der Länge, welche an der ersten Position ermittelt wurde), so ist dies ein Indiz dafür, dass es sich nicht um ein- und dasselbe Objekt handelt und der Fördereinrichtung ein Objekt entweder (unerlaubterweise) entnommen oder hinzugefügt wurde.

[0049] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen den Objekten unterschiedliche Abstände vorgesehen werden. Auf diese Weise kann die Wellenlänge/Periodendauer der Impulsfolge vergrößert werden.

[0050] Besonders vorteilhaft ist es, wenn zwischen Objekten gleicher Länge unterschiedliche Abstände vorgesehen werden. Insbesondere wenn auf der Fördereinrichtung Ladehilfsmittel (Kisten, Boxen, Paletten, u.dgl.) gleicher Größe verwendet werden, führt das Vorsehen gleicher Abstände zu einer sehr kleinen Wellenlänge/Periodendauer der erhaltenen Impulsfolge. Die Ermittlung der Absolutposition der Objekte ist daher mit sehr großen Unsicherheiten behaftet, da die Zuordnung der Objekte zu den Impulsen in der Impulsfolge kaum oder nicht mehr möglich ist.

[0051] Besonders vorteilhaft ist es auch, wenn zwischen Objekten unterschiedlicher Länge gleiche Abstände vorgesehen werden. Bei Objekten unterschiedlicher Länge ist in der Regel ohnehin eine vergleichsweise große Wellenlänge/Periodendauer der Impulsfolge gegeben, sodass gleiche Abstände zwischen den Objekten vorgesehen werden können, ohne die erwähnten Nachteile im Bezug auf die Wellenlänge/Periodendauer in Kauf nehmen zu müssen. Auf diese Weise kann der Durchsatz der Fördereinrichtung maximiert werden, da wegen zu kurzer Wellenlänge/Periodendauer ja keine größeren Abstände vorgesehen werden müssen, als dies aus Sicherheitsgründen erforderlich wäre.

[0052] In einer vorteilhaften Variante der Erfindung wird geprüft, ob eine in der Ist-Abfolge enthaltene Objektlänge der Länge zweier oder mehrere aufeinander folgender Objekte in der Soll-Abfolge entspricht, wenn eine Objektlänge in der Ist-Abfolge länger ausfällt als die in der Soll-Abfolge erwartete Objektlänge. Wenn dies zutrifft, wird ein Signal für fehlenden Abstand abgegeben. Wenn zwei Objekte unerwünschter Weise einander berühren, d.h. zwischen ihnen kein Sicherheitsabstand mehr vorliegt, so macht sich dies in der Impulsfolge dahingehend bemerkbar, dass an der zweiten Position ein längerer Puls als erwartet auftritt. Entspricht dessen Länge zumindest im Wesentlichen der Länge mehrerer benachbarter Einzelobjekte, so kann davon ausgegangen werden, dass der Abstand zwischen diesen Objekten nicht mehr vorhanden ist.

[0053] In einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung wird geprüft, ob ein in der Ist-Abfolge enthaltener Abstand von einem ersten Objekt zu einem benachbarten zweiten Objekt einem Abstand zwischen dem ersten Objekt und dem in der Soll-Abfolge nicht benachbarten zweiten Objekt entspricht, wenn ein Objektabstand in der Ist-Abfolge länger ausfällt als der in der Soll-Abfolge erwartete Objektabstand. Wenn dies zutrifft, wird ein Signal für ein fehlendes drittes Objekt abgegeben. Wenn ein Objekt (unerlaubter Weise) von der Fördereinrichtung

genommen wurde oder von dieser heruntergefallen ist, so macht sich dies in der Impulsfolge dahingehend bemerkbar, dass an der zweiten Position eine längere Pause als erwartet auftritt (bei positiver Logik). Entspricht deren Länge zumindest im Wesentlichen dem Abstand zweier in der Soll-Abfolge an sich nicht benachbarter Einzelobjekte, so kann davon ausgegangen werden, dass zwischen diesen Objekten zumindest ein Objekt fehlt.

[0054] In noch einer weiteren vorteilhaften Variante der Erfindung wird geprüft, ob ein in der Ist-Abfolge enthaltener Abstand von einem ersten Objekt zu einem nicht benachbarten zweiten Objekt einem Abstand zwischen dem ersten Objekt und dem in der Soll-Abfolge benachbarten zweiten Objekt entspricht wenn ein Objektabstand in der Ist-Abfolge kürzer ausfällt als der in der Soll-Abfolge erwartete Objektabstand. Wenn dies zutrifft, wird ein Signal für ein hinzugefügtes drittes Objekt abgegeben. Wenn ein Objekt (unerlaubter Weise) hinzugefügt wurde oder auf die Fördereinrichtung hinaufgefallen ist, so macht sich dies in der Impulsfolge dahingehend bemerkbar, dass an der zweiten Position eine kürzere Pause als erwartet auftritt (bei positiver Logik). Entspricht der Abstand zweier in der Soll-Abfolge benachbarter Einzelobjekte zumindest im Wesentlichen dem Abstand zweier in der Ist-Abfolge nicht benachbarter Einzelobjekte, so kann davon ausgegangen werden, dass zwischen diesen Objekten zumindest ein Objekt hinzugefügt wurde.

[0055] In einer günstigen Variante der erfindungsgemäßen Fördereinrichtung ist der Sensor dazu vorbereitet, einen Belegungszustand anhand der Anwesenheit/Abwesenheit eines Objekts in einem vom Sensor erfassten Bereich zu ermitteln. Beispielsweise können hierfür Lichtschranken mit und ohne Reflektor, einfache mechanische Schalter, welche durch die Objekte betätigt werden, Ultraschall-Sensoren, Laser, Radar-Sensoren, kapazitive Sensoren, Video-Kameras mit Bildverarbeitung, Infrarot-Sensoren, aber auch Barcode-Leser, RFID-Lesegeräte usw. verwendet werden. Selbstverständlich sind auch Mischformen der genannten Sensoren denkbar. Die genannten Sensoren sind bewährt für den Einsatz in der rauen Umgebung einer Fördereinrichtung.

[0056] Vorteilhaft ist es auch, wenn ein Sensor mehrere Bereiche erfasst. Für die Überprüfung mehrerer Erfassungsbereiche kann auch ein einziger Sensor vorgesehen werden, der in der Lage ist, beide Erfassungsbereiche gleichzeitig abzutasten. Alternativ können die Erfassungsbereiche auch sequentiell abgetastet werden. Wenn dies hinreichend schnell gegenüber der Fördergeschwindigkeit erfolgt, so wirkt sich die sequentielle Abtastung nur vernachlässigbar gering auf das erfindungsgemäße Verfahren beziehungsweise die erfindungsgemäße Fördereinrichtung aus.

[0057] Vorteilhaft ist es weiterhin, wenn der Sensor dazu vorbereitet ist, einen Belegungszustand anhand einer vom Antrieb abgegebenen Kraft oder einer davon abhängigen Größe zu ermitteln. Wenn ein Objekt in Kontakt mit einem Antrieb (z.B. einer Förderrolle) kommt, so geht dies in aller Regel mit einer Änderung der vom Antrieb abgegebenen Kraft beziehungsweise des abgegebenen Drehmoments einher. Dies kann in an sich bekannter Weise beispielsweise mit Hilfe von Dehnmeßstreifen oder Piezo-Sensoren gemessen werden. Aber auch eine indirekte Messung über den vom Motor aufgenommenen Strom ist natürlich möglich. Ändert sich der Strom in vordefinierter Weise, so ändert sich auch der Belegungszustand des Antriebs. Denkbar ist dabei auch, dass jeder Antrieb über eine solche Prüfmöglichkeit verfügt. Zwar werden bei dieser Variante prinzipiell keine „externen“ Sensoren wie zum Beispiel Lichtschranken benötigt, jedoch ist das genannte Messprinzip bei sehr leichten Objekten nur mehr bedingt einsetzbar, da bereits geringe Stromschwankungen zu Fehlinterpretationen über die Anwesenheit eines Objekts führen können. Bei einer Lichtschranke spielt das Gewicht eines Objektes dagegen keine Rolle. In einer vorteilhaften Variante werden daher verschiedene Sensorsysteme kombiniert, beispielsweise um deren Ergebnis auf Plausibilität zu überprüfen.

[0058] Günstig ist es auch, wenn die Soll-Geschwindigkeit zumindest eines Antriebs individuell und unterschiedlich zu den Soll-Geschwindigkeiten der übrigen Antriebe einstellbar ist. Auf diese Weise können die Objekte auf der Fördereinrichtung individuell bewegt werden. Die Fördereinrichtung ist somit besonders flexibel einsetzbar.

[0059] Günstig ist es zudem, wenn zur Erfassung je eines Bereichs je ein Sensor vorgesehen ist. Auf diese Weise kann die Fördereinrichtung insofern fehlertolerant gestaltet werden, als der Ausfall eines einzelnen Sensors in der Regel nicht zum Ausfall des gesamten Systems führt.

