

SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 720 472 A1

(51) Int. Cl.: B65G 43/08 (2006.01)
B65G 47/61 (2006.01)
B65G 47/69 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 000097/2023

(71) Anmelder:
FERAG AG, Zürichstrasse 74
8340 Hinwil (CH)

(22) Anmeldedatum: 03.02.2023

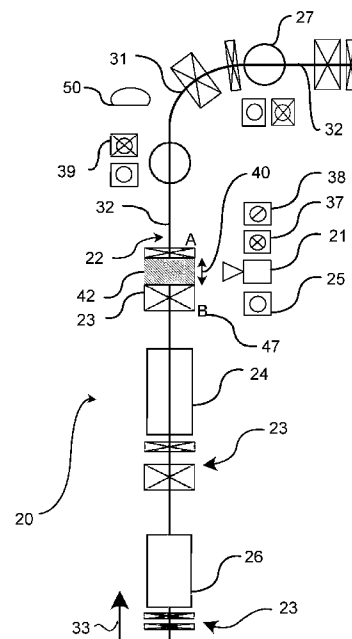
(72) Erfinder:
Roberto Fenile, 8623 Wetzikon (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.08.2024

(74) Vertreter:
IPrime Rentsch Kaelin AG, Hirschengraben 1
8001 Zürich (CH)

(54) Abstandsoptimierungsvorrichtung für ein Fördersystem, Verfahren zur Förderung von Hängetransportelementen und Hängefördersystem

(57) Die Erfindung betrifft eine Abstandsoptimierungsvorrichtung 20 für Hängetransportelemente, umfassend mindestens eine Sensoreinrichtung 21, mindestens ein Abstandanpassungselement 27, und mindestens eine Steuerungseinheit 39. Die mindestens eine Steuerungseinheit 39 ist ausgebildet das mindestens eine Abstandanpassungselement 20 auf Basis von Messungen der mindestens einen Sensoreinrichtung 21 zu steuern, so dass der Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 anpassbar ist. Des Weiteren umfasst die Erfindung ein Verfahren zur Förderung von Hängetransportelementen sowie ein Hängefördersystem.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Abstandsoptimierungsvorrichtung gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, ein Verfahren zur Förderung von Hängetransportelementen gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 12 und ein Hängefördersystem von Hängetransportelementen gemäss dem Oberbegriff des Patentanspruchs 17.

Technologischer Hintergrund

[0002] In der modernen dynamischen Intralogistik werden Fördersystemen, Produktionsstätten, Warenlagern, Kommissionierungssystemen und anderen Logistikanlagen zunehmend komplexe Betriebsanforderungen zugewiesen, sodass eine komplexe Anlagentechnik zur Bewältigung dieser Anforderungen meist unumgänglich ist. Um den steigenden Verarbeitungskapazitäten nachzukommen und den Betriebskostensteigerungen entgegenzuwirken, werden die Anlagen zudem mit hohen Fördergeschwindigkeiten betrieben. Jedoch sind die hohen Fördergeschwindigkeiten mit einer weiteren Problematik verbunden, nämlich mit Förderinstabilitäten und mit höherer Kollisionsgefahr der zu fördernden Güter bzw. Waren und deren Transporteinheiten, und in der Folge mit grösserer Störungsanfälligkeit der Aufträge, Kapazitätsüberlastungen, Verzögerungen oder gar einem Stillstand der Anlage.

[0003] Von den bewährten Fördersystemen haben sich insbesondere Hängefördersysteme als ein effizientes Mittel für den Transport, die Zwischenpufferung, aber auch die langfristige Lagerung verschiedener Arten von Waren erwiesen. Unter Waren werden verschiedenste Güter verstanden, welche im Rahmen der Kommissionierung für Versandanlagen oder auch der industriellen Fertigung in der Produktion bereitgestellt werden. Regelmässig wird dabei auch von Stückgut gesprochen, wobei dieses einzeln oder in Zusammenstellungen gefördert wird. Bei Hängefördersystemen werden die Waren entweder auf geeignete Weise direkt an einzelnen Förderelementen eines Fördersystems angehängt, oder in entsprechende Transportelemente, wie insbesondere Hängetransportelemente, eingebracht, die wiederum hängend an den Förderelementen angeordnet sind. Hängefördersysteme können als Transportkettenanlagen realisiert sein, bei welchen eine Vielzahl von Förderelementen insbesondere als Glieder einer Kette, als Mitnehmer oder kettengeführte Laufelemente ausgebildet sind, die entlang einer Förderstrecke bewegt werden. Im Rahmen der Erfindung können aber auch andere, z.B. schienengeführte, aktive (angetriebene) oder passive (schwerkraftfördernde), Fördersysteme mit flexibel beabstandeten oder getakteten Förderelementen eingesetzt werden.

[0004] Neben dem klassischen Einsatz in Logistikanlagen sind auch weitere Einsatzmöglichkeiten gegeben, und zwar wo die Alternative in Form von menschlicher Arbeit nicht oder nur sehr schwer umsetzbar ist, wie beispielsweise der Transport von Gegenständen in gefährlichen Umgebungen oder bei extremen Temperaturen. Beispiele für solche Betriebe sind Raffinerien oder chemische Verarbeitungsanlagen. Zu diesem Zweck kann das Hängefördersystem, einschliesslich der Transportelemente und übriger Komponenten, erfindungsgemäss feuerfest und alternativ oder ergänzend korrosionsbeständig ausgeführt werden. Gerade bei solchen Einsatzgebieten ist ein möglichst störungs- und kollisionsfreier Betrieb von Bedeutung.

[0005] In Hängefördersystemen, die mit hohen Fördergeschwindigkeiten arbeiten, werden die Hängetransportelemente in der Regel grossen Belastungen ausgesetzt, die sich aus der komplexen Geometrie der Anlage und der Systemleistung ergeben. Moderne Anlagen weisen aufgrund ihrer Betriebsanforderungen regelmässig komplexe logistikoptimierte Geometrien auf, mit diversen vertikalen und horizontalen Förderebenen sowie einem System von kurvenreichen Förderbahnen. Die Hängetransportelemente müssen daher öfter während der Förderung oder einer Einlagerung bzw. Pufferung gehalten, um Kurven geführt und beschleunigt oder abgebremst werden. Dies führt dazu, dass die Hängetransportelemente bezüglich ihrer Ruheposition geschwenkt werden, in Schwingung oder andere Eigenbewegungen geraten und mit anderen Hängetransportelementen kollidieren können. Das führt bei Hängefördersystemen zu einer ganz besonderen Problematik im Vergleich zu anderen Fördersystemen. Je nach eingesetzten Hängetransportelementen, namentlich bei Verwendung flexibler Hängetransportelemente, können diese aufgrund der Förderung (gegenseitiges Verschieben der Waren innerhalb des Transportelements aufgrund einwirkender Bewegungskräfte) oder gegebener Bearbeitungsschritte (z.B. sequenzielles Befüllen oder Entnahme von Produkten) ihre äussere und innere Geometrie bzw. Ausdehnung, insbesondere deren Volumen, verändern.

[0006] Das Grundkonzept eines Hängeförderers besteht aus einem System von Anlageaufbau, Steuerung, Bändern, Ketten oder Schienen, Weichen und Rollen, sowie Fördereinheiten, die mittels Antrieben oder schwerkraftbewegt gefördert sind. Der Hängeförderer ist über Boden (oft auch über Kopf eines Arbeitsbereichs) angeordnet, wobei Güter von einem Punkt zum anderen transportiert werden. Diese Art von Förderanlagen können auch zum Puffern oder Lagern von Waren dienen. Konkret kommen solche beispielsweise für die Automatisierung der Verpackung und des Versands von Produkten zur Anwendung. Darüber hinaus ermöglicht dies eine effizientere Raumnutzung sowie die Möglichkeit, Kommissionen in Versandsystemen bei Bedarf schnell bereitzustellen und zu organisieren.

[0007] Aufgrund dieser Anforderungen und der vorhandenen Bewegungsdynamik können die zu fördernden Waren, die Transportelemente oder sogar die Anlage selbst beeinträchtigt oder beschädigt werden. Ohne Berücksichtigung dieser Effekte ist ein störungsfreier Betrieb bei hohen Geschwindigkeiten und grosser Förderleistung nicht gewährleistet.

[0008] Aus dem Stand der Technik ist die EP 3 543 181 A1 der hiesigen Anmelderin bekannt. Es wird dort eine Fördervorrichtung zum Eintakten von Transporteinheiten beschrieben, mit einer Mehrzahl von Transporteinheiten und einem

Takt- bzw. umlaufenden Förderer zum Fördern der Transporteinheiten. Der dortige Taktförderer umfasst eine Mehrzahl von Mitnehmern, welche jeweils mit einer Transporteinheit lösbar verbindbar sind, sowie mindestens eine Förderstrecke und eine Weichenvorrichtung. Die Förderstrecken sind an einer Eintaktstelle an den Taktförderer angeschlossen, welche dazu eingerichtet ist, die Transporteinheiten an der Eintaktstelle in den Taktförderer einzutakten. Es sind verschiedene Ermittlungsvorrichtungen im Bereich der Förderstrecken vorgesehen, welche die Ausdehnungen der Transporteinheiten ermitteln und mittels einer Steuerung bzw. gesteuerten Vereinzelungsvorrichtungen darauf basierend die gewünschten Förderabstände der Transporteinheiten einstellen. Eine Optimierung der Förderabstände ist hier nur indirekt über die Ermittlung der Ausdehnung der Transporteinheiten möglich.

[0009] Weiterhin ist aus dem Stand der Technik die DE 10 2019 215 304 B3 bekannt. Dieses Dokument offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum vereinzeln Aufgeben von Hängefördergut in eine Fördertechnik einer Hängeförderanlage. Der Transportabstand der Hängefördergüter auf der Fördertechnik ist veränderlich festlegbar, wobei eine Aufgabereinheit mit Stoppelementen zum Stoppen der Hängefördergüter vorgesehen ist, sodass eine Erfassungseinheit die Dicke der einzelnen Hängefördergüter erfassen kann. Der Transportabstand der Hängefördergüter kann anschliessend unter Berücksichtigung der Dicke der einzelnen Hängefördergüter mittels des Stoppelements der Aufgabereinheit angepasst werden. Die Dicke der Hängefördergüter wird gemäss diesem Dokument nach dem Stoppen der Hängefördergüter erfasst. Andere Parameter der Anlage und der Hängetransportelemente bleiben unberücksichtigt und die Konstruktion ist nur für lineare, sehr einfache Förderstrecken einsetzbar. So wird eine Neigung, die Winkelstellung der Hängetransportelemente, ein gekrümmter Verlauf der Förderbahn oder ein Schwingen des Hängeförderguts während des Förderns gar nicht berücksichtigt. Auch hier kann der Förderabstand bestenfalls indirekt (und fehlerbehaftet) über eine punktuelle Dickenmessung erfolgen. Eine optimierte Förderdichte kann daher nicht erzielt werden, da die Dickenmessung der Hängetransportelemente nicht ausreichend ist, um dynamische und komplexere Betriebsbedingungen zu erfüllen und auch nicht-lineare Anlagegeometrien mit einzubeziehen. Bei dieser Konstruktion bleiben zudem auch Bewegungstoleranzen der Hängefördergüter unberücksichtigt, sodass dies nicht den Anforderungen moderner komplexer Hängefördersysteme entspricht.