[0060] Günstig ist es auch, wenn die Fördereinrichtung einen Teilabschnitt einer Förderanlage bildet, welche mehrere, in der Förderrichtung örtlich hintereinander liegende Fördereinrichtungen umfasst. Häufig werden Förderanlagen in mehrere Teilabschnitte gegliedert um den Betrieb der Anlage zu vereinfachen. Die Erfindung kann nun vorteilhaft dazu eingesetzt werden, zwischen den Teilabschnitten insofern Klarheit herzustellen, als dass an der Schnittstelle zwischen zwei Teilabschnitten für die Prüfung der genannten Abfolgen gesorgt wird, sodass zumindest zu Beginn eines Teilabschnitts geordnete Verhältnisse vorliegen.

[0061] Vorteilhaft ist es, wenn die zweite Position in der Förderrichtung gesehen am Ende der Fördereinrichtung angeordnet ist. Mit dieser Maßnahme kann am Ende einer Fördereinrichtung, also bevor die geförderten Objekte die Fördereinrichtung verlassen, die Übereinstimmung zwischen Soll-Abfolge und Ist-Abfolge geprüft werden. Das Ergebnis kann an eine nachfolgende Förder- oder Manipulationseinheit übermittelt werden, die im Fehlerfall entsprechende Gegenmaßnahmen einleiten kann. Die zweite Position muss dabei nicht an der letzten möglichen Stelle der Fördereinrichtung angeordnet sein. Es genügt, wenn sich die genannte Position im Endbereich der Fördereinrichtung befindet.

[0062] In einer weiteren vorteilhaften Fördereinrichtung ist die zweite Position soweit vor dem Ende der Fördereinrichtung angeordnet, dass eine Anpassung der Ist-Abfolge an die Soll-Abfolge innerhalb der Fördereinrichtung noch möglich ist. Eine nachfolgende Förder- oder Manipulationseinheit kann dann davon ausgehen, dass die geforderte Abfolge an der Übergabestelle eingehalten wird. Dies ist insbesondere dann von großem Vorteil, wenn Fördereinrichtungen und/oder Manipulatoren verschiedener Hersteller zu einer Förderanlage kombiniert werden, denn es kann a priori nicht davon ausgegangen werden, dass jede Fördereinrichtung oder jeder Manipulator Objekte, zwischen denen beispielsweise ein bestimmter Abstand nicht mehr vorliegt, noch korrekt handhaben kann.

[0063] An dieser Stelle wird angemerkt, dass sich die zur erfindungsgemäßen Fördereinrichtung genannten Varianten und daraus resultierenden Vorteile gleichermaßen auf das erfindungsgemäße Verfahren beziehen und umgekehrt.

[0064] Die obigen Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung können auf beliebige Art und Weise kombiniert werden.

[0065] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

[0066] Es zeigen jeweils in stark schematisch vereinfachter Darstellung:

- [0067]** Fig. 1 einen Rollenförderer in perspektivischer Ansicht nach dem Stand der Technik;
- [0068]** Fig. 2 einen Schnitt durch eine schematisch dargestellte Motorrolle eines Rollenförderers nach dem Stand der Technik;
- [0069]** Fig. 3 eine schematische Darstellung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Fördereinrichtung;
- [0070]** Fig. 4 eine beispielhafte Abfolge von Objekten in Form einer Impulsfolge;
- [0071]** Fig. 5 eine beispielhafte Abfolge von Objekten in Form von numerischen Werten in einer Tabelle;
- [0072]** Fig. 6 eine Methode, in einer Impulsfolge eine vorgegebene Wellenlänge herzustellen;
- [0073]** Fig. 7 eine Impulsfolge unterschiedlich langer Objekte;
- [0074]** Fig. 8 einen Ablauf, bei dem zwei Objekte einander berühren;
- [0075]** Fig. 9 einen Ablauf, bei dem ein Objekt entnommen wird;

[0076] Fig. 10 einen Ablauf, bei dem ein Objekt hinzugefügt wird und

[0077] Fig. 11 einen Sensor, welche zwei Erfassungsbereiche abtastet.

[0078] Einführend wird festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäß auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können. Auch sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind bei einer Lageänderung sinngemäß auf die neue Lage zu übertragen.

[0079] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten einer erfindungsgemäßen Fördereinrichtung, wobei an dieser Stelle bemerkt sei, dass die Erfindung nicht auf die speziell dargestellten Ausführungsvarianten derselben eingeschränkt ist, sondern vielmehr auch diverse Kombinationen der einzelnen Ausführungsvarianten untereinander möglich sind und diese Variationsmöglichkeit aufgrund der Lehre zum technischen Handeln durch gegenständliche Erfindung im Können des auf diesem technischen Gebiet tätigen Fachmannes liegt.

[0080] Fig. 3 zeigt nun eine beispielhafte Fördereinrichtung 1, hier in Form eines Rollenförderers, mit mehreren in einer Förderrichtung z. örtlich hintereinander liegenden und individuell ansteuerbaren Antrieben 2, welche im gezeigten Beispiel drei Objekte 17..19 transportieren. Ein Antrieb 2 kann dabei aus einer Motorrolle 5 gebildet werden oder, wie in Fig. 1 dargestellt, beispielsweise auch aus einer Motorrolle 5 und einer oder mehreren mit einem Riemen 6 angetriebenen Hilfsrolle(n) 7. Denkbar ist natürlich auch, dass ein Antrieb aus einem (mehr oder minder kurzen) Förderband besteht. Beispielsweise kann über die Motorrolle 5 und die Hilfsrolle 7 in Fig. 1 ein Förderband gespannt werden, wenn dies aufgrund der Art der zu fördernden Objekten 17..19 vorteilhaft ist. Selbstverständlich kann die Länge des Förderbandes auch größer gewählt werden. Gleichermaßen kann natürlich auch eine Förderkette vorgesehen werden.

[0081] Im vorderen Bereich der Fördereinrichtung 1 ist bei einer ersten Position p_1 ein erster Erfassungsbereich B_1 und bei der zweiten Position p_2 ein zweiter Erfassungsbereich B_2 angeordnet. Die erste Position p_1 fällt in diesem Beispiel mit einer Referenzposition p_r zusammen, was aber nicht zwingend ist. Im vorliegenden Beispiel wird jeder Erfassungsbereich von einem eigenen Sensor überwacht. Dem ersten Erfassungsbereich B_1 ist daher ein erster Sensor 20, dem zweiten Erfassungsbereich B_2 ein zweiter Sensor 21 zugeordnet. Der Einfachheit halber wird für die folgenden Betrachtungen davon ausgegangen, dass es sich bei den Sensoren 20 und 21 um Lichtschranken handelt. Dies ist jedoch keinesfalls zwingend, wie später noch erläutert werden wird.

[0082] In der Fig. 3 sind auch nicht näher bezeichnete lokale Steuereinheiten entlang der Fördereinrichtung 1 angeordnet, welche Kommandos einer übergeordneten Steuerung empfangen und diese an die Antriebe 2 weiterverteilen.

[0083] Die Funktion der in der Fig. 3 dargestellten Anordnung ist wie folgt:

[0084] Am Anfang der Fördereinrichtung 1 werden zu verschiedenen Zeitpunkten verschiedene Objekte 17..19 abgelegt, welche in Folge von den Antrieben 2 weiterbefördert werden. Bei Passieren der ersten Position p_1 / des Referenzpunktes p_r beziehungsweise des ersten Erfassungsbereichs B_1 wird die Abfolge der Objekte 17..19 erfasst. Diese Abfolge enthält Informationen über die Länge der Objekte 17..19 und/oder den Abstand zwischen den Objekten 17..19. In diesem Beispiel wird die Abfolge mit Hilfe des Belegungszustands des ersten Erfassungsbereichs B_1 ermittelt (Lichtschranke 20 belegt/nicht belegt). Der erste Erfassungsbereich B_1 ist dabei so angeordnet, dass die Objekte 17..19 vor diesem auf der Fördereinrichtung 1 abgelegt werden können. Vorteilhaft ist es, wenn die Objekte 17..19 bei Passieren des Erfassungsbereichs B_1 bereits mit konstanter Geschwindigkeit bewegt werden oder zumindest so beschleunigt wurden, dass die Antriebe 2 nicht (mehr) durchrutschen. Der Erfassungsbereich B_1 kann aber auch ganz zu Beginn der Fördereinrichtung 1 angeordnet sein, beispielsweise wenn von der Fördereinrichtung 1 noch eine andere (nicht dargestellte) Fördereinrichtung vorgesehen ist,

und daher kein Platz für das Ablegen von Objekten 17..19 vorgesehen werden braucht.

[0085] Alternativ oder zusätzlich kann auch die vom ersten Antrieb 2 abgegebene Kraft, beispielsweise in Form des vom Motor aufgenommenen Stroms, dazu herangezogen werden, die genannte Abfolge zu ermitteln. Schwankungen im Motorstrom zeigen an, wann ein Objekt 17..19 vom betreffenden Antrieb 2 gerade gefördert wird oder nicht. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform werden die Informationen vom ersten Sensor 20 und vom ersten Antrieb 2 miteinander abgeglichen, um Fehler bei der initialen Erfassung der Objekte 17..19 weitgehend zu vermeiden.

[0086] Eine Soll-Position eines Objektes 17..19 kann nun mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe 2 und der Zeit, welche seit Passieren des Referenzpunkts p_r verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben 2 vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren des Referenzpunkts p_r durchquert ist, ermittelt werden. Mit dieser Information und der Länge eines Objektes 17..19 können nun in an sich bekannter Weise diejenigen Antriebe 2 ermittelt werden, welche gerade in Kontakt mit einem Objekt 17..19 stehen und entsprechend angesteuert werden. Um Kollisionen zu vermeiden werden von einer Steuerung der Fördereinrichtung 1 in diesem Beispiel Soll-Abstände zwischen den Objekten 17..19 vorgesehen, die entsprechend gesteuert oder geregelt werden, am einfachsten dadurch, dass alle Antriebe 2 dieselbe Soll-Geschwindigkeit vorgeben. Die Förderung von Objekten 17..19 mit Hilfe individuell ansteuerbarer Antriebe 2 ist prinzipiell bekannt und wird daher hier nicht im Detail erläutert.

[0087] Klar ist jedenfalls, dass sich die Ist-Geschwindigkeit beziehungsweise Ist-Position eines Objektes 17..19 nicht zwangsläufig mit der Soll-Geschwindigkeit beziehungsweise der Soll-Position des jeweiligen Objektes 17..19 deckt. Beispielsweise kann ein Antrieb 2 beim Beschleunigen eines Objektes 17..19 durchrutschen und so eine genaue Positionsbestimmung über die Soll-Geschwindigkeit beziehungsweise den Soll-Weg der Antriebe vereiteln. Desgleichen kann ein Objekt 17..19 beim Abbremsen über einen Antrieb 2 hinweg rutschen oder von nachfolgenden Objekten 17..19 weitergeschoben werden. Schließlich kann ein Objekt 17..19 überhaupt von der Fördereinrichtung 1 entnommen werden oder von dieser herunterfallen, oder es wird ein Objekt 17..19 hinzugefügt. Im praktischen Betrieb einer Förderanlage 1 kann all dies leicht vorkommen.

[0088] Erfindungsgemäß wird nun geprüft, ob die an der ersten Position p_1 ermittelte Soll-Abfolge von Objekten 17..19 beziehungsweise eine von einer Steuerung vorgegebene Soll-Abfolge bei der zweiten Position p_2 noch vorliegt. Zu diesem Zweck wird die Abfolge der Objekte 17..19 bei Passieren der zweiten Position p_2 beziehungsweise des zweiten Erfassungsbereichs B_2 erfasst. Dies erfolgt mit Hilfe des Belegungszustands des zweiten Erfassungsbereichs B_2 (Lichtschranke 21 belegt/nicht belegt). Alternativ oder zusätzlich kann auch hier die vom ersten Antrieb 2 abgegebene Kraft, beispielsweise in Form des vom Motor aufgenommenen Stroms, dazu herangezogen werden, die genannte Abfolge zu ermitteln.

[0089] In einem weiteren Schritt wird die Ist-Abfolge mit der Soll-Abfolge verglichen und ein Alarmsignal abgegeben, wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet. Alternativ oder zusätzlich können auch Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge an die Soll-Abfolge eingeleitet werden, d.h. die Antriebe 2 werden entsprechend angesteuert, um eine gewünschte Abfolge wieder herzustellen.

[0090] Gegebenenfalls kann das Auftreten einer Abweichung auch auf einem Bedienpult der Förderanlage 1 angezeigt werden. Denkbar ist auch, dass bei Auftreten einer Abweichung von einem „Normalbetrieb“ in einen „Störbetrieb“ umgeschaltet wird, in dem zusätzliche Vorkehrungen getroffen werden. Beispielsweise kann die Fördergeschwindigkeit auf der gesamten Förderanlage 1 oder auf nur einem Teil derselben reduziert werden. Werden keine oder tolerierbare Abweichungen detektiert, dann kann wieder in den Normalbetrieb umgeschaltet werden.

[0091] Fig. 4 zeigt nun den Verlauf einer beispielhaften Soll-Abfolge A_1 bei der ersten Position p_1 sowie den Verlauf einer beispielhaften Ist-Abfolge A_2 bei der zweiten Position p_2 . In diesem Beispiel werden die Abfolgen A_1 , A_2 als Impulsfolgen verarbeitet. Dabei wird der Belegungszu-

stand Z über der Zeit t oder dem Weg s verarbeitet, je nachdem ob die Erfassung des Belegungszustands Z auf Zeitbasis oder Wegbasis (Soll-Weg der Antriebe 2) erfolgt.

[0092] Den Impulsen sind dabei die Objekte 17..19 zugeordnet. Im gezeigten Beispiel werden die Impulsfolgen mittels positiver Logik verarbeitet, sodass die Breite des Impulses, welcher dem Objekt 17 zugeordnet ist, dessen Länge l_{17} beziehungsweise der Zeit, welche das Objekt 17 für das Passieren der ersten Position p_1 benötigt (=Durchlaufzeit) $t(l_{17})$, entspricht. Desgleichen ist in der Impulsfolge A_1 auch die Länge l_{18} des Objekts 18 beziehungsweise dessen Durchlaufzeit $t(l_{18})$, sowie die Länge l_{19} des Objekts 19 beziehungsweise dessen Durchlaufzeit $t(l_{19})$ zu sehen. In analoger Weise können auch die Abstände zwischen den Objekten 17..19 bestimmt werden. So liegt zwischen dem Objekt 17 und dem Objekt 18 der Abstand a_{17} beziehungsweise die Durchlaufzeit $t(a_{17})$ und zwischen dem Objekt 18 und dem Objekt 19 der Abstand a_{18} beziehungsweise die Durchlaufzeit $t(a_{18})$ vor (Hinweis: die Impulsfolge entspricht nicht der in Fig. 1 gezeigten Abfolge der Objekte 17..19).

[0093] An der zweiten Position p_2 wird die Abfolge der Objekte 17..19 ebenfalls ermittelt. Im gezeigten Beispiel ist zwischen der Soll-Abfolge A_1 und der an der zweiten Position p_2 ermittelten Ist-Abfolge A_2 kein Unterschied feststellbar, das heißt die Objekte 17..19 haben ihren Abstand zueinander nicht verändert. Dies kann dadurch geprüft werden, dass eine Verschiebung y , $t(y)$ zwischen einem Charakteristikum in der Soll-Abfolge A_2 und demselben Charakteristikum in der Ist-Abfolge A_1 unberücksichtigt bleibt. In diesem Beispiel ist das Charakteristikum der Flankenanstieg des Objekts 17, d.h. der Vergleich wird auf diesen Anstieg „getriggert“. Selbstverständlich kann auch jedes andere Charakteristikum dazu herangezogen werden, beispielsweise fallende Flanken, das Auftreten eines Impulses mit bestimmter Breite oder das Auftreten einer Impulspause mit bestimmter Breite.

[0094] Bei einer anderen Betrachtungsweise, bei der eine aufgrund der Entfernung x (siehe Fig. 3) zwischen erster Position p_1 und zweiter Position p_2 basierende Verschiebung x , $t(x)$ unberücksichtigt bleibt, stellt sich heraus, dass die tatsächliche absolute Position der Objekte 17..19 nicht der erwarteten Position entspricht. Die Objekte 17..19 sind um den Fehler f beziehungsweise die Fehlerzeit $t(f)$ (=Verzögerungszeit) nach hinten verschoben.

[0095] Vorteilhaft werden die Soll-Abfolge A_1 und Ist-Abfolge A_2 mit Hilfe einer Korrelationsfunktion miteinander verglichen. Dabei werden Methoden, welche an sich aus der Nachrichtentechnik bekannt sind, auf die Überwachung eines Betriebszustands der Fördereinrichtung 1 angewandt. Die Korrelation ist allgemein betrachtet ein Maß dafür, wie ähnlich sich die zu untersuchenden Funktionen sind. Die Korrelation der Impulsfolgen kann dabei hardware- oder softwaremäßig bestimmt werden, beispielsweise mit dazu geeigneten Signalprozessoren oder mit einem Field Programmable Gate Array (kurz FPGA).

[0096] Der Korrelationskoeffizient ist ein dimensionsloses Maß für den Grad des linearen Zusammenhangs zwischen den Impulsfolgen. Er kann Werte zwischen 0 und 1 annehmen. Bei einem Wert von 1 besteht ein vollständig positiver linearer Zusammenhang zwischen den Impulsfolgen, d.h. die Impulsfolgen sind identisch. Wenn der Korrelationskoeffizient den Wert 0 aufweist, hängen die beiden Impulsfolgen überhaupt nicht linear voneinander ab, d.h. die Impulsfolgen weisen keinerlei Ähnlichkeit auf. Der Korrelationskoeffizient kann somit direkt als Schwellwert für die Abgabe eines Alarmsignals herangezogen werden. Beispielsweise kann vorgesehen werden, dass ein Alarmsignal abgegeben wird, wenn der Korrelationskoeffizient unter 0.95 fällt. Alternativ oder zusätzlich können auch Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge A_2 an die Soll-Abfolge A_1 eingeleitet werden, was auch die Einleitung weiterer Untersuchungen des Grunds für die Abweichung beinhaltet, beispielsweise die Prüfung ob Objekte 17..19 fehlen (siehe auch weiter unten).