[0010] Auch bei einer weiteren vorbekannten Lösung gemäss EP 2 899 144 A1, welche eine Fördervorrichtung zum automatisierten Fördern von Einzelwaren entlang einer als Hängefördervorrichtung ausgebildeten Förderrichtung vorsieht und jeweils Adapter-Identifikationsmittel an Adaptern zum Aufnehmen der Einzelwaren und Einzelwaren-Transponder an den Einzelwaren besitzt, wobei eine Transponderlese-Einheit für das Einlesen der Daten des Transponders und des Identifikationsmittels mit einer Steuerungseinheit in Signalverbindung stehen, und diese Daten verknüpfen werden, sind sowohl die Sensorik als auch die Steuerung nicht hinreichend, um einen sicheren Betrieb einer komplexen Anlage und eine optimierte Förderdichte zu bewirken.

[0011] Schliesslich zeigt eine weitere Anmeldung der hiesigen Anmelderin, CH 714004 A1, eine Kommissionierungsanlage zum Kommissionieren von unterschiedlichen, insbesondere hängend transportierbaren Waren, die wenigstens eine Aufgabestation mit einer Mehrzahl von parallel angeordneten Aufgabemplätzen zur Aufgabe der zu kommissionierenden Waren in die Kommissionierungsanlage, sowie wenigstens eine Versandstation mit einer Mehrzahl von parallel angeordneten Versandplätzen zur Abgabe der kommissionierten Waren an den Versand umfasst. Diese Erfindung zeigt eine komplexere Anlagentechnik zur Kommissionierung der Waren, wobei zwischen der Aufgabestation und der Versandstation wenigstens ein Zwischenspeicher vorgesehen ist. Ein hoher Durchsatz bei gleichzeitig vermindertem apparativen Aufwand wird dadurch erreicht, dass der wenigstens eine Zwischenspeicher einen dynamischen Speicher zur Zwischenspeicherung der für die Kommissionierung bereitgestellten Waren und einen dem dynamischen Speicher nachgeschalteten Abrufspeicher zum Speichern von aus dem dynamischen Speicher ausgespeicherten und dabei vorsortierten Waren umfasst, welche innerhalb eines gemeinsamen Umlaufförderers angeordnet sind und über den gemeinsamen Umlaufförderer miteinander in Verbindung stehen. Am Ausgang der Speicherstrecken ist dann jeweils ein Stoppmechanismus vorgesehen, der die Abwärtsbewegung der Waren stoppt und diese zu deren Ausspeicherung vereinzelt und über entsprechende Einfahrweichen in den Umlaufförderer eingegeben. Eine Optimierung der Förderdichte unter Berücksichtigung der Abstände der Transporteinheiten und unter steuerungsmässigem Einbezug der dortigen Trajektorien in den Förderbereichen ist dort nicht beschrieben.

Darstellung der Erfindung

[0012] Die vorliegende Erfindung strebt aufgabengemäss eine Lösung an, bei der den Nachteilen des Standes der Technik mindestens bereichsweise entgegengewirkt wird, die eine optimierte Förderdichte und einen möglichst störungsfreien Betrieb auch komplexer Lager- und Fördersysteme ermöglicht.

[0013] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0014] Nebst der Berücksichtigung der spezifischen obengenannten Nachteilen des Standes der Technik wird eine Erhöhung der Förderleistung in einem Fördersystem für Hängetransportelemente vorgesehen und auch die Speditionsvorbereitung des Fördersystems in diesem Gebiet soll möglichst verbessert werden.

[0015] Die erfindungsgemässe Lösung weist eine Abstandsoptimierungsvorrichtung für Hängetransportelemente, insbesondere eines Hängeförderers, auf, die wenigstens eine Sensoreinrichtung, wenigstens ein Abstandanpassungselement und wenigstens eine Steuerungseinheit umfasst. Die wenigstens eine Steuerungseinheit ist dazu ausgebildet das wenigstens eine Abstandanpassungselement auf Basis von Messungen der wenigstens einen Sensoreinrichtung des freien

Raums zwischen zwei benachbarten Hängetransportelementen zu steuern, so dass der Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen anpassbar und parametrisiert eingestellt wird. Die erwähnten Hängetransportelemente sind ein zentraler Bestandteil eines Hängeförderers in, an oder auf denen Hängefördergüter von einem Punkt zu einem anderen Punkt befördert werden. Die Hängetransportelemente sind auf die im System zu fördernden Hängefördergüter angepasst. Als Hängetransportelemente kommen neben Transporttaschen auch Kleiderbügel (wenn Kleidungsstücke gefördert oder kommissioniert werden sollen) oder insbesondere auch Transportgestelle oder Greifer zum Einsatz. Weiterhin können befüllbare Behälter oder auch Adapterelemente wie Ösen, Haken oder Greifer als Hängetransportelemente dienen. Bevorzugt sind diese Adapterelemente steuerbar, so dass sie bei gewünschten Bearbeitungsschritten die Freigabe geförderter Waren erlauben oder aber auch in Störsituationen oder zur örtlichen Optimierung des Förderabstands eine Freigabe durch die Steuerungseinheit möglich ist.

[0016] Alternativ oder ergänzend ist die mindestens eine Steuerungseinheit ausgebildet, das mindestens eine Abstandanpassungselement auf Basis von Messungen der mindestens einen Sensoreinrichtung des freien Raums zwischen zwei benachbarten Förderelemente zu steuern, so dass der Abstand zwischen den benachbarten Förderelemente anpassbar und parametrisiert eingestellt wird.

[0017] Die vorliegende Abstandsoptimierungsvorrichtung ermöglicht nicht nur das Füllvolumen der Förderelemente optimiert zu halten, sondern die Dichte der zum Einsatz kommenden Hängetransportelemente während deren Förderung, Pufferung oder Lagerung in der Anlage zu verbessern. Die Erfindung bezweckt somit eine systemoptimierte bzw. systemgeregelte Beabstandung der Hängetransportelemente, was vorliegend auch als Optimieren der Förderdichte bezeichnet wird. Bei Hängefördersystemen der bereits genannten Art gilt es, die Hängetransportelemente systemtechnisch in ihrer gegenseitigen Beabstandung und Ausrichtung, insbesondere auch bei unterschiedlichen Bahnkurven, entlang der Förderstrecke anforderungsgemäss auszurichten oder anzuordnen, um diese verbessern zu können. Mit einer verbesserten Förderdichte kann eine höchstmögliche Förderleistung mit minimaler Kollisionsgefahr und geringerer Störungsanfälligkeit erzielt werden. Ein besonders schwieriger Aspekt neben der (veränderlichen) Geometrie der Förderelemente beim Erreichen einer optimierten Förderdichte ist die Berücksichtigung der Anlagengeometrie.

[0018] Idealerweise ist die Förderdichte dynamisch anpassbar an den sich verändernden Verlauf der Förderstrecke, da sich die optimierte Förderdichte je nach Förderbereich (Gerade, Kurve, Steigung, etc.) unterscheidet. Vorliegend wird mit Blick hierauf entsprechend von Trajektorien der Förderstrecken (oder auch Puffer- bzw. Lagerstrecken) gesprochen. Eine optimierte Förderdichte und Sicherheitstoleranzen bei Kurven sind hierbei beispielsweise aus der Krümmung der Kurve (und Ausrichtung der Förderelemente) ermittelbar, wobei die Fördergeschwindigkeiten zu berücksichtigen sind.

[0019] Bevorzugt weisen die Hängetransportelemente Adapterelemente auf, die als Verbindungselement zwischen Hängetransportelementen oder Hängefördergütern und den Förderelementen des Fördersystem dienen. Damit sind die Hängetransportelemente einfach am Fördersystem beweglich montierbar. Bevorzugt können die Adapterelemente auch höhenverstellbar sein. Dies erlaubt zusätzlich, den Abstand zwischen den einzelnen Hängetransportelementen zu verringern, da die Höhe eines Hängetransportelements so angepasst werden kann, dass der breiteste bzw. voluminöseste Bereich dieses Hängetransportelements in der Höhe mit dem dünnsten bzw. raumsparendsten Bereich des benachbarten Hängetransportelements korreliert. Die Hängeförderer könnten auch die Vorteile fortschrittlicher KI nutzen, um die Transportströme der transportierten Hängefördergüter vorherzusagen, Kapazitätsengpässe zu ermitteln und den Energieverbrauch zu senken. Dies kann auf der Grundlage der in den Hängetransportelementen geladenen Waren bzw. Produkten und der technischen Spezifikationen der Be- und Entladestationen erfolgen.

[0020] Ausserdem können diese Vorrichtungen als Teil der Hängeförderer in das Gesamtsystem integriert werden, so dass der Transport der Hängetransportelemente ihre Be- und Entladefähigkeiten und -kapazitäten berücksichtigt. Selbst bei der Verwendung von Klbasierten Systemen und langlebigen Materialien kann es zu einer störenden Kollision zwischen zwei Hängetransportelementen kommen, die das Transportprodukt beschädigt oder abnutzen kann, was im Extremfall zum Stillstand von Förderabschnitten oder des gesamten Hängeförderers führen kann. Erfindungsgemäss sollen solche Problembereiche möglichst vermieden bzw. so schnell wie möglich identifiziert werden, was insbesondere bei grossen Hängefördersystemen oder Räumen zeitaufwändig sein kann. An dieser Stelle kann auch erweiterte Realität zusätzlich zu den konstruktiven und fördertechnischen Massnahmen beigezogen werden. Ein Techniker, der eine Stelle auf dem Hängeförderer identifiziert, die eine Störung oder einen Stopp verursachen kann, kann mit dieser Technologie (z.B. Brille umfassend eine erweiterte Realitätsapplikation, oder bildgebendes Tablet oder Holografie) entsprechende Positionen oder Bereiche identifizieren und/oder die notwendigen Förderabstände an diesen Stellen ermitteln. Besonders bevorzugt kann auch eine Simulation bzw. eine Visualisierung eines 3D-Modells der Hängeförderer mit Hängetransportelementen in Echtzeit eingesetzt werden, um die Optimierung Förderabstände zu unterstützen, bei Bedarf mit Visualisierung der mittels der Hängetransportelementen transportierten Waren, was zur Optimierung des Be- und Entladens der Hängetransportelemente beiträgt.

[0021] Für besondere Anwendungen umfasst mindestens ein Adapterelement (und/oder Förderelement) bevorzugt ein stossdämpfendes Material oder Konstruktionselement, um die durch die Bewegung der Hängetransportelemente mittels eines Fördermittels verursachten Bewegungsimpulse zu verringern, insbesondere bei Richtungsänderungen oder beim Auf- und Abstieg von Förderstrecken. Alternativ dazu kann ein stossdämpfendes Teil zwischen dem Adapterelement und den Hängetransportelementen eingeführt sein. Um die Förderdichte des Hängeförderers zu erhöhen ist es ebenfalls vorteilhaft, diesen mit formflexiblen Transportelementen auszustatten.

[0022] Diese Massnahmen erlauben es, die Hängetransportelemente beim Beladen auf verschiedene Längen und Breiten zu justieren, so dass die Hängetransportelemente sich besser an den Transport von Gütern unterschiedlicher Form und unterschiedlichen Gewichts anpassen lassen. Beispielsweise können die Hängetransportelemente durch Hinzufügen oder Entfernen von Komponenten wie Reissverschlüsse, Klettverschlüsse, Riemen oder anderen Mechanismen adaptiert werden, wobei eine möglichst lauffähige Förderung der Transporteinheiten angestrebt bzw. bewirkt wird.