[0097] In der Signalanalyse wird die Kreuzkorrelationsfunktion zur Beschreibung der Korrelation zweier Signale, hier der Soll-Abfolge A_1 und der Ist-Abfolge A_2 , bei unterschiedlichen Zeitverschiebungen zwischen den beiden Signalen eingesetzt. Somit kann der Grad der Übereinstimmung der Soll-Abfolge A_1 mit der Ist-Abfolge A_2 durch Bilden der Kreuzkorrelation ermittelt werden. Weil die Soll-Abfolge A_1 und die Ist-Abfolge A_2 auf derselben Abfolge von Objekten

17..19 basiert, kann die Korrelation auch mit Hilfe der Autokorrelationsfunktion ermittelt werden. Je nachdem, ob der lineare Zusammenhang zwischen zeitgleichen Messwerten zweier verschiedener Merkmale oder derjenige zwischen zeitlich verschiedenen Messwerten eines einzigen Merkmals betrachtet wird, spricht man entweder von der Kreuzkorrelation oder von der Autokorrelation.

[0098] Fig. 5 zeigt eine Tabelle mit numerisch gespeicherten Werten der ermittelten (oder vorgegebenen) Objektängen l_{17} , l_{18} , l_{19} und Abstände a_{17} , a_{18} bei der ersten Position p_1 und numerisch gespeicherten Werten der ermittelten Objektängen l_{17} , l_{18} , l_{19} und Abstände a_{17} , a_{18} bei der zweiten Position p_2 . Durch Vergleich der Werte kann unmittelbar eine Abweichung zwischen Soll-Abfolge A_1 und Ist-Abfolge A_2 ermittelt werden. Als Schwellwert für die Auslösung eines Alarmsignals können maximale absolute oder relative Abweichungen zwischen zwei Werten vorgesehen werden. Beispielsweise kann auch der Mittelwert mehrerer Abweichungen oder der Maximalwert mehrerer Abweichungen mit einem Schwellwert verglichen werden.

[0099] In einer vorteilhaften Variante der Erfindung bleiben die Längen l_{17} , l_{18} , l_{19} der Objekte 17..19 beim Vergleichen der Ist-Abfolge A_2 mit der Soll-Abfolge A_1 unberücksichtigt. Somit werden lediglich die Abstände a_{17} , a_{18} zwischen den Objekten 17..19 überwacht. Umgekehrt kann auch der Abstand a_{17} , a_{18} zwischen den Objekten 17..19 unberücksichtigt bleiben. Somit werden lediglich die Längen l_{17} , l_{18} , l_{19} der Objekte 17..19 überwacht. Letzteres ist sinnvoll, um fehlende oder hinzugekommene Objekte zu identifizieren. Selbstverständlich können die Längen l_{17} , l_{18} , l_{19} der Objekte und die Abstände a_{17} , a_{18} zwischen den Objekten 17..19 natürlich auch gleichzeitig überwacht werden.

[00100] Fig. 6 zeigt eine Soll-Abfolge A_1 von Objekten 17..19 gleicher Länge l_{17} , l_{18} , l_{19} zwischen denen gleiche Abstände a_{17} , a_{18} vorliegen (Hinweis: in dieser Figur und den folgenden Figuren sind - völlig wahlfrei - Impulsfolgen auf Wegbasis gezeigt. Die daraus resultierende Lehre bezieht sich aber gleichermaßen auch auf Impulsfolgen auf Zeitbasis). Aus der Fig. 6 ist leicht zu sehen, dass die Impulsfolge A_1 - zumindest im abgegrenzten Bereich zwischen erstem und letztem Impuls eine Wellenlänge λ aufweist (bei einer Impulsfolge auf Zeitbasis würde äquivalent eine Periodendauer vorliegen). Dies hat zur Folge, dass die Korrelationsfunktion an mehreren Stellen, nämlich im Abstand der Wellenlänge λ Maxima aufweist, sodass die absolute Position der Objekte 17..19 nicht ohne weiteres festgestellt werden kann. Entweder es werden zusätzliche Informationen verarbeitet oder es muss ein längerer Beobachtungszeitraum gewählt werden, sodass eine nicht periodische Impulsfolge resultiert. Im gezeigten Beispiel sollte daher ein Bereich $> 3\lambda$ betrachtet werden.

[00101] Dieser lange Beobachtungszeitraum führt nun dazu, dass Unregelmäßigkeiten im Betrieb der Fördereinrichtung 1 oder gar Betriebsstörungen gegebenenfalls erst relativ spät entdeckt werden. Aus diesem Grund wird eine Soll-Abfolge A_1 in einer bevorzugten Variante derart vorgegeben, dass deren Wellenlänge λ (beziehungsweise Periodendauer) größer ist als ein vorgegebbarer Wert. Dabei werden zwischen den Objekten 17..19, insbesondere wenn diese gleiche Länge l_{17} , l_{18} , l_{19} aufweisen, unterschiedliche Abstände a_{17} , a_{18} vorgesehen.

[00102] Im gezeigten Beispiel wird an der ersten Position p_1 eine „ungünstige“ Soll-Abfolge A_1 ermittelt. Eine Steuerung der Fördereinrichtung 1 modifiziert diese Soll-Abfolge A_1 nun dahingehend, dass die Wellenlänge λ größer wird beziehungsweise größer als ein vorgegebbarer Wert wird. Zu diesem Zweck wird das Objekt 18 etwas nach vor verschoben (siehe die strichlierte Soll-Abfolge in Fig. 6), d.h. gegenüber den anderen Objekten 17 und 19 etwas beschleunigt. Die Steuerung steuert dazu die Antriebe 2 entsprechend an. Wie aus der Fig. 6 leicht ersichtlich ist, liegt nun keine periodische Impulsfolge mehr vor. An der zweiten Position p_2 wird nun wie gehabt eine Ist-Abfolge A_2 erfasst und mit der Soll-Abfolge A_1 verglichen. Die Kreuzkorrelationsfunktion liefert nun nur mehr ein Maximum, sodass die Absolutposition der Objekte 17..19 genau festgestellt werden kann. Selbstverständlich kann eine größere Wellenlänge λ auch durch Verschieben anderer Objekte 17..19 hergestellt werden.

[00103] Fig. 7 zeigt nun eine Situation, in der Objekte 17..19 unterschiedlicher Länge l_{17} , l_{18} , l_{19} gefördert werden. Wie leicht einsehbar ist, ist das Vorsehen unterschiedlicher Abstände a_{17} , a_{18}

für die Realisierung einer „langen“ Wellenlänge λ nicht erforderlich. Um den Durchsatz der Fördereinrichtung 1 zu maximieren, werden nun gleiche Abstände a_{17} , a_{18} zwischen den Objekten 17..19 vorgesehen, mit denen die geforderte Sicherheit vor Kollisionen von Objekten 17..19 (gerade) noch erfüllt werden kann.

[00104] Fig. 8 zeigt einen Ablauf, bei dem das Objekt 17 zwischen erster Position p_1 und zweiter Position p_2 gegenüber den anderen Objekten 18 und 19 verzögert wird und schließlich am zweiten Objekt 18 anliegt. Vorteilhaft wird nun geprüft, ob eine in der Ist-Abfolge A_2 enthaltene Objektlänge $l_{17}+l_{18}$ der Länge l_{17} , l_{18} zweier oder mehrere aufeinander folgender Objekte 17, 18 in der Soll-Abfolge A_1 entspricht, wenn eine Objektlänge $l_{17}+l_{18}$ in der Ist-Abfolge A_2 länger ausfällt als die in der Soll-Abfolge A_1 erwartete Objektlänge l_{17} . Trifft dies zu, so wird ein Signal für fehlenden Abstand abgegeben. Auf diese Weise kann festgestellt werden, ob zwischen zwei Objekten 17, 18 überhaupt kein Abstand mehr vorhanden ist.

[00105] Fig. 9 zeigt einen Ablauf, bei dem das Objekt 18 zwischen erster Position p_1 und zweiter Position p_2 verschwindet, d.h. aus der Fördereinrichtung 1 entnommen wird oder aus dieser herausfällt. Vorteilhaft wird nun geprüft, ob ein in der Ist-Abfolge A_2 enthaltener Abstand a_{17-19} von einem ersten Objekt 17 zu einem benachbarten zweiten Objekt 19 einem Abstand a_{17-19} zwischen dem ersten Objekt 17 und dem in der Soll-Abfolge A_1 nicht benachbarten zweiten Objekt 19 entspricht, wenn ein Objektabstand a_{17-19} in der Ist-Abfolge A_2 länger ausfällt als der in der Soll-Abfolge A_1 erwartete Objektabstand a_{17} . Trifft dies zu, so wird ein Signal für ein fehlendes drittes Objekt 18 abgegeben. Auf diese Weise können fehlende Objekte 18 festgestellt werden. Das Alarmsignal kann dabei unspezifisch sein (d.h. keine Angabe über das Objekt 18 enthalten) oder spezifisch (z.B. „Objekt 18 fehlt“).