[0023] Vorteilhaft ist mindestens ein Adapterelement zur Messung des Gewichts der mit Hängefördergütern beladenen Hängetransportelementen oder eine ortsfeste Gewichtsmesseinheit vorgesehen. Dabei kann eine Waagezelle am Adapterelement angeordnet sein. Die Waagezelle ist eine Einrichtung, die das Gewicht der Hängetransportelemente in ein elektrisches Signal umwandelt, das dann auf einer digitalen Anzeige angezeigt, ausgelesen oder zur Aufzeichnung und Analyse an die erste Rechneinrichtung oder die Steuerungseinheit übertragen werden kann. Die Gewichtsmessung ist von Vorteil, um eine kontinuierliche und genaue Überwachung des Gewichts der beförderten Hängetransportelemente zu erreichen, was für die Qualitätskontrolle und die Bestandsverwaltung nützlich ist. Ausserdem trägt es dazu bei, den sicheren und effizienten Betrieb des Hängefördersystems zu verbessern, da eine Überlastung einzelner Hängetransportelemente zu Schäden oder Ausfallzeiten führen kann. So können aufgrund der entsprechenden Messung Kommissionen automatisiert auf mehrere Transportelemente gesteuert verteilt werden. Ergänzend kann diese Massnahme steuerungsrelevante Daten für die Optimierung der Konstruktion und des Betriebs des Hängefördersystems liefern, z. B. durch die Ermittlung von Engpässen oder Ineffizienzen der Steuerungseinheit selbst.

[0024] Es ist für besondere Anlagen vorteilhaft, die Hängetransportelemente, die Förder- oder Adapterelemente selbst mit Sensoren auszustatten, die neben dem Gewicht die dynamischen Kräfte beim Transport der Hängefördergüter überwachen oder das Risiko reduzieren, sensible Waren während des Transports zu beschädigen, insbesondere von zerbrechlichen Waren wie z.B. Glas, Lebensmitteln oder sortierten Transport- oder Wareneinheiten. Um dieses Risiko zu minimieren, können die Hängetransportelemente bevorzugt mit Verschlüssen, Klammern oder Einrastelementen versehen sein, welche die Waren fixieren. Die Hängetransportelemente und/oder das Hängefördergut könnten mit Etiketten oder elektronisch auslesbaren Chips (z.B. RFID) zur Verfolgung, Weiterbearbeitung und Bestandsaufnahme ausgestattet werden.

[0025] Zur Förderung besonderer Waren kann ein Hängetransportelement oder ein Hängefördergut aus mehreren Fächern bzw. Abteilen bestehen, die es ermöglichen, die transportierten Waren innerhalb derer spezifisch anzuordnen oder zu sortieren.

[0026] Insbesondere können zwei oder mehr Hängetransportelemente miteinander verbunden sein. So können diese (oder ihre Abteile) senkrecht übereinander angeordnet und dabei demselben Förderelement zugeordnet sein. Ausserdem können sie alternativ oder zusätzlich gegenseitig so ausgerichtet sein, dass ein Hängetransportelement (bzw. dessen Abteil) in der Förderrichtung und das andere (bzw. dessen Abteil) gegen die Förderrichtung angeordnet ist. Diese Optionen sind in erster Linie von der Gestaltung des von Hängefördergütern beladenen Hängetransportelements bzw. der zu fördernden Waren abhängig. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, zwei oder mehr Hängetransportelemente (bzw. deren Abteile) seitlich nebeneinander anzuordnen.

[0027] Diese Lösung hat den Vorteil, dass die Produktivität erhöht wird, da die transportierten Waren mit ähnlichen Eigenschaften und Abmessungen in verschiedenen Fächern untergebracht werden, was ihre spätere Sortierung an Entnahmestellen erleichtert. Darüber hinaus kann eine Optimierung der Fördermenge während des Transports erreicht werden, indem mehr Produkte den einzelnen Hängetransportelementen beigegeben werden können und so die Förderdichte bzw. -kapazität ebenfalls erhöht wird. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Hängetransportelemente ist das Material, aus dem diese hergestellt werden. Je strapazierfähiger das Material ist, desto länger kann ein Hängetransportelement im Einsatz sein und desto mehr Last kann es tragen, zum Beispiel bis zu 25 kg oder mehr. Zu solchen Materialien gehören unter anderem Kevlar, Canvas oder Polypropylen.

[0028] Bevorzugt ist der Hängeförderer selbst aus leichten Materialien wie Aluminium oder Verbundwerkstoffen hergestellt, was eine grössere Flexibilität und eine einfachere Handhabung ermöglicht, wenn sie häufig montiert und demontiert werden müssen. In dieser Hinsicht kann man sich ihren Einsatz dank des hohen Automatisierungsgrads der Steuerungseinheit nicht nur als feste Einheiten in einem Lager oder einer Fabrik vorstellen, sondern als Baukasten, die schnell an den Ort des Bedarfs gebracht, montiert und wieder demontiert werden können.

[0029] Die Abstandsoptimierungsvorrichtung dient dazu, die Förderung von Hängetransportelementen pro Zeiteinheit zu optimieren, und zwar in Abhängigkeit von der Grösse des Abstands zwischen den einzelnen Hängetransportelementen. Die Abstandsoptimierungsvorrichtung ermöglicht es, deren Abstände möglichst zu minimieren, um umgekehrt die Förderdichte zu erhöhen. Dabei sollen trotzdem ausreichend grosse Abstände bestimmt werden, um unerwünschte Kollisionen zwischen einzelnen Hängetransportelementen zu vermeiden. Dies ist vorteilhaft, um den Verschleiss dieser Hängetransportelemente zu minimieren und das Risiko einer Beschädigung der in den Hängetransportelementen beförderten Hängefördergüter bzw. Waren zu verhindern sowie Störungen zu vermeiden.

[0030] Die Abstandsoptimierungsvorrichtung kann ergänzend auch zur Priorisierung von Hängefördergütern verwendet werden. Dies ist vor allem dann von Vorteil, wenn ein Hängefördersystem mehr als eine Beladestation oder mehrere zusammengeführte Förderstrecken enthält. In diesem Fall kann beispielsweise einer oder mehrerer der Hängefördergüter einer ersten Beladestation oder Förderstrecke gegenüber denjenigen der zweiten eine höhere Priorität zugeordnet wer-

den. Auf diese Weise kann im Förderstrom steuerungsmässig ein genügender Freiraum für die priorisierten Hängeförder-elemente bewirkt werden. Diese Einstellung ist flexibel und kann jederzeit den aktuellen Erfordernissen angepasst werden.

[0031] Als Abstandsoptimierungsvorrichtung kann insbesondere mindestens eine erfindungsgemäss angesteuerte Vereinzelungseinrichtung entlang der Förderstrecken, besonders bevorzugt nach je einer Beladestation, angeordnet sein. Die Vereinzelungseinrichtung weist bevorzugt eine Stopp-/Freigabeeinheit für die Fördereinheiten auf oder kann ergänzend oder alternativ eine Brems-/Beschleunigungseinheit für letztere enthalten.

[0032] Die erfindungsgemässe Lösung kann durch die folgenden weiteren, jeweils für sich vorteilhaften Ausführungen ergänzt und weiter verbessert werden.

[0033] Gemäss einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass die mindestens eine Sensoreinrichtung ausgebildet ist, mindestens ein Lichtmass zwischen benachbarten Hängetransportelementen oder Förderelementen zu messen. Zur Bestimmung des Lichtmasses gilt, vereinfacht gesagt, der freie Raum zwischen zwei Hängetransportelementen in ihrer statischen bzw. im Transport auch bewegten Hängelage.

[0034] Das Messen mindestens eines Lichtmasses ermöglicht ein Erkennen einer für den Abstand von benachbarten Hängetransportelementen indikativen Information, mit welcher, der Abstand von benachbarten Hängetransportelementen zueinander in der mindestens einen Steuerungseinheit bestimmbar ist oder direkt gemessen wird. Unter dem Begriff Lichtmass versteht man erfindungsgemäss eine, für den Abstand zwischen mindestens zwei Hängetransportelementen, indikative Information, im Sinne einer Linie, einer Fläche oder auch eines Volumens. Welche dieser drei Methoden vorteilhaft ist, hängt von der Komplexität des Volumens bzw. Raums zwischen den Hängetransportelementen und der Ausführungsform der mindestens einen Sensoreinrichtung ab, und ist daher auch mithilfe der Art bzw. des Aufbaus der mindestens einen Sensoreinrichtung auswählbar. Darüber hinaus gelten als benachbarte Hängetransportelemente nicht notwendigerweise Hängetransportelemente, die unmittelbar nebeneinander angeordnet sind, sondern auch Hängetransportelemente, die sich in gegenseitiger Transportnähe zum Fördersystem befinden (z.B. bei Weichen oder Kreuzungen von Förderstrecken).

[0035] Ferner ist, alternativ oder ergänzend, die mindestens eine Sensoreinrichtung dazu ausgebildet, mindestens eine Position von mindestens zwei benachbarten Hängetransportelementen und/oder Förderelementen zu bestimmen. Das Erkennen der Position von mindestens zwei benachbarten Hängetransportelementen umfasst eine für den Abstand von benachbarten Hängetransportelementen indikative Information, mit welcher der Abstand von benachbarten Hängetransportelementen zueinander in der mindestens einen Steuerungseinheit bestimmbar ist. Dazu kann auch der Abstand zwischen zwei Förderelementen dienen, oder auch der Abstand zwischen einem Hängetransportelement und einem Förderelement. Insbesondere kann man bei bekannten Volumen eines nachlaufenden Hängetransportelements bzw. am Volumen des Hängeförderguts am Hängetransportelement einen optimierten Abstand zum vorlaufenden Hängetransportelemente zielgerichtet einstellen. Das Erkennen des mindestens einen Lichtmasses sowie mindestens einer Position mindestens eines Hängetransportelements und/oder Förderelements ermöglicht ein weiteres optimiertes Einstellen der Abstände der Hängetransportelemente und/oder Förderlemente, sodass die Förderdichte in einem Hängefördersystem weiter erhöht ist.

[0036] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens ein Lichtmassminimum zwischen benachbarten Hängetransportelementen ein Mindestwert-Abstand zwischen diesen benachbarten Hängetransportelementen ist. Das Lichtmassminimum bezeichnet den Mindestwert des gemessenen Lichtmasses zwischen benachbarten Hängetransportelementen. Die Verwendung dieses Mindestwert-Abstands hat den Vorteil, dass das Risiko möglicher Kollisionen zwischen einzelnen Hängetransportelementen beim Fördern im Fördersystem minimiert ist. Damit ist ein sicheres und schonendes Fördern des Hängeförderguts mittels der Hängetransportelemente im Fördersystem sichergestellt.

[0037] Würde man einen Abstand zulassen, der dem Durchschnitt aller Werte des mindestens einen Lichtmasses oder sogar seinem Maximalwert zwischen Hängetransportelementen entspricht, bestünde ein Kollisionsrisiko im Fördersystem, besonders an jenen Punkten, an dem das Lichtmass kleiner als der zugelassene Abstand ist. Ferner ist das Lichtmassminimum zwischen zwei benachbarten Hängetransportelementen entlang der Förderstrecke nicht konstant, sondern ändert sich in der Regel in Abhängigkeit einer Trajektorie des Hängeförderers (z.B. bei Kurven). Deswegen kann das Lichtmassminimum als Funktion zweier benachbarter Hängetransportelementen und deren jeweiligen Trajektorienposition beschrieben werden. Versteht man je zwei benachbarte Hängetransportelemente als logische Gruppe, so kann deren Lichtmassminimum vereinfachend in Funktion des Lichtmasses und des jeweiligen Trajektorienbereichs oder der Trajektorienposition beschrieben werden, d.h.

Lichtmassminimum = f(Lichtmass benachbarter Hängetransportelemente, Trajektorienposition).