[00106] Fig. 10 zeigt nun einen Ablauf, bei dem ein Objekt 18 zwischen erster Position p_1 und zweiter Position p_2 hinzugefügt wird, d.h. in die Fördereinrichtung 1 gelegt wird oder auf diese hinauffällt. Vorteilhaft wird nun geprüft, ob ein in der Ist-Abfolge A_2 enthaltener Abstand a_{17-19} von einem ersten Objekt 17 zu einem nicht benachbarten zweiten Objekt 19 einem Abstand a_{17-19} zwischen dem ersten Objekt 17 und dem in der Soll-Abfolge A_1 benachbarten zweiten Objekt 19 entspricht, wenn ein Objektabstand a_{17} in der Ist-Abfolge A_2 kürzer ausfällt als der in der Soll-Abfolge A_1 erwartete Objektabstand a_{17-19} . Trifft dies zu, so wird ein Signal für ein hinzugefügtes drittes Objekt 18 abgegeben. Auf diese Weise können hinzugekommene Objekte 18 festgestellt werden.

[00107] Wie gezeigt werden konnte, können sowohl zu große Abstände a_{17} , a_{18} detektiert werden (vermindern die Kapazität der Fördereinrichtung) oder aber auch zu kleine (können Störungen verursachen). Ein falscher Abstand a_{17} , a_{18} kann in Folge durch entsprechende Ansteuerung der Antriebe 2 korrigiert werden. Neben falschen Abständen a_{17} , a_{18} können aber auch fehlende oder hinzugekommene Objekte 18 erkannt werden.

[00108] Die Positionen der Objekte 17..19 beziehungsweise die Abstände a_{17} , a_{18} zwischen denselben können in den verschiedenen Betriebsarten in an sich bekannter Weise mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe 2 und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts p_r verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben 2 vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts p_r durchquert ist, bestimmt werden. Erfindungsgemäß wird dann z.B. die Position der Objekte 17..19 und die Einhaltung der Abstände a_{17} , a_{18} wie bereits beschrieben wurde geprüft. Ein besonderer Vorteil der Erfindung besteht nun aber auch darin, dass der Betrieb der Fördereinrichtung 1 prinzipiell auch nur durch Ausführen des erfindungsgemäßen Verfahrens möglich ist. Das heißt, das erfindungsgemäße Verfahren wird dann nicht bloß passiv zur Überprüfung des Betriebs der Fördereinrichtung 1 eingesetzt, sondern aktiv zu deren Steuerung/Regelung. Auf diese Weise kann ein Notbetrieb der Fördereinrichtung 1 selbst dann aufrechterhalten werden, wenn die nach dem Stand der Technik bekannte Positions- und Abstandsbestimmung über den Referenzpunkt p_r nicht möglich ist, weil z.B. wichtige Komponenten ausgefallen sind. Dieser Notbetrieb kann gegebenenfalls auch während des Tauschs defekter Komponenten aufrechterhalten werden. In diesem Fall wird das erfindungsgemäße Verfahren ohne einer Bestimmung einer Soll-Position eines Objektes 17..19 mit

Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe 2, 2a..2c und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts p_r verstrichen ist, beziehungsweise ohne einer Bestimmung mit Hilfe eines von den Antrieben 2, 2a..2c vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts p_r durchquert ist, sowie ohne einer Steuerung oder Regelung eines Soll-Abstands zwischen zwei Objekten 17..19 anhand der besagten Soll-Position ausgeführt. Die erfindungsgemäße Fördereinrichtung 1 ist damit nicht nur besonders sicher sondern auch besonders fehler-tolerant.

[00109] Selbstverständlich können beliebig viele zweite Positionen p_2 vorgesehen werden. Dabei kann an jeder zweiten Position p_2 die jeweils ermittelte Ist-Abfolge A_2 mit der an der ersten Position p_1 vorliegenden oder vorgegebenen Soll-Abfolge A_1 verglichen werden. Alternativ oder zusätzlich ist vorstellbar, dass das erfindungsgemäße Verfahren rekursiv ausgeführt wird, das heißt nach Vergleich der an der zweiten Position p_2 ermittelten Ist-Abfolge A_2 mit der an der ersten Position p_1 vorliegenden oder vorgegebenen Soll-Abfolge A_1 wird die zweite Position p_2 zur ersten Position p_1 im Bezug auf eine weitere zweite Position. Es folgt ein weiterer Vergleich der an der neuen zweiten Position p_2 ermittelten Ist-Abfolge A_2 mit der an der neuen ersten Position p_1 (entspricht der alten zweiten Position p_2) vorliegenden oder vorgegebenen Soll-Abfolge A_1 usw.

[00110] Fig. 11 zeigt nun eine Variante der Erfindung, bei welcher der erste und der zweite Erfassungsbereich B_1 und B_2 von einem einzigen Sensor 22 erfasst, beziehungsweise abgetastet wird. Beispielsweise handelt es sich bei dem Sensor 22 um einen Laser, welcher über der Fördereinrichtung 1 angeordnet ist und verschwenkt werden kann. Dabei reicht es aus, wenn anstelle des ganzen Gerätes bloß der Laserstrahl in an sich bekannter Weise mit Hilfe eines Spiegels abgelenkt werden kann. Der Laserstrahl kann nun zwischen erstem und zweitem Erfassungsbereich B_1 und B_2 hin- und her bewegt werden, beziehungsweise kann diese auch zeilenweise abtasten. Moderne Laserablenkeinheiten sind in der Regel derart schnell, dass sich die zeitliche Verzögerung zwischen Erfassung des ersten Bereichs B_1 und des zweiten Bereichs B_2 für die Erfindung nur unwesentlich auswirkt. Für die Belange der Erfindung kann daher in der Regel von einer quasi-gleichzeitigen Erfassung ausgegangen werden. Durch an sich bekannte Laserabstands-messung, die prinzipiell auch ohne eigens dafür vorgesehenen Reflektor möglich ist, kann nun festgestellt werden, ob sich Objekte 17..19 im Erfassungsbereich B_1 , B_2 befinden, da sich der vom Sensor 22 gemessene Abstand bei Eintritt eines Objektes 17..19 in den Erfassungsbereich B_1 , B_2 ja sprunghaft ändert (streng genommen gilt dies aber nur für Objekte 17..19 einer gewissen Höhe, also nicht flachen Objekten 17..19 - es sei denn, der Sensor 22 misst bei leerem Erfassungsbereich B_1 , B_2 durch die Fördereinrichtung 1 hindurch, z.B. kann der Laser 22 den Raum zwischen zwei Rollen 5 und 6 abtasten). Selbstverständlich können natürlich auch Reflektoren bei den Erfassungsbereichen B_1 und B_2 vorgesehen werden, wenn-gleich hier in der rauen Betriebsumgebung stets die Gefahr von Verschmutzung und Bruch präsent ist. Vorteilhaft werden so auch flache Objekte 17..19 auf jeden Fall detektiert.

[00111] In gleicher Weise können auch andere Sensoren 22 angewendet werden, welche ihre Umgebung strahlförmig erfassen können. Als Beispiele seien hier Ultraschall-Abstandssensoren und Radar-Abstandssensoren beziehungsweise eine Video-Kamera mit angeschlossener Bild-verarbeitung genannt. Selbstverständlich können diese auch für die Erfassung mehrerer Bereiche B_1 , B_2 vorgesehen werden und selbstverständlich können auch mehrere solcher Sensoren vorgesehen werden. Der besondere Vorteil an dieser Variante der Erfindung liegt darin, dass die Erfassungsbereiche B_1 , B_2 sehr flexibel erfolgen kann, sowohl hinsichtlich ihrer Form und Größe als auch ihrer Position. Durch entsprechende Umprogrammierung, z.B. der Ablenkeinheit des Laserstrahls, können die Erfassungsbereiche B_1 , B_2 bei veränderten Betriebsbedingungen einfach umgeordnet werden.

[00112] In Fig. 11 befindet sich der Sensor 22 nur in geringer Höhe über der Fördereinrichtung 1. Denkbar ist jedoch auch, dass sich der Sensor 22 in größerem Abstand zur Fördereinrichtung 1 befindet. Beispielsweise kann der Sensor 22 an der Decke einer Halle, in der sich die Fördereinrichtung 1 befindet, angebracht sein. In diesem Fall kann der Sensor 22 zum Beispiel beide Erfassungsbereiche B_1 und B_2 unter relativ steilem Winkel erfassen. Aus der in der Fig.

11 gezeigten Position ist dies nur unter sehr flachem Winkel möglich, was die Wahrscheinlichkeit für Fehlerfassungen stark erhöht.

[00113] Die Erfindung wurde vorwiegend anhand von Erfassungsbereichen B_1 und B_2 erläutert. Diese können durch verschiedene Arten von Sensoren 20..22 abgetastet werden. Beispielsweise können Lichtschranken mit und ohne Reflektor, einfache mechanische Schalter, welche durch die Objekte 17..19 betätigt werden, Ultraschall-Sensoren, Laser, Radar-Sensoren, kapazitive Sensoren, Video-Kameras mit Bildverarbeitung, Infrarot-Sensoren, aber auch Barcode-Leser, RFID-Lesegeräte usw. verwendet werden. Selbstverständlich sind auch Mischformen der genannten Sensoren denkbar.