[0038] Das vorerwähnte parametrisierte Einstellen des Abstands zwischen benachbarten Hängetransportelementen bedeutet, dass die Förderdistanz unmittelbar als Funktion des Lichtmasses bzw. des Lichtmassminimums unter Berücksichtigung von Trajektorienpositionen angepasst und bestimmt wird. Die wesentlich ungenauere und dennoch aufwendige Messung der Dicke bzw. der Ausdehnung von Transporteinheiten oder des Transportförderguts findet daher keine Anwendung. Parametrisiert ist das erfindungsgemässe Einstellen des Abstands, weil der Sollabstand (Lichtmassminimum oder Lichtmassminimum mit Sicherheitszuschlag) direkt in Funktion des Lichtmasses und der Trajektorienpositionen gemessen oder berechnet wird, die dann als Steuergrösse die Förderabstände der Hängetransportelemente (und damit die Förderdichte) vorgibt. Die Steuergrösse kann direkt auf die Förderelemente oder Adapterabstände bzw. die entsprechenden Steuervorrichtungen, wie insbesondere eine Vereinzelungseinheit, einwirken und die gewünschten Abstände einstellen.

[0039] Bei besonders komplexen Anlagen kann zur weiteren Optimierung für die Bestimmung des Lichtmasseminimums alternativ auch die Berücksichtigung weitere Hängetransportelement-Eigenschaften vorgesehen werden. In diesen Fällen bestimmt sich das Lichtmass wie folgt:

Lichtmassminimum = $f(\text{Lichtmass benachbarter Hängetransportelemente, Trajektorienposition, Hängetransportelemente-Eigenschaften})$

[0040] Die entsprechend dieser Variante der Erfindung erfolgende Bestimmung eines erweiterten Lichtmassminimums ermöglicht die Berücksichtigung weiterer Eigenschaften des Hängetransportelements, wie z. B. dessen Gewicht oder Material, aus dem es hergestellt ist, oder auch der von diesem geförderten Ware, was sich unter anderem auf die Anpassungsfähigkeit des Hängetransportelements an die Hängeförderergüter auswirkt, mit denen dieses beladen ist.

[0041] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens eine Verdichtungsanordnung vorhanden ist. Die mindestens eine Verdichtungsanordnung dient dazu, die Position oder Anordnung der Hängeförderergüter in den Hängetransportelementen zu optimieren und/oder zu fixieren. Die mindestens eine Verdichtungsanordnung kann beispielsweise ausgebildet sein, Hängeförderergüter in, an oder auf den Hängetransportelementen in Bewegung zu bringen, zu schütteln oder zu vibrieren, um diese zu verdichten, sodass sie kompakter und mit verringerten Volumen angeordnet sind. Andere ergänzende Mechanismen, z.B. Kompressionsbürsten, sind ebenfalls bevorzugt verwendbar, um die Hängeförderergüter in den Hängetransportelementen optimiert anzuordnen.

[0042] Bevorzugt ist die mindestens eine Verdichtungsanordnung vor der mindestens einen Sensoreinrichtung entlang einer Fördertrasse des Hängeförderers positioniert. Mithilfe der mindestens einen Verdichtungsanordnung wird somit die Wahrscheinlichkeit minimiert, dass die Hängeförderergüter während der weiteren Förderung ihre Position in den Hängetransportelementen unerwünscht verändern. Dies ist deshalb von Vorteil, weil das Lichtmass zwischen den Hängetransportelementen nach dem Beladen mit den Hängeförderergütern weniger anfällig für Veränderungen, durch zum Beispiel Neigen oder Schwingen der Hängetransportelemente, ist. Darüber hinaus hat es auch den positiven Effekt, dass der Bedarf an Sensoreinrichtungen zur Messung des Lichtmasses entlang des Hängeförderers sinkt. In günstigen Fällen ist es erforderlich, die Messung des Lichtmasses im Fördersystem nur einmal durchzuführen, und zwar unmittelbar nach der zuvor genannten Verdichtungsanordnung oder einer Beladestation. Es ist jedoch von Vorteil, den Hängeförderer mit mehreren Sensoreinrichtungen zu versehen und damit die Robustheit der gesamten Förderlösung zu erhöhen.

[0043] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens ein Identifikationsmittel vorhanden ist, wobei das mindestens eine Identifikationsmittel entlang der Fördertrasse des Hängeförderers mindestens einem Hängetransportelement oder Fördererelement mindestens ein Identifikationsmerkmal zuweist. Das mindestens eine Identifikationsmittel dient der Identifikation der einzelnen Hängetransportelemente. Als mindestens ein Identifikationsmittel kann ein Scanner oder ein Marker, oder eine Kombination eines Scanners und eines Markers dienen. Ein Scanner kann Identifikationsmerkmale erkennen und gegebenenfalls an die Steuerungseinheit weiterleiten. Ein Marker markiert ein Hängetransportelement mit mindestens einem Identifikationsmerkmal, sodass dieses dort fixiert angeordnet ist. Vorteilhaft ist jedem Hängetransportelement mindestens ein Identifikationsmerkmal zugewiesen. Man kann beispielsweise eine Nummer, einen RFID-Tag oder einen QR-Code als Identifikationsmerkmal verwenden, wobei es besonders vorteilhaft ist, dass wenn dieses Merkmal für jedes Hängetransportelement oder Fördererelement eindeutig ist. Dadurch ist es möglich, jedes Hängetransportelement oder Fördererelement zu identifizieren und mit spezifischen Eigenschaften, wie beispielsweise das Gewicht, die Art oder die Fragilität der geladenen Hängeförderergüter, oder die Grösse des Hängetransportelements in Verbindung zu bringen. Das mindestens eine Identifikationsmerkmal kann auch einen Zeitstempel enthalten, um einen Zeitpunkt zu speichern, an dem ein Hängetransportelement oder Fördererelement eine Beladestation verlassen hat. Beispielsweise ist somit die Förderzeit der Hängeförderergüter im Fördersystem bestimmbar, was insbesondere bei verderblichen Hängeförderergütern vorteilhaft ist. Alle diese Informationen sind deshalb von Vorteil, weil sie zu einer besseren Verfolgung von sowohl Hängetransportelementen als auch Hängeförderergütern führen und zur Optimierung der Förderdichte nutzbar sind.

[0044] Das mindestens eine Identifikationsmittel kann auch zur zeitlichen Überwachung und Steuerung der Belastung des Hängetransportelements oder des Fördererelements verwendet werden. Die Zeit, die das Hängetransportelement zur Förderung von Hängeförderergütern (integriert) aufwendet, kann erfasst und dem mindestens einen Identifikationsmittel zugeordnet werden. Gleichzeitig ist dem Fachmann bekannt, nach welcher Zeit das Hängetransportelement so weit abgenutzt ist, dass seine Wartung vorteilhaft ist. Diese Zeit lässt sich als kritische Betriebszeit bezeichnen. Dank dieser Lösung ist es möglich, die Wartungskontrolle der Hängetransportelemente zu automatisieren, indem zum Beispiel das baldige Ende der kritischen Betriebszeit des Hängetransportelements automatisch gemeldet wird. So kann insbesondere verhindert werden, dass ein Hängetransportgut durch eine starke Beschädigung des Hängetransportelements beeinträchtigt wird, indem die kritische Betriebszeit des Hängetransportelements überschritten wird.

[0045] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass das mindestens eine Identifikationsmittel dem mindestens einen Identifikationsmerkmal des Hängetransportelements oder Fördererelements einen Abstand zu mindestens einem benachbarten Hängetransportelement oder Fördererelement zuordnet. Dies ermöglicht es, dass es nicht erforderlich ist, das mindestens eine Lichtmass zwischen benachbarten Hängetransportelementen oder Fördererelementen nach jeder Abstandsanpassung mittels des mindestens einen Abstandsanpassungselements zu messen, um den Abstand zu bestimmen, sondern diesen mittels einer Software in einer Rechneinrichtung zu berechnen. Das vereinfacht und verbilligt die gesamte Fördertechnologie. Es ist jedoch vorteilhaft, mehrere Sensoreinrichtungen entlang des Fördersystems einzurich-

ten, mit denen Grössenänderungen in oder an den Hängetransportelementen, z. B. durch Umkippen der Hängefördergüter, ermittelt werden können. Nicht zuletzt sind die benachbarten Hängetransportelemente in zwei Kategorien eingeteilt, nämlich in vorlaufende und nachlaufende Hängetransportelemente, relativ zum betreffenden Hängetransportelement. Die Entscheidung, welcher Abstand, oder ob mehrere Abstände in den Identifikationsmerkmalen zu verwenden sind, hängt für den Fachmann erkenntlich von der jeweiligen Anwendung im Fördersystem ab.

[0046] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens ein Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen von einer Trajektorie des Hängeförderers abhängig ist. Unter der Trajektorie des Hängeförderers ist seine 3D-Ausgestaltung bzw. der Verlauf seiner Förderstränge zu verstehen. Die Trajektorie umfasst zum Beispiel gerade Abschnitte und Kurven, die auf gleicher Höhe liegen, kann aber auch höhenveränderliche Abschnitte umfassen. Diese Trajektorie wird bevorzugt bei der Optimierung des Abstands zwischen benachbarten Hängetransportelementen berücksichtigt. Beispielsweise kann der auf einem geraden Abschnitt optimierte Abstand in einer Kurve aufgrund des Drehens der Hängetransportelemente relativ zueinander auf dem Innenradius zu klein sein, wodurch es zu Kollisionen zwischen den Hängetransportelementen bzw. dem Hängefördergut kommen kann. Eine derartige Kollision ist insbesondere dann möglich, wenn die Hängetransportelemente unterschiedliche Breiten oder grosse Tiefen aufweisen. Das Gleiche gilt für die Abschnitte, bei denen sich die Höhe der Hängetransportelemente relativ zum Boden ändert, und zwar vor allem in dem Fall, wenn sich das mindestens eine Lichtmass zwischen benachbarten Hängetransportelementen in ihrer vertikalen Richtung unterscheidet.

[0047] Alternativ oder ergänzend ist vorgesehen, dass mindestens ein Abstand zwischen benachbarten Förderelementen von einer Trajektorie des Hängeförderers abhängig ist. Beispielsweise kann es zu Kollisionen von Förderelementen in jenen Abschnitten kommen, bei denen sich die Höhe der Förderelemente relativ zum Boden ändert, und zwar vor allem in dem Fall, wenn sich das mindestens eine Lichtmass zwischen benachbarten Förderelementen in ihrer vertikalen Richtung unterscheidet.

[0048] Bevorzugt ist mindestens ein Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen von mindestens einer Dimension des Hängetransportelements abhängig. Dickere oder breite Hängetransportelemente oder dünnere und schmalere Hängetransportelemente benötigen einen unterschiedlichen Abstand zu einem benachbarten Hängetransportelement. Die mindestens eine Sensoreinrichtung kann ausgebildet sein, mindestens eine Dimension des Hängetransportelements zu erfassen. Besonders bevorzugt ist die Breite, also eine Dimensionierung des Hängetransportelements senkrecht zur Fahrtrichtung, mit der mindestens eine Sensoreinrichtung erfassbar ist, sodass mindestens ein Abstand abhängig in Bezug zu der Breite des Hängetransportelements einstellbar ist. Damit ist das Fördern der Hängetransportelemente in den Kurven der Trajektorie verbessert und eine unerwünschte Kollision in den Kurven vermeidbar.

[0049] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine erste Rechneinrichtung vorhanden ist. Die erste Rechneinrichtung ist mit der mindestens einen Sensoreinrichtung zum Austausch von Daten bzw. Messdaten verbunden. Die erste Rechneinrichtung empfängt die Messdaten von der mindestens einen Sensoreinrichtung und berechnet anhand eines Rechenmodells einfach und reproduzierbar mindestens einen optimierten Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen oder Förderelementen. Die erste Rechneinrichtung ist mit der mindestens einen Steuerungseinheit zum Austausch von Steuerdaten verbunden, um das mindestens eine Abstandanpassungselement derart zu steuern, dass der berechnete optimierte Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen oder Förderelementen anpassbar ist. Damit kann eine Förderdichte erhöht werden.

[0050] Insbesondere ist die erste Rechneinrichtung ausgebildet, mindestens einen optimierten Abstand basierend auf der Trajektorie des Hängeförderers zu berechnen. Die erste Rechneinrichtung empfängt die Messdaten von der mindestens einen Sensoreinrichtung und berechnet anhand eines Berechnungsmodells einfach und reproduzierbar mindestens einen optimierten Abstand auf Basis der Trajektorie oder einer Teiltrajektorie des Hängeförderers. Beispielsweise berechnet die erste Rechneinrichtung einen optimierten Abstand zwischen Hängetransportelementen auf der Grundlage des von der mindestens einen Sensoreinrichtung gemessenen mindestens einen Lichtmasses. Darüber hinaus ist der Abstand ein Parameter, der optimiert wird, um die höchstmögliche Förderdichte zu erreichen und gleichzeitig das Risiko von Kollisionen zwischen Hängetransportelementen zu minimieren. Zu den Parametern des Berechnungsmodells können beispielsweise die Abmessungen des hängenden Transportelements, seine Dimension, Geschwindigkeit, Beschleunigung und sein Massenschwerpunkt gehören.

[0051] Alternativ oder ergänzend ist die erste Rechneinrichtung ausgebildet, mindestens einen optimierten Abstand basierend auf einer Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements zu berechnen. Damit sind beispielsweise höhenveränderte Abschnitte der Trajektorie sowie ein Schaukeln bzw. Schwenken der Hängefördergüter oder der Hängetransportelemente berücksichtigt, um eine Kollision zu verhindern und trotzdem eine optimierte Förderdichte am Fördersystem zu erreichen. Schliesslich ist einer der Gründe, warum es zu einer Kollision von Hängetransportelementen kommen kann, die Beschleunigung der Hängetransportelemente, zum Beispiel beim Verlassen einer Beladestation oder eines Abstandanpassungselements. Diese Beschleunigung beeinflusst zusammen mit dem Gewicht des Hängetransportelements und der Gewichtsverteilung über die Länge des Hängetransportelements seine Neigung in Fahrtrichtung. Deswegen ist es vorteilhaft, dieses Merkmal bei der Bestimmung des optimalen Abstands zwischen den Hängetransportelementen durch die erste Rechneinrichtung zu berücksichtigen. Dank der Minimierung von Kollisionen zwischen den Hängetransportelementen ist ihr erhöhter Verschleiss und eine mögliche Beschädigung der Hängetransportgüter zu vermeiden oder mindestens zu verringern.

[0052] Bevorzugt ist eine künstliche Intelligenz (KI) mit der ersten Rechneinrichtung verbunden oder dort integriert, um mindestens den optimierten Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen oder Förderelementen einzustellen oder die Förderbahnen so zu steuern, dass optimierte Förderkapazitäten vorgesehen sind. Die KI erhält beispielsweise Daten von der mindestens einen Sensoreinrichtung. Die KI kann auch Daten von dem mindestens einen Identifikationsmittel erhalten, um mindestens den optimierten Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen ausgeben zu können. Die KI kann mit Trainingsdaten trainiert werden, wobei die Trainingsdaten Identifikationsmerkmale zu einzelnen Hängetransportelementen oder auch von Messdaten der mindestens einen Sensoreinrichtung umfassen können. Insbesondere können die Trainingsdaten auch historische Daten umfassen, welche beispielsweise bei der Inbetriebnahme des Fördersystems erstellt wurden. Damit wird die KI mit Daten von demselben Fördersystem trainiert, sodass ein schnelles Lernen ermöglicht wird.

[0053] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die mindestens eine Sensoreinrichtung ausgebildet ist, eine dynamische Raumform der Hängetransportelemente zu erkennen. Alternativ oder ergänzend kann die dynamische Raumform von der Steuerungseinheit oder Rechneinrichtung aus den Messdaten der Sensoreinrichtung und/oder weiteren Steuerungsinformationen (z.B. historischen Daten oder bevorzugt Default-Daten für die Hängetransportelemente) berechnet werden.

[0054] Unter der dynamischen Raumform eines Hängetransportelements wird vorliegend die ermittelte oder berechnete Raumgeometrie verstanden, welche die Geometrie dieses Hängetransportelements einschliesslich seiner maximalen dynamischen Auslenkungen während der Förderung (inklusive seiner beigegebenen Waren bzw. seines Maximalvolumens), bevorzugt mindestens dessen Schwenkbewegungen in und gegen die Förderrichtung, umfasst. Die Aussenfläche der so ermittelten dynamischen Raumform für je zwei benachbarte Hängetransportelemente erlaubt die Ermittlung des Lichtmasses zwischen diesen. Die Auslenkungen entstehen durch die Bewegung der Hängetransportelemente, wie ein Schaukeln, Schwenken oder Verdrehen, oder eine Neigung von diesen. Eine Leitsteuerung oder eine datengestützte lokale Ansteuerung von Vereinzelungselementen bestimmt auf diese Weise eine optimierte, minimale Beabstandung der Hängetransportelemente stromabwärts. Das Berücksichtigen der dynamischen Raumformerkennung ist besonders vorteilhaft, weil die Hängetransportelemente für die Messung des mindestens einen Lichtmasses nicht angehalten werden müssen, weshalb die Messung während ihrer Bewegung dynamisch erfolgen kann. Dieser Aspekt erhöht die Förderdichte des Hängefördersystems weiter massgeblich. Es ist jedoch auch möglich, das Lichtmass zwischen benachbarten statischen, d.h. sich nicht bewegend, Hängetransportelementen mittels der mindestens einen Sensoreinrichtung zu messen und Toleranzwerte hinzuzurechnen. Schliesslich ist es besonders vorteilhaft, sowohl die statische als auch dynamische Raumform des Lichtmasses auf einem geraden Abschnitt der Trajektorie zu messen, da die Raumform des Lichtmasses dort nicht durch die Drehung der Hängetransportelemente verformt ist.

[0055] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass die mindestens eine Sensoreinrichtung als mindestens eine Kamera ausgeführt ist. Es ist vorteilhaft, dass die mindestens eine Sensoreinrichtung in einem angemessenen Abstand und in einer angemessenen Höhe zum Hängeförderer angebracht ist, um beispielsweise das mindestens eine Lichtmass reproduzierbar zu messen. Die Vorteile der Kamera liegen im günstigen Preis und in der Geschwindigkeit der Messung sowie der betriebssicheren Verwendbarkeit.

[0056] Bevorzugt umfasst die mindestens eine Sensoreinrichtung eine zweite Rechneinrichtung. Die zweite Rechneinrichtung dient dazu, dass beispielsweise das mindestens eine Lichtmassminimum zwischen benachbarten Hängetransportelementen aus dem gemessenen Lichtmass, das heisst den Abstand, zu ermitteln.

[0057] Alternativ oder ergänzend ist die mindestens eine Sensoreinrichtung als mindestens ein Lasersensor ausgeführt. Der Lasersensor bietet genaue und robuste Messungen unter verschiedenen Betriebsbedingungen. Ferner ist es auch möglich, einen Strukturlichtscanner als mindestens eine Sensoreinrichtung zu benutzen, um eine verbesserte Messung zu erhalten.

[0058] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist die mindestens eine Sensoreinrichtung als Ultraschallsensor ausgeführt. Der Ultraschallsensor funktioniert, neben den zuvor genannten Vorteilen, bei allen Lichtverhältnissen und bietet eine genaue und schnelle Messung, ohne dass dieser aufwendig kalibriert werden muss.

[0059] Die erfindungsgemässe Lösung weist auch ein Verfahren zur Förderung von Hängetransportelementen, insbesondere eines Hängeförders, bevorzugt mit mindestens einer zuvor beschriebenen Abstandsoptimierungsvorrichtung, auf. Das Verfahren umfasst mindestens einen Erfassungsschritt, bei dem mindestens ein Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen und/oder Förderelementen erfasst wird. In einem zweiten Schritt wird der Abstand zwischen zwei benachbarten Hängeelementen mittels mindestens eines Abstandanpassungselements optimiert. Das Verfahren ermöglicht es, die Abstände zwischen Hängetransportelementen und/oder Förderelementen auf einen Wert zu minimieren, um die Förderdichte zu erhöhen, und andererseits ausreichend grosse Abstände zu bestimmen, um Kollisionen zwischen einzelnen Hängetransportelementen zu vermeiden. Dies ist vorteilhaft, um den Verschleiss dieser Hängetransportelemente zu minimieren und das Risiko einer Beschädigung der in den Hängetransportelementen beförderten Hängefördergüter zu verringern.

[0060] Die erfindungsgemässe Lösung kann durch die folgenden weiteren, jeweils für sich vorteilhaften Ausführungen zudem ergänzt und weiter verbessert werden.

[0061] Gemäss einer Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements entlang einer Förderrichtung des Hängeförderers mittels des mindestens einen Abstandanpassungselements verändert wird. Es ist zu beachten, dass das mindestens eine Abstandanpassungselement die Geschwindigkeit in verschiedener Art und Weise verändern kann. Beispielsweise umfasst das mindestens eine Abstandanpassungselement eine Bremsseinheit, welche das mindestens eine Hängetransportelement verzögert. Alternativ oder ergänzend umfasst das mindestens eine Abstandanpassungselement eine Magneteinheit, welche das mindestens eine Hängetransportelement verzögert. Es ist auch möglich, die Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements mittels eines pneumatischen Zylinders oder auch mittels eines elektromechanischen Steuerelements anzupassen. Durch Einstellen des vom Zylinder ausgeübten Drucks kann die Geschwindigkeit des mindestens einen Hängetransportelements erhöht oder verringert werden, abhängig davon, ob der Druck entlang oder gegen die Förderrichtung geliefert wird. Weiterhin ist die Verwendung einer Bremse oder eines Stoppelements zur Verringerung der Geschwindigkeit des Hängetransportelements möglich. Eine entsprechende Ansteuerung kann z.B. mechanisch oder pneumatisch sein. Eine mechanische Bremse kann aus zwei Bremsbelägen bestehen, die miteinander in Kontakt gebracht werden und eine Widerstandskraft erzeugen, die das mindestens eine Hängetransportelement verzögert. Eine pneumatische Bremse kann die Bremskraft mit Hilfe von Druckluft erzeugen, um das mindestens eine Hängetransportelement zu verzögern.

[0062] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements entlang der Förderrichtung des Hängeförderers durch mindestens eine Steuerungseinheit gesteuert wird. Damit ist die Fördermenge in dem Fördersystem regelbar, sodass die Menge der Hängetransportelemente bzw. Hängefördergüter einfach einstellbar ist.

[0063] Ferner ist bevorzugt, dass die mindestens eine Steuerungseinheit eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements des Hängeförderers berücksichtigt. Dies ist deshalb von Vorteil, weil die mindestens eine Steuerungseinheit Informationen darüber besitzt, wie hoch die Eingangsgeschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements ist und somit auch bestimmen kann, ob diese Geschwindigkeit erhöht oder verringert werden soll.