[00114] Weiterhin wurde die Erfindung vorwiegend anhand von Impulsfolgen erläutert. Selbstverständlich ist das Gesagte aber auch auf numerisch verarbeitete Werte anwendbar. Beispielsweise ist eine Wellenlänge/Periodendauer einer Soll-Abfolge A_1 oder Ist-Abfolge A_2 in einer Tabelle nach Fig. 5 insofern sichtbar, als sich die Abfolge von Zahlen periodisch wiederholt. Bei z.B. einer Abfolge von Objekten 17..19 gleicher Länge l_{17} , l_{18} , l_{19} mit gleichen Abstände a_{17} , a_{18} zwischen diesen wiederholen sich die Werte alle zwei Zeilen. Die Wellenlänge oder Periodendauer kann in diesem Fall daher auch als Anzahl von Zeilen angegeben oder aufgefasst werden. Ähnlich wie beim Vergleich von Impulsfolgen, bei denen nicht zwangsläufig klar ist, welcher Impuls zu welchem Objekt 17..19 gehört, ist auch hier nicht ohne weiteres klar, welche Zeile der Soll-Abfolge A_1 mit welcher Zeile der Ist-Abfolge A_2 verglichen werden soll, das heißt es ist nicht klar welcher der identischen Längen l_{17} , l_{18} , l_{19} welches Objekt 17..19 zugeordnet ist. Eine Verschiebung zwischen Soll-Abfolge A_1 oder Ist-Abfolge A_2 bleibt daher unter Umständen unentdeckt.

[00115] Die Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann in Hardware und/oder Software erfolgen. Beispielsweise werden in einem Speicher entsprechende Programmschritte und Parameter abgespeichert, welche zur Laufzeit von einem Prozessor ausgelesen und abgearbeitet werden. Eine weitere Möglichkeit wäre, dafür eine SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) einzusetzen. Denkbar ist beispielsweise auch, dass die Erfindung mit Hilfe eines ASICs (Application Specific Integrated Circuit) umgesetzt wird. Dies sind selbstverständlich nur einige Beispiele von vielen Möglichkeiten, wie das erfindungsgemäße Verfahren umgesetzt werden kann und dient daher bloß zur Illustration der Erfindung.

[00116] Selbstverständlich ist die Erfindung auch nicht an einen Rollenförderer gebunden. Vielmehr kann die Erfindung beispielsweise auch für Fördereinrichtungen angewandt werden, welche das Fördergut über Bänder oder Ketten fördern. Der Teilbereich, in dem ein Antrieb ein Fördergut transportiert ist dann jedoch anders, in der Regel größer.

[00117] Auch ist die Erfindung nicht an eine Motorrolle so wie in Fig. 2 dargestellt gebunden. Vielmehr kann der Antrieb der Rollen auch über (externe) Motoren erfolgen. Selbstverständlich ist der Antrieb mittels elektrischer Energie nicht zwingend für die Erfindung. Denkbar sind auch z.B. pneumatische oder hydraulische Antriebe. Schließlich sind auch Linearantriebe in Form von zum Beispiel Schiebern oder ähnlichem vorstellbar. Diese können ebenfalls elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigt werden.

[00118] Der Ordnung halber sei abschließend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus der Fördereinrichtung 1 dieser bzw. dessen Bestandteile teilweise unmaßstäblich und/oder vergrößert und/oder verkleinert dargestellt wurden.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb einer Fördereinrichtung (1), welche mehrere, in einer Förderrichtung (z) örtlich hintereinander liegende Antriebe (2, 2a..2c) zum Transport von Objekten (17..19) mit einer Ist-Geschwindigkeit umfasst, umfassend die Schritte:
 - Bestimmen einer Soll-Position eines Objektes (17..19) mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe (2, 2a..2c) und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts (p_r) verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben (2, 2a..2c) vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts (p_r) durchquert ist,
 - Steuern oder Regeln eines Soll-Abstands zwischen zwei Objekten (17..19) anhand der besagten Soll-Position,
 - Erfassen einer Soll-Abfolge (A_1) von Belegungszuständen (Z) an einer ersten Position (p_1) durch zumindest ein Objekt (17..19) oder zum Vorgeben einer solchen Soll-Abfolge (A_1),
 - Erfassung einer Ist-Abfolge (A_2) von Belegungszuständen (Z) durch das zumindest eine Objekt (17..19) bei einer zweiten Position (p_2), welche in der Förderrichtung (z) gesehen hinter der ersten Position (p_1) angeordnet ist,
 - Vergleichen der Ist-Abfolge (A_1) mit der Soll-Abfolge (A_2) und
 - Abgeben eines Alarmsignals und/oder das Einleiten von Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge (A_2) an die Soll-Abfolge (A_1), wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Wert für eine Wellenlänge (λ) beziehungsweise eine Periodendauer vorgegeben wird und eine Soll-Abfolge (A_1) durch Vorsehen von Soll-Abständen zwischen den Objekten (17..19) derart vorgegeben oder modifiziert wird, dass die Wellenlänge (λ) beziehungsweise Periodendauer der Soll-Abfolge (A_1) größer ist als der besagte vorgegebene Wert.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Soll-Abfolge (A_1) und die Ist-Abfolge (A_2) in Form von Objektlängen (l_{17} , l_{18} , l_{19}) und/oder Objektabständen (a_{17} , a_{18}) verarbeitet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Soll-Abfolge (A_1) und die Ist-Abfolge (A_2) in Form von Impulsfolgen verarbeitet werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Vergleichen der Ist-Abfolge (A_2) mit der Soll-Abfolge (A_1) eine aufgrund der Entfernung (x) zwischen erster Position (p_1) und zweiter Position (p_2) basierende Verschiebung (x, $t_{(x)}$) unberücksichtigt bleibt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Vergleichen der Ist-Abfolge (A_2) mit der Soll-Abfolge (A_1) eine Verschiebung (y, $t_{(y)}$) zwischen einem Charakteristikum in der Soll-Abfolge (A_1) und demselben Charakteristikum in der Ist-Abfolge (A_2) unberücksichtigt bleibt.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Soll-Abfolge (A_1) und Ist-Abfolge (A_2) mit Hilfe einer Korrelationsfunktion verglichen werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Länge (l_{17} , l_{18} , l_{19}) der Objekte (17..19) beim Vergleichen der Ist-Abfolge (A_2) mit der Soll-Abfolge (A_1) unberücksichtigt bleibt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Abstand (a_{17} , a_{18}) zwischen den Objekten (17..19) beim Vergleichen der Ist-Abfolge (A_2) mit der Soll-Abfolge (A_1) unberücksichtigt bleibt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Objekten (17..19) unterschiedliche Abstände (a_{17} , a_{18}) vorgesehen werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Objekten (17..19) gleicher Länge (l_{17} , l_{18} , l_{19}) unterschiedliche Abstände (a_{17} , a_{18}) vorgesehen werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen Objekten (17..19) unterschiedlicher Länge (l_{17} , l_{18} , l_{19}) gleiche Abstände (a_{17} , a_{18}) vorgesehen werden.
12. Verfahren nach Anspruch 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - geprüft wird, ob eine in der Ist-Abfolge (A_2) enthaltene Objektlänge ($l_{17}+l_{18}$) der Länge (l_{17} , l_{18}) zweier oder mehrere aufeinander folgender Objekte (17, 18) in der Soll-Abfolge (A_1) entspricht wenn eine Objektlänge ($l_{17}+l_{18}$) in der Ist-Abfolge (A_2) länger ausfällt als die in der Soll-Abfolge (A_1) erwartete Objektlänge (l_{17}) und
 - ein Signal für fehlenden Abstand abgegeben wird, wenn dies zutrifft.
13. Verfahren nach Anspruch 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - geprüft wird, ob ein in der Ist-Abfolge (A_2) enthaltener Abstand (a_{17-19}) von einem ersten Objekt (17) zu einem benachbarten zweiten Objekt (19) einem Abstand (a_{17-19}) zwischen dem ersten Objekt (17) und dem in der Soll-Abfolge (A_1) nicht benachbarten zweiten Objekt (19) entspricht wenn ein Objektabstand (a_{17-19}) in der Ist-Abfolge (A_2) länger ausfällt als der in der Soll-Abfolge (A_1) erwartete Objektabstand (a_{17}) und
 - ein Signal für ein fehlendes drittes Objekt (18) abgegeben wird, wenn dies zutrifft.
14. Verfahren nach Anspruch 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass
 - geprüft wird, ob ein in der Ist-Abfolge (A_2) enthaltener Abstand (a_{17-19}) von einem ersten Objekt (17) zu einem nicht benachbarten zweiten Objekt (19) einem Abstand (a_{17-19}) zwischen dem ersten Objekt (17) und dem in der Soll-Abfolge (A_1) benachbarten zweiten Objekt (19) entspricht wenn ein Objektabstand (a_{17}) in der Ist-Abfolge (A_2) kürzer ausfällt als der in der Soll-Abfolge (A_1) erwartete Objektabstand (a_{17-19}) und
 - ein Signal für ein hinzugefügtes drittes Objekt (18) abgegeben wird, wenn dies zutrifft.
15. Fördereinrichtung (1), umfassend:
 - mehrere, in einer Förderrichtung (z) örtlich hintereinander liegende Antriebe (2, 2a..2c) zum Transport von Objekten (17..19) mit einer Ist-Geschwindigkeit,
 - Mittel zum Bestimmen einer Soll-Position eines Objektes (17..19) mit Hilfe einer Soll-Geschwindigkeit der Antriebe (2, 2a..2c) und der Zeit, welche seit Passieren eines Referenzpunkts (p_r) verstrichen ist, oder mit Hilfe eines von den Antrieben (2, 2a..2c) vorgegebenen Soll-Weges, welcher seit Passieren eines Referenzpunkts (p_r) durchquert ist,
 - eine Steuerung/Regelung zum Steuern oder Regeln eines Soll-Abstands zwischen zwei Objekten (17..19) anhand der besagten Soll-Position, gekennzeichnet durch,
 - zumindest einen Sensor (20..22) zum:
 - a) Erfassen einer Soll-Abfolge (A_1) von Belegungszuständen (Z) an einer ersten Position (p_1) durch zumindest ein Objekt (17..19) oder zum Vorgeben einer solchen Soll-Abfolge (A_1) und
 - b) Erfassen einer Ist-Abfolge (A_2) von Belegungszuständen (Z) durch das zumindest eine Objekt (17..19) bei einer zweiten Position (p_2), welche in der Förderrichtung (z) gesehen hinter der ersten Position (p_1) angeordnet ist,
 - Mittel zum Vergleichen der Ist-Abfolge (A_1) mit der Soll-Abfolge (A_2) und
 - Mittel zum Abgeben eines Alarmsignals und/oder das Einleiten von Maßnahmen zur Angleichung der Ist-Abfolge (A_2) an die Soll-Abfolge (A_1), wenn die ermittelte Abweichung eine vorgebbare Schwelle überschreitet, **gekennzeichnet durch**
 Mittel zum Vorgeben eines Wertes für eine Wellenlänge (λ) beziehungsweise für eine Periodendauer und zum Vorgeben oder Modifizieren einer Soll-Abfolge (A_1) durch Vorsehen von Soll-Abständen zwischen den Objekten (17..19) derart, dass die Wellenlänge (λ) beziehungsweise Periodendauer der Soll-Abfolge (A_1) größer ist als der besagte vorgegebene Wert.
16. Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor (20..22) dazu vorbereitet ist, einen Belegungszustand (Z) anhand der Anwesenheit/Abwesenheit eines Objekts (17..19) in einem vom Sensor (20..22) erfassten Bereich (B_1 , B_2) zu ermitteln.

17. Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Sensor (22) mehrere Bereiche (B_1 , B_2) erfasst.
18. Fördereinrichtung (1) nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Sensor dazu vorbereitet ist, einen Belegungszustand (Z) anhand einer vom Antrieb (2, 2a..2c) abgegebenen Kraft oder einer davon abhängigen Größe zu ermitteln.

Hierzu 5 Blatt Zeichnungen

Fig.1

(Stand der Technik)

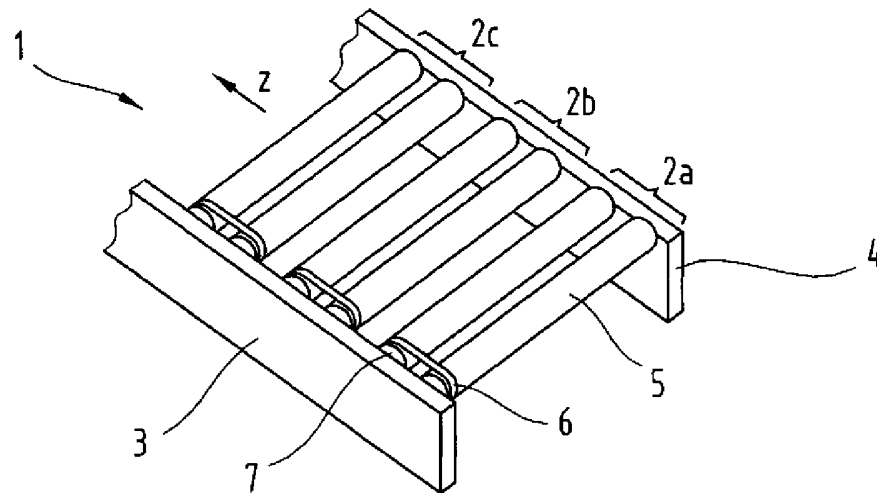


Fig.2

(Stand der Technik)