[0064] Alternativ oder ergänzend berücksichtigt die mindestens eine Steuerungseinheit die Trajektorie des Hängeförderers. Die Berücksichtigung der Trajektorie des Hängeförderers ist deshalb vorteilhaft, weil sich die optimalen Abstände zwischen benachbarten Hängetransportelementen unterscheiden, je nachdem wo sie sich auf der Förderstrecke der Trajektorie befinden. So sind beispielsweise die optimalen Abstände eines geraden Abschnitts des Hängeförderers nicht mehr optimal für eine entlang der Trajektorie vorhandene Kurve, weil dort Hängetransportelemente ihre Position und damit auch die Abstände zueinander verändern. Inwieweit sich die Abstände in einer Kurve im Vergleich zu einem geraden Abschnitt der Trajektorie verändern, hängt vom Radius der Kurve ab. Daher ist es vorteilhaft, diese Parameter zu berücksichtigen, indem die mindestens eine Steuerungseinheit die Abstände zwischen benachbarten Hängetransportelementen auch in Abhängigkeit von der Trajektorie und Position mindestens eines Hängetransportelements berechnet und das Abstandanpassungselement dementsprechend steuert. Nicht zuletzt ist zu beachten, dass die optimalen Abstände eines geraden Abschnitts der Trajektorie nicht nur durch eine Kurve beeinflusst werden, sondern auch durch Abschnitte, in denen sich die Höhenlage der Hängetransportelemente ändert, da deren gegenseitige Lage bzw. Abstand aufgrund der Steigung der Förderabschnitte beeinflusst wird. Es ist daher von Vorteil, wenn Hängetransportelemente in diesen Abschnitten mit verschiedenen Abständen und beziehungsweise Geschwindigkeiten gefördert werden.

[0065] Alternativ oder ergänzend berücksichtigt die mindestens eine Steuerungseinheit mindestens einen Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen. Die mindestens eine Steuerungseinheit sollte mit dem mindestens einen Abstandanpassungselement zum Austausch von Steuerdaten vorzugsweise verbunden sein, da die Geschwindigkeit der Hängetransportelemente hauptsächlich durch das mindestens eine Abstandanpassungselement angepasst wird.

[0066] Insbesondere berücksichtigt die mindestens eine Steuereinheit das Lichtmassminimum zwischen benachbarten Hängetransportelementen. Damit ist der Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen basierend auf dem Lichtmassminimum steuerbar.

[0067] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens ein erfasster Abstand mit einem Sicherheitsfaktor angepasst wird. Auch wenn die mindestens eine Steuerungseinheit eine grosse Anzahl der im vorher beschriebenen genannten Parameter berücksichtigen kann, um den optimalen Abstand zu bestimmen, ist es vorteilhaft, den optimierten Abstand mit einem Sicherheitsfaktor zu erhöhen, um unerwartete Kollisionen zwischen den Hängetransportelementen zu reduzieren und so die Gefahr von ihrem Verschleiss oder Beschädigung des Hängetransportguts zu verringern.

[0068] Darüber hinaus kann der Sicherheitsfaktor verwendet werden, um die Förderdichte des Hängeförderers zusätzlich anzupassen. Beispielsweise kann der Sicherheitsfaktor bei Bedarf durch die Steuerungseinheit verringert werden, um die Förderdichte exzeptionell zu erhöhen (in diesen besonderen Fällen gegebenenfalls auch unter Unterschreitung des Lichtmassminimums), auch wenn dies zu einem statistisch erhöhten Ausfallrisiko führen könnte. Dieses Risiko ist dennoch vorteilhaft einsetzbar in Zeiten sehr starker Auslastung der Anlage, wie beispielsweise an Verarbeitungs-Spitzentagen oder -wochen, wenn eine übermässige hohe Anzahl von Hängefördergütern zu fördern ist und der geschaffene Leistungsvorteil das Ausfallrisiko überwiegt.

[0069] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass mindestens eine Sensoreinrichtung vorhanden ist. Mithilfe der mindestens einen Sensoreinrichtung ist das mindestens eine Lichtmass erkennbar, um Sensordaten für das Einstellen eines optimalen Abstands von benachbarten Hängetransportelementen zu erhalten.

[0070] Insbesondere erkennt die mindestens eine Sensoreinrichtung eine dynamische Raumform. Das Messen mindestens eines Lichtmasses ermöglicht ein Erkennen einer für den Abstand von benachbarten Hängetransportelementen indikativen Information, mit welcher in der mindestens einen Steuerungseinheit deren Abstand zueinander bestimmbar ist.

[0071] Alternativ oder ergänzend wird die dynamische Raumform von der Steuerungseinheit oder der ersten Rechneinrichtung berechnet. Die berechnete Raumgeometrie ermöglicht es, die Geometrie dieses Hängetransportelements einschliesslich seiner maximalen dynamischen Auslenkungen während der Förderung (inklusive seiner beigegebenen Waren bzw. seines Maximalvolumens), bevorzugt mindestens dessen Schwenkbewegungen in und gegen die Förderrichtung, zu erfassen.

[0072] Alternativ oder ergänzend, erkennt die mindestens eine Sensoreinrichtung mindestens eine Position von mindestens zwei benachbarten Hängetransportelementen. Das Erkennen der Position von mindestens zwei benachbarten Hängetransportelementen umfasst eine für den Abstand von benachbarten Hängetransportelementen indikative Information, mit welcher in der mindestens einen Steuerungseinheit deren Abstand zueinander einfach bestimmbar ist.

[0073] Die erfindungsgemässe Lösung weist ebenfalls ein Hängefördersystem auf, das mindestens eine, wie zuvor beschriebene Abstandsoptimierungsvorrichtung umfasst, die nach einer Beladestation entlang mindestens einer Trajektorie angeordnet ist. Es ist ebenfalls vorteilhaft die Abstandsoptimierungsvorrichtung hinter die Verdichtungsvorrichtung zu positionieren. Die Abstandsoptimierungsvorrichtung ermöglicht es, die Abstände auf einen Wert im Hängefördersystem zu minimieren, um die Förderdichte zu erhöhen, und andererseits ausreichend grosse Abstände zu bestimmen, um Kollisionen zwischen einzelnen Hängetransportelementen zu vermeiden.

[0074] Gemäss einer weiteren Ausführungsform ist vorgesehen, dass Betriebsparameter des Hängefördersystems an eine KI-Einheit gesendet werden, die insbesondere dazu ausgebildet ist, Förderleistung und Wartung des Hängefördersystems zu optimieren. Bei den Betriebsparametern handelt es sich insbesondere um die Anzahl der Hängetransportelemente, ihre Art, Transportzeiten und weitere dem Identifikationsmittel zugeordnete Daten wie die Zeit, die ein Hängetransportelement mit der Förderung von verschiedenen Hängetransportgütern verbringt, und seine kritische Betriebszeit, die die Zeit bestimmt, in der seine Wartung durchgeführt werden sollte. Zusätzliche Parameter können die Art der zu transportierenden Hängetransportgüter, ihr Gewicht und ihre Abmessungen sein. Dies ist besonders vorteilhaft, weil die KI-Einheit anhand dieser Parameter die Förderleistung des Hängeförderers, die kritische Betriebszeit des Hängetransportelements, die Planung der gesamten Wartung des Hängefördersystems oder beispielsweise den Verschleiss des Hängetransportelements optimieren kann.

[0075] Was den Verschleiss der Hängeförderer betrifft, so kann die KI-Einheit mit der Beladestation verbunden werden und optimieren, welche Hängetransportelemente mit welchen Hängefördergütern beladen werden sollen. Es gibt Hängefördergüter, die die Hängetransportelemente stärker verschleissen als andere, zum Beispiel solche mit scharfen Kanten. Daher ist es vorteilhaft, solche Hängefördergüter auf mehrere Hängetransportelemente zu verteilen, damit diese einer möglichst gleichmässigen Abnutzung unterliegen. Dies hat den positiven Effekt, dass einen übermässigen Verschleiss bestimmter Hängetransportelemente verhindert wird, die dann eine häufigere Wartung erfordern könnten, was wiederum zu häufigeren Systemausfällen führen kann.

[0076] Die KI-Einheit kann auch Voraussagen ermöglichen, wie lange es dauert, bis das Hängetransportelement an die Entladestation ankommt. Dies ist von Vorteil, wenn bestimmte Arten von Hängefördergütern, die schneller als andere transportiert werden müssen, Priorität haben sollen. In diesem Szenario lässt sich auch vorhersagen, welche Elemente angehalten oder verzögert werden sollten, um auf dem Hängeförderer Platz für die Hängetransportelemente mit höherer Priorität zu schaffen. Die Priorität sollte nicht nur als binäre Variable gesehen werden, bei der 0 für normale Priorität und 1 für erhöhte Priorität steht, sondern als eine Skala mit mehreren Stufen, z. B. von 0 bis 10, wobei 0 die niedrigste und 10 die höchste Priorität ist.

[0077] Die KI-Einheit kann auch dazu verwendet werden, den Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen weiter zu optimieren. Alternativ oder ergänzend kann sie auch zur Optimierung des Sicherheitsfaktors in Abhängigkeit von der aktuellen Auslastung des Hängeförderers eingesetzt werden.

[0078] Es ist weiterhin vorteilhaft, einen digitalen Zwilling des Hängefördersystems mithilfe der ersten Rechneinrichtung zu erstellen, was eine Systemsimulation erlaubt. Ein digitaler Zwilling eines Hängeförderersystems ist entsprechend eine digitale Darstellung des physischen Fördersystems, die zur Visualisierung, Analyse und Optimierung der Leistung des Hängefördersystems verwendet wird. Der digitale Zwilling wird anhand der Daten des physischen Hängefördersystems erstellt, einschliesslich der Abmessungen, Komponentenspezifikationen und Betriebsparameter, und dient zur Simulation des Betriebs des Hängefördersystems unter verschiedenen Bedingungen und Szenarien.

[0079] Einer der Hauptvorteile eines digitalen Zwillings ist die bessere Visualisierung und das bessere Parametrisieren des physischen Hängeförderersystems. Durch die Erstellung einer 3D-Darstellung können Benutzer die verschiedenen Komponenten und ihre Beziehungen zueinander visualisieren und optimieren. Dies kann zudem bei der Fehlersuche, bei Schulungen und bei der Wartung nützlich sein. Ein weiterer Vorteil eines digitalen Zwillings ist seine Fähigkeit, mittels

einer Simulation und Analyse des Hängefördersystems zu verbessern und zu kapazitätsmässig zu optimieren. Dies kann weiterhin dazu beitragen die Effizienz und Zuverlässigkeit des Hängefördersystems zu verbessern. Neben der Simulation und Analyse kann ein digitaler Zwilling auch zur Echtzeitüberwachung und -diagnose des Hängefördersystems eingesetzt werden. Durch die Verknüpfung des digitalen Zwillings mit Sensoren und anderen Datenquellen können die Benutzer Echtzeitdaten über den Betrieb des Hängefördersystems erhalten. Dies kann dazu beitragen, Probleme und Leistungsengpässe schneller zu erkennen und zu beheben, sowie Ausfallzeiten und andere Störungen zu minimieren. Ein weiterer Vorteil des digitalen Zwillings ist seine Fähigkeit, die Zusammenarbeit zwischen den Bedienpersonen zu optimieren. Da der digitale Zwilling von mehreren Benutzern von verschiedenen Standorten aus zugänglich ist und gemeinsam genutzt werden kann, können die Teammitglieder effektiver zusammenarbeiten und fundiertere Entscheidungen über den Betrieb und die Optimierung von dem Hängefördersystem treffen. Schliesslich kann ein digitaler Zwilling auch zur Verbesserung der Zustandsüberwachung des Hängefördersystems eingesetzt werden.