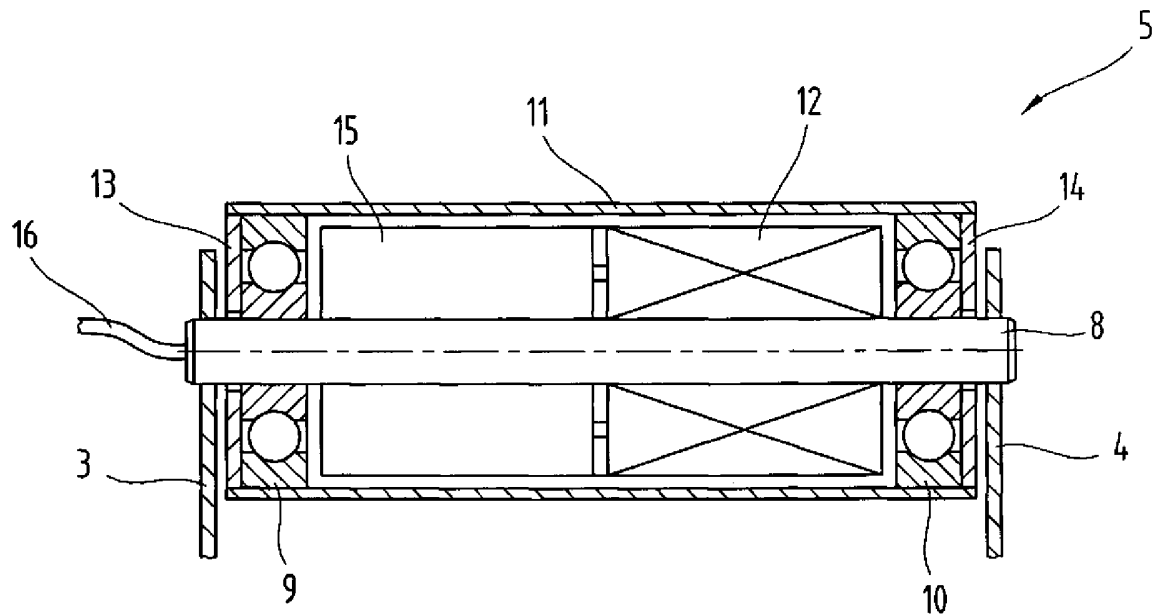


Fig.3

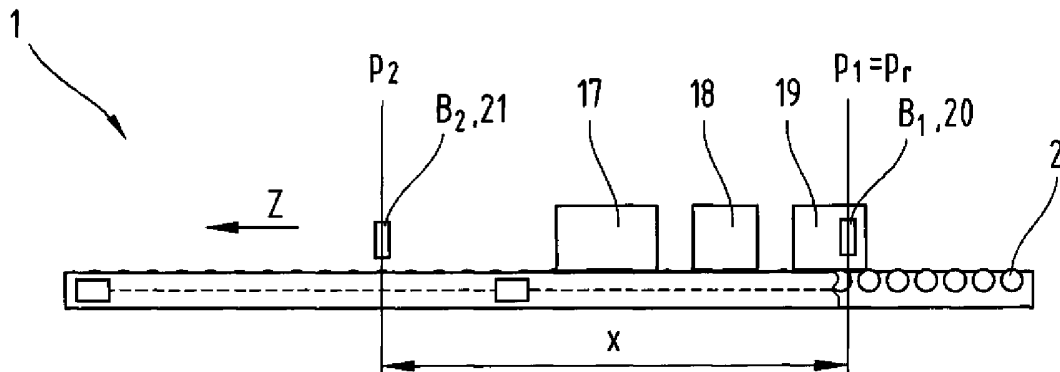


Fig.4

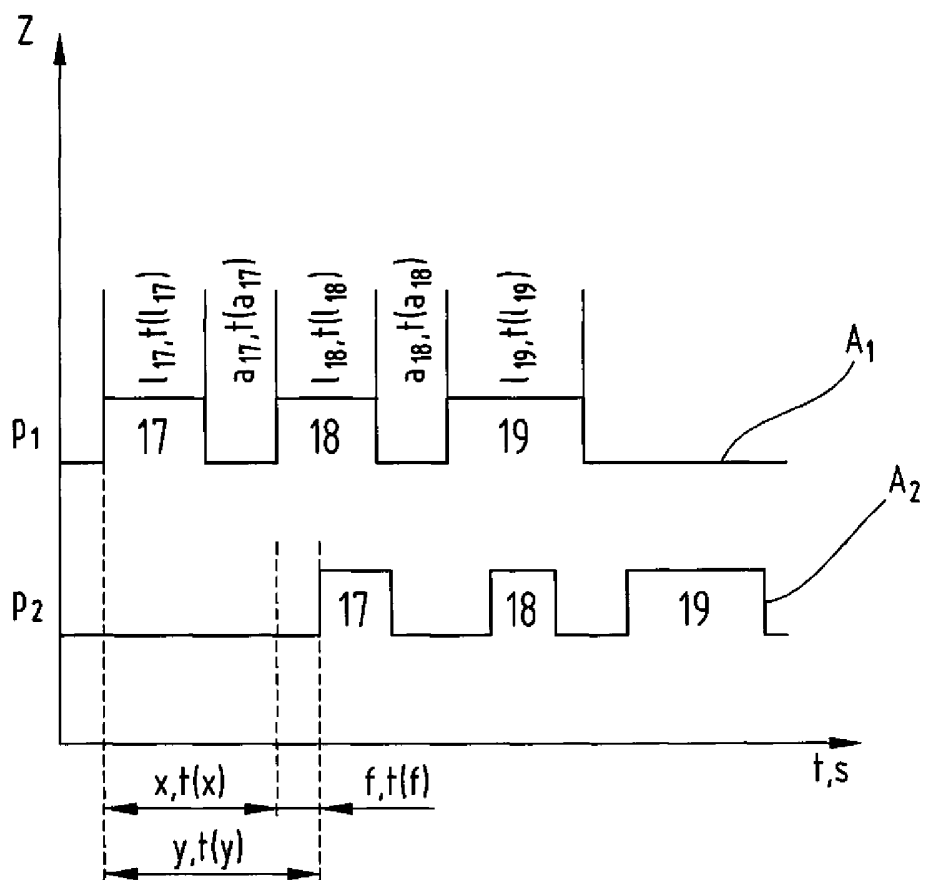


Fig.5

p_2	p_2
l_{17}	l_{17}
a_{17}	a_{17}
l_{18}	l_{18}
a_{18}	a_{18}
l_{19}	l_{19}
A_1 A_2	

Fig.11

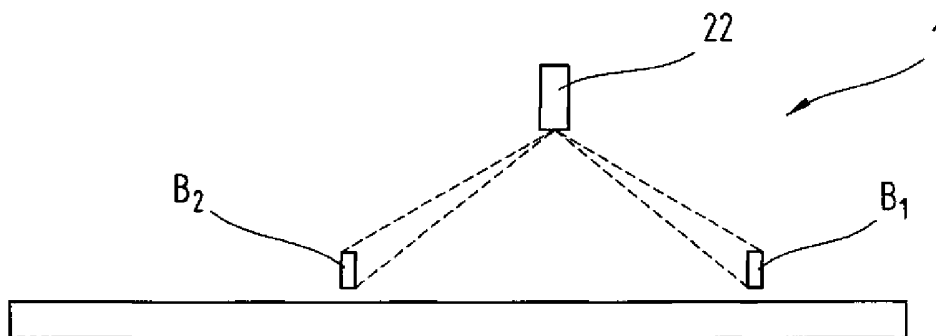


Fig.6

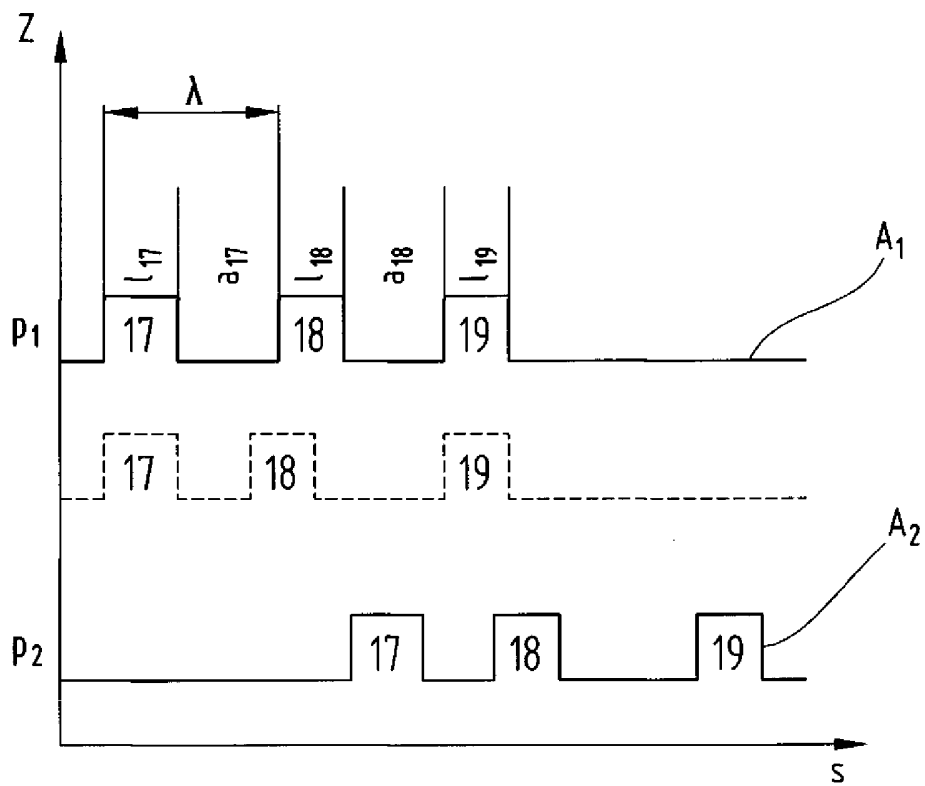


Fig.7

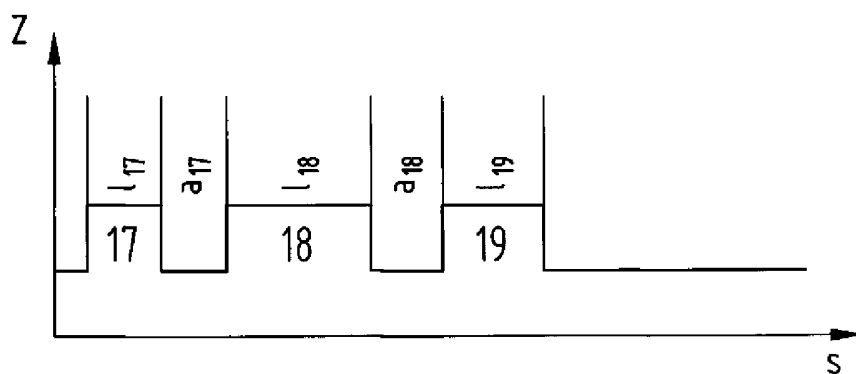


Fig.8

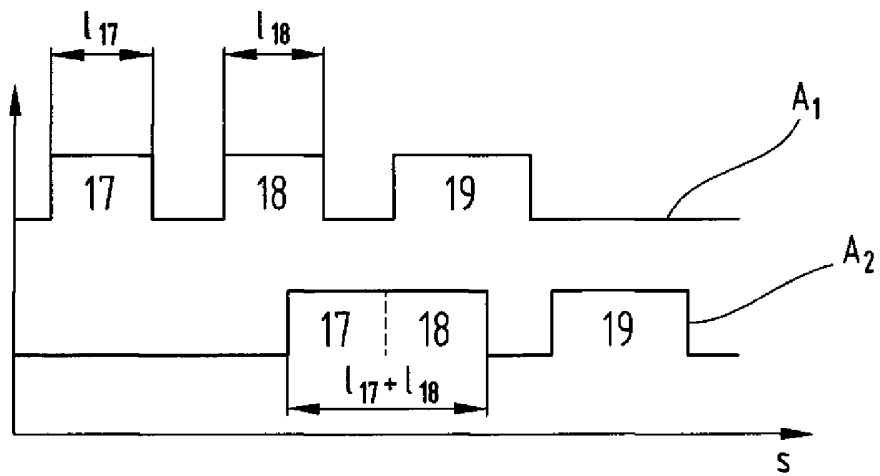


Fig.9

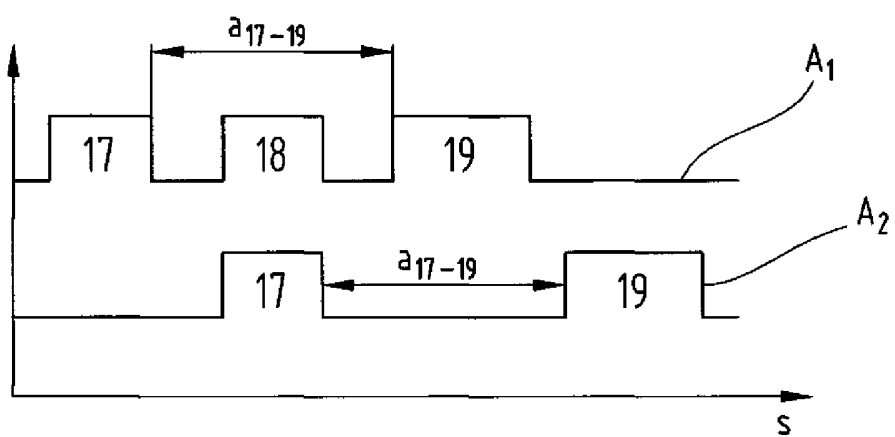


Fig.10