[0080] Mittels des digitalen Zwillings ist es bevorzugt möglich das Hängefördersystem umfassend mindestens eine Abstandsoptimierungsvorrichtung mit einer Software zu simulieren. Diese Simulation ist deshalb vorteilhaft, weil damit Daten über das gesamte Hängefördersystem gesammelt werden können, die das Training der KI-Einheit beschleunigen und verbessern können. In Abhängigkeit von diesen Betriebsparametern ist es dann möglich, die Leistung des Hängeförderers zu optimieren oder z.B. die optimale Förderstrecke, mit der Hängetransportelemente mit unterschiedlichen Prioritäten transportiert werden sollen. Mit diesen Daten kann dann die KI-Einheit nach dem Prinzip des überwachten Lernens als Ersatzmodell trainiert werden, das im Online-Betrieb verwendet werden kann, da Simulationsmodelle üblicherweise langsam sind.

[0081] Als alternative Lösung kann das Prinzip des bestärkenden Lernens eingesetzt werden, bei dem die Hängetransportelemente als Agenten und der Rest des Hängetransportsystems als Umwelt behandelt werden. Die Agenten interagieren mit der Umwelt und versuchen, im Rahmen einer sogenannten Belohnungsfunktion die höchstmögliche Belohnung zu erzielen. In diesem Fall könnte die Belohnungsfunktion die maximale Förderdichte, die Minimierung des Wartungsbedarfs der verschiedenen Komponenten, und die effiziente Priorisierung der Hängetransportelemente sein.

[0082] Vorteilhaft ist das Hängefördersystem flexibel und modular gestaltet. Ein flexibles Hängefördersystem ist eine Transport- und Logistiklösung, die so konzipiert ist, dass sie tragbar, vielseitig und einfach einzurichten ist, und in einer Vielzahl von Umgebungen eingesetzt werden kann. Das Hängefördersystem besteht aus einer Reihe von modularen Komponenten, einschliesslich Förderbändern, Trägern und Antriebssystemen, die ohne Spezialwerkzeug oder -ausrüstung leicht montiert und gegebenenfalls demontiert werden können. Einer der wichtigsten Vorteile eines flexiblen Hängefördersystems ist seine Transportfähigkeit. Das Hängefördersystem kann leicht an verschiedene Orte transportiert und vor Ort aufgebaut werden, was es auch für den Einsatz in temporären oder vorübergehenden Installationen tauglich macht. Durch die Verwendung von teleskopierbaren oder ausziehbaren Abschnitten oder verstellbaren Halterungen kann das Hängefördersystem je nach Bedarf umkonfiguriert werden, wobei das erfindungsgemässe Steuersystem die Optimierung der Förderdichte auch in diesen Fällen erlaubt.

[0083] Ein weiterer wichtiger Vorteil im Zusammenhang mit einem flexiblen Hängefördersystems sind die beschriebenen Steuerungs- und Automatisierungsfunktionen. Sensoren, Steuerungen und Software können eingesetzt werden, um eine automatische Streckenführung, Echtzeitüberwachung und -diagnose sowie die Verbindung mit anderen Logistiksystemen zu ermöglichen. Auf diese Weise kann der Förderer programmiert und an die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden, was die Effizienz und Genauigkeit im Betrieb verbessert.

Ausführung der Erfindung

[0084] Anhand der nachfolgenden Figuren werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben.

[0085] Es zeigen:

Figur 1: Ein erfindungsgemässes Hängefördersystem in einer schematischen Draufsicht;

Figur 2: Ein erfindungsgemässes Hängefördersystem in einer schematischen Seitensicht;

Figur 3: Eine erfindungsgemässe Abstandsoptimierungsvorrichtung im Hängefördersystem gemäss Fig. 1 in einer schematischen Draufsicht;

Figur 4: Eine schematische Auf- und Seitensicht von Hängetransportelementen im Förder-Stillstand und eine schematische Seitensicht der Hängetransportelemente in Bewegung;

Figur 5: Eine Vielzahl von leeren Hängetransportelementen in einem Staubereich für ein Hängefördersystem gemäss der Fig. 1 in einer perspektivischen Ansicht;

Figur 6: Beladene Hängetransportelemente gemäss Fig. 4 oder Fig. 5 in einer schematischen Seitenansicht;

Figur 7: Ein Flussdiagramm des Verfahrens für ein erfindungsgemässes Hängefördersystem;

Figur 8: Eine schematische Draufsicht der Hängetransportelemente in einer Kurve;

Figur 9: Eine schematische Seitenansicht eines beladenen Hängetransportelements in verschiedenen Schwenkpositionen (a-c);

Figur 10 Eine schematische Seitenansicht von verbundenen Hängetransportelementen in zwei verschiedenen Orientierungen; und

Figur 11 Eine schematische Seitenansicht von verbundenen Hängetransportelementen in gleicher Orientierung.

[0086] Figur 1 zeigt ein Hängefördersystem 36 mit seinen funktionalen Elementen in einer schematischen Draufsicht. Dieses Hängefördersystem 36 enthält einen Hängeförderer 22, wie beispielsweise aus der Hängeförderanlage gemäss CH714004A1 der hiesigen Anmelderin bekannt, der für den Transport von Hängetransportelementen 23 verwendet wird. Ferner ist der Hängeförderer 22 durch seine Fördergeschwindigkeit und Trajektorie 41 definiert. Der Förderprozess beginnt mit leeren Hängetransportelementen 23e, die zu vier separaten Beladestationen 26a-26d in einheitlichen Abständen, in Förderrichtung 33 transportiert sind. Dort werden sie mit verschiedenen Hängeförderergütern 28 beladen. Wenn ein Hängefördergut 28 Kleidungsstücke umfasst, werden diese auf einem Bügel transportiert, andernfalls in einer Transporttasche. Es sei erwähnt, dass der Beladungsprozess zu einer Veränderung der Grösse bzw. den Dimensionen der Hängetransportelemente 23 im Vergleich zu ihrem Leerzustand führt.

[0087] Beladene Hängetransportelemente 23 werden in gleichen oder unterschiedlichen Abständen von den Beladestationen 26a-26d freigegeben, wobei bereits dort Kollisionen zu vermeiden sind. Darüber hinaus wird die Art des Hängetransportelements 23 dabei berücksichtigt, das heisst, ob ein Hängetransportelement 23 ein Bügel oder eine Transporttasche ist. Danach werden optional die Abstände von Hängeförderergütern 28 in den Hängetransportelementen 23 mittels Verdichtungsrichtungen 24a-24d optimiert (im Beispiel durch Bürsten oder Vibrieren verdichtet). Es könnte während der folgenden Förderung ansonsten geschehen, dass sich die Hängetransportgüter 28, die sich in, an oder auf Hängetransportelementen 23 befinden, sich räumlich bewegen, wodurch sich die Abstände zwischen benachbarten Hängetransportelementen verändern, was im Allgemeinen unerwünscht ist. Nach dieser Verdichtung erfolgt eine Abstandsanpassung, und zwar mittels Abstandsoptimierungsvorrichtungen 20a-20d.

[0088] In diesem Beispiel sind diese als Puffer- und Vereinzelungseinheiten mit Stopp-/Freigabeelementen implementiert, die von einer speicherprogrammierbaren Steuerungseinheit 39 (SPS) auf der Grundlage des von einer Kamera gemessenen und von einer Software bestimmten Mindestabstandswertes elektrisch gesteuert werden. Die Abstandsoptimierungsvorrichtungen 20a-20d geben die Hängetransportelemente 23a-23d gesteuert einzeln und mit vorgegebenen, für den stromabwärts folgenden Förderbereich optimierten Abständen ab. Da bei den verschiedenen Weichenstellen (Kurven 31a bis 31d) zusätzliche Hängetransporteinheiten 23 in den umlaufenden Hängeförderer 22 einsortiert werden, berücksichtigt die übergeordnete Steuerungseinheit 39 diese Gegebenheit und hält die erforderlichen Lücken bzw. Freipositionen bei der Abgabe von den Abstandsoptimierungsvorrichtungen 20a-20d frei.

[0089] Zusätzlich werden die beladenen Hängeförderergüter 23 nach Beladestation priorisiert. So haben die Beladestationen 26a-26b eine höhere Priorität als die Beladestationen 26c-26d, so dass die in Hängetransportelementen 23a-23b beladenen Hängeförderergüter der priorisierten Beladestationen 26a-26b schneller gefördert werden, weil die übrigen Beladestationen 26c-26d für sie Platz am Hängeförderer 22 freimachen. Dies erfolgt durch Anhalten der Hängetransportelemente 23c-23d. Die Einstellung und der Priorität erfolgt über eine KI-Einheit 50, die mit einer ersten Rechneinrichtung 37 verbunden ist. Die KI-Einheit bestimmt welche Hängetransportelemente 23 angehalten oder beschleunigt werden sollen, damit die mit höherer Priorität früher befördert werden. Die Prioritäten der Hängetransportelemente können jederzeit angepasst werden.

[0090] Nachdem sich die Hängetransportelemente 23 entlang der Kurven 31a-31d weiterbewegt haben und sich im geraden Abschnitt 32 des Hängeförderers 22 befinden, werden sie erneut von einer anderen Abstandsoptimierungsvorrichtung 20e angepasst, um den Abstand in Bezug auf die weitere Trajektorie 41 zu optimieren und die Förderdichte des Hängeförderers 22 zu erhöhen oder gegebenenfalls zu reduzieren durch eine Vergrösserung der Abstände. Es zu erwähnen, dass aufgrund der Berücksichtigung der Trajektorie 41 des Hängeförderers 22 für die Abstandsanpassung, die bestimmten Abstände anders ausfallen würden, wenn sich hinter den Abstandsoptimierungsvorrichtungen 20a-20d (anders als hier vorgesehen) keine Kurven 31a-31d befinden würden. Schliesslich endet der Förderprozess an einer Entladestation 34, z.B. einem Verpackungs- oder Speditionsbereich.

[0091] Figur 2 zeigt eine schematische Seitensicht eines erfindungsgemässen Hängeförderers 22. Insbesondere sind hier Hängetransportelemente 23 zu sehen, die sich entlang verschiedener Abschnitte einer Trajektorie 41 des Hängeförderers 22 bewegen. Zwei abgebildete Hängetransportelemente 23 sind Transporttaschen mit einem festen Boden und einem festen Rückenteil. Der Rest der Tasche ist aus einem flexiblen Material hergestellt, das sich der Form der in die Transporttasche geladenen Hängeförderergüter 28 anpassen kann. Das dritte Hängetransportelement 23 ist so gestaltet, dass es ebenfalls eine Rückseite aus flexiblem Material hat. Darüber hinaus besteht die Trajektorie 41 in diesem Ausführungsbeispiel aus mehreren höhenveränderlichen Abschnitten 30, in denen die Hängetransportelemente 23 ihre Förderhöhe

gegenüber dem Boden 46 (angedeutet durch die punktierte Linie in Figur 2) ändern. Diese sind realisiert durch einen Abstiegsabschnitt 43 und einen Anstiegsabschnitt 44.

[0092] Die beladenen Hängetransportelemente 23 auf einem geraden Abschnitt der Trajektorie 41 haben optimierte Abstände, die von einem gemessenen Lichtmass 42, einem bestimmten Lichtmassminimum 40a-40d, einer Geschwindigkeit und Beschleunigung des Hängeförderers, und einer Position des Hängetransportelements abhängig sind (siehe Lichtmassminima 40a, 40b in Blase A). Nichtsdestoweniger, wenn die Hängetransportelemente 23 in den Anstiegsabschnitt 44 der Trajektorie 41 eintreten, sollte der Abstand zwischen den Hängetransportelementen 23 erneut angepasst werden, da sich das Lichtmassminimum 40a-40d aufgrund der vertikalen Verschiebung der Hängetransportelemente 23 zueinander ändert (siehe geänderte Lichtmassminima 40c-40d in Blase B).

[0093] Diese Anpassung erfolgt mittels einer Abstandsoptimierungsvorrichtung 20. Darüber hinaus ist bei der Optimierung der Abstände auch das Schwanken der Hängetransportelemente 23 durch Einfahrt in den Anstiegsabschnitt 44 und deswegen Änderung der Trajektorie 41 berücksichtigt, und zwar mit einer ersten Rechneinrichtung 37. Die beispielsweise als Arduino mit einer entsprechenden Software realisierte erste Rechneinrichtung 37 multipliziert ebenfalls Abstände mit einem Sicherheitsfaktor von 1.15, vorzugsweise 1.15 bis 1.3, um das Risiko einer Kollision zu minimieren.

[0094] Figur 3 zeigt eine schematische Draufsicht einer Abstandsoptimierungsvorrichtung 20. Die Abstandsoptimierungsvorrichtung 20, die eine Sensoreinrichtung 21, eine Steuerungseinheit 39 und ein Abstandanpassungselement 27 enthält, dient erfindungsgemäss als Zusatzausstattung eines Hängeförderers 22. Die Steuerungseinheit 39 ist ausgebildet, das mindestens eine Abstandanpassungselement 27 auf Basis von Messungen der mindestens einen Sensoreinrichtung 21 des freien Raums zwischen zwei benachbarten Hängetransportelementen 23 zu steuern, so dass der Abstand zwischen den benachbarten Hängetransportelementen 23 anpassbar und parametrisiert eingestellt wird. Der Hängeförderer 22 ist hier ebenfalls mit einer Verdichtungsvorrichtung 24 ausgerüstet. Der Förderprozess, dessen Förderrichtung 33 durch einen Pfeil bestimmt ist, beginnt an einer Beladestation 26, wo zwei leere Hängetransportelemente 23 mit Hängetransportgütern 28 beladen werden. Durch die Beladung verändern sich daraufhin die Abmessungen der Hängetransportelemente 23 und damit das Lichtmass 42 zwischen diesen (als Schraffur angedeutet). Ein Lichtmassminimum 40 zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 wird hier ebenfalls bestimmt. Dieses Lichtmass 42 ist mittels der Sensoreinrichtung 21 gemessen, die in diesem Ausführungsbeispiel als Kamera ausgeführt ist. Die Messung gilt als eine Eingabe in eine zweite Rechneinrichtung 38, die aus dem gemessenen Lichtmass 42 das Lichtmassminimum 40 bestimmt. Darüber hinaus ist die zweite Rechneinrichtung 38 als Rechner mit einer entsprechenden Software ausgeführt. Das bestimmte Lichtmassminimum 40 gilt als der Abstand zwischen den beiden benachbarten Hängetransportelementen 23 und ist optimiert, nämlich mittels einer ersten Rechneinrichtung 37, die neben der dynamischen Raumform der beiden Hängetransportelemente 23 zusätzliche Parameter wie Geschwindigkeit der Hängetransportelemente 23, eine Trajektorie 41 des Hängeförderers 22 und Positionen der Hängetransportelemente 23 auf der Trajektorie 41 berücksichtigt. In diesem Fall ist insbesondere eine Kurve 31 berücksichtigt und die Abstände mit Blick auf diese entsprechend optimiert, wobei das Ziel darin besteht, einerseits die Förderdichte zu erhöhen und andererseits das Kollisionsrisiko zwischen den benachbarten Hängetransportelementen 23 zu verringern oder auszuschliessen. Ferner sei angemerkt, dass die Optimierung den Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 in Abhängigkeit der erwähnten Parameter gesteuert sowohl vergrössern als auch verkleinern kann. Ein Teil der Optimierung ist auch die optionale Multiplikation des Abstands mit einem Sicherheitsfaktor von 1.1.

[0095] Wenn mittels der Sensoreinrichtung 21 die dynamische Raumform direkt gemessen (und nicht durch die Steuerungseinheit 39 oder die Rechneinheiten 37, 38 berechnet werden soll), kann die Messanordnung gezielt in einem kritischen Förderbereich angeordnet werden, wo Eigenbewegungen des Hängetransportelements 23 auftreten oder eine entsprechend besondere Trajektorie 41 vorhanden ist. Alternativ können an einer definierten Messstelle gezielt verschiedene Eigenbewegungen des Hängetransportelements 23 ausgelöst werden, um die zu messenden Parameter der dynamischen Raumform dort zu ermitteln bzw. aufgrund der Dynamik zu bestimmen. Zu diesem Zweck kann als Sensoreinrichtung 21 bevorzugt ein oder mehrere Lichtmessgitter vorgesehen werden, ein Ultraschalls-Distanzsensor oder auch ein 3D-Laserscanner, der die Extremwerte bzw. die maximalen Auslenkungen des zum messenden Hängetransportelements erfasst.

[0096] Gleichzeitig mit dem Bestimmen des Abstands zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 ist hier jedem Hängetransportelement 23 ein Identifikationsmerkmal 47 mittels eines Identifikationsmittels 25 vergeben. Im Ausführungsbeispiel ist jedes Hängetransportelement 23 mit einem RFID-Tag gekennzeichnet, der vom Identifikationsmittel 25 gelesen wird. Ein eindeutiges Identifikationsmerkmal 47 ist dann auf diesen RFID-Tag hochgeladen. Somit ist das erste Hängetransportelement entlang des Hängeförderers 22 als A, und das zweite als B markiert. Darüber hinaus sind zu jedem dieses Identifikationsmerkmals 47 Abstände zu einem vor- und nachlaufenden Hängetransportelement 23 zugeordnet. Entsprechend ist die digitale Information des ersten Hängetransportelements 23 (mit Beispielmassen) wie folgt:

Identifikationsmerkmal 47: A, Abstand zum vorlaufenden Hängetransportelement 23: 0 mm, Abstand zum nachlaufenden Hängetransportelement 23 250 mm.

[0097] Der Abstand zum vorlaufenden Hängetransportelement 23 ist 0 mm, weil es das erste Hängetransportelement 23 ist. Diese Information ist auf der Steuerungseinheit 39 gespeichert, so dass sie bei Bedarf immer abgerufen werden

kann. Die Information über den Abstand zu benachbarten Hängetransportelementen 23 erhält auch eine hier als Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) ausgeführte Steuerungseinheit 39. Ausserdem verfügt sie über die Information, auf welchen Wert der Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 des Hängeförderers 22 angepasst werden soll, der in diesem Ausführungsbeispiel 300 mm ist. Dieser Wert hängt, wie bereits erwähnt, von der Position des Hängetransportelements 23 auf der Trajektorie 41 des Hängeförderers 22 und seiner Geschwindigkeit ab und ist mittels der ersten Rechneinrichtung 37 bestimmt. Ferner ist es zu beachten, dass die kritische Kurvendistanz 49 zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 aufgrund ihrer gegenseitigen Drehung 250 mm beträgt.

[0098] Das von der speicherprogrammierbaren Steuerung gesteuerte Abstandanpassungselement 27 ist als Drückluftzylinder mit einer mechanischen Bremse ausgeführt, die Hängetransportelemente 27 entweder anhält und in angemessenen Zeitintervallen wieder freigibt oder um eine bestimmte Distanz verschiebt, so dass die Abstände auf ihre optimierte Werte gesteuert geändert werden. Somit sollte der Abstand zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 in diesem Beispiel um 50 mm von 250 auf 300 mm vergrössert werden. Da die Geschwindigkeit des zweiten Hängetransportelements 23 350 mm/s beträgt, ist das zweite Hängetransportelement 23 0.14 Sekunden lang mittels der mechanischen Bremse gehalten, so dass der Abstand zwischen ihnen auf 300 mm vergrössert ist.

[0099] Nach der Kurve 31 erfolgt eine nächste Abstandsoptimierung, die nun ohne Messungen erfolgt, denn dank den in der Steuerungseinheit 39 (oder alternativ auch der Rechneinrichtung) gespeicherten Informationen sind die aktuellen Abstände zwischen den benachbarten Hängetransportelementen 23 bekannt. Da sich die Hängetransportelemente 23 nun im geraden Abschnitt 32 der Trajektorie 41 des Hängeförderers 22 mit einer Geschwindigkeit von 350 mm/s befinden, bestimmt die erste Rechneinrichtung 37, dass der optimierte Abstand, bei dem die Förderdichte erhöht, aber gleichzeitig das Risiko von Kollisionen zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 minimiert ist, 250 mm beträgt. Zudem berechnet sie, dass der mittels der speicherprogrammierbaren Steuerungseinheit 39 gesteuerte Druckluftzylinder das zweite Hängetransportelement 23 um 50 mm verschieben sollte, so dass der Abstand von 300 mm auf 250 mm reduziert ist.

[0100] Schliesslich wird die optimale Wartung der Hängetransportelemente 23 durch eine KI-Einheit 50 optimiert, und zwar in Abhängigkeit von den in den einzelnen Hängetransportelementen 23 beförderten Hängetransportgütern 28. So befördert das Hängetransportelement 23 A beispielsweise Hängetransportgüter 28 mit scharfen Kanten, Hängetransportelement 23 B dagegen nicht. Bei der nächsten Beladung wird die KI-Einheit 50 daher versuchen, potenziell scharfkantige Hängetransportgüter 28 in das Hängetransportelement 23 B zu laden. Dies führt zu einer gleichmässigen Verteilung des Verschleisses der Hängetransportelemente 23 und zu einem kleineren Risiko eines Ausfalls des gesamten Hängefördersystems 36 infolge einer Beschädigung oder Zerstörung des Hängetransportelements 23.

[0101] Figur 4 zeigt eine schematische Drauf- und Seitensicht der Hängetransportelemente 23 in Stillstand und eine schematische Seitensicht der Hängetransportelemente 23 in Bewegung. Die Förderrichtung 33 eines Hängeförderers 22 ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Darüber hinaus sind die Lichtmasse 42a, 42b zwischen benachbarten Hängetransportelementen 23 mit einer Schraffur veranschaulicht.

[0102] Das Lichtmassminimum 40a gilt als ein minimaler Lichtmasswert bzw. Mindestwert-Abstand zwischen zwei benachbarten Hängetransportelementen 23 und ist vorliegend als Abstand bezeichnet, der weiter optimiert ist. In der Seitenansicht ist zu erkennen, dass eine Sensoreinrichtung 21 (hier nicht gezeigt), in diesem Fall die Kamera, aufgrund einer Blickrichtung von vorne nur einen Teil des Lichtmasses 42a zwischen benachbarten Hängetransportelementen misst. Da jedoch ein Lichtmassminimum 40a gesucht ist, spielt dies vorliegend keine Rolle. Es ist wichtig zu erwähnen, dass die ersten beiden Ansichten Hängetransportelemente 23 abbilden, die hier eine Geschwindigkeit von Null haben und demzufolge das Lichtmass 42a zwischen ihnen eine statische Raumform besitzt. Dies ändert sich in der dritten schematischen Seitenansicht, wo die Geschwindigkeit der Hängetransportelemente 23 grösser als Null ist. Dadurch ist eine Neigung der Hängetransportelemente 23 verursacht, was auch zu einem verformten Lichtmass 42b führt, das nun eine dynamische Raumform berücksichtigt. Die Neigungrate ist durch den Alphawinkel definiert und wirkt sich auf das Lichtmassminimum 40b nach folgender Gleichung aus:

$$40b = 40a * \text{Funktion von } \cos(\text{Alpha})$$

[0103] Aus dieser Gleichung ergibt sich, dass das Lichtmassminimum 40b umso kleiner ist, je grösser der Alphawinkel ist, der regelmässig mit steigender Geschwindigkeit zunimmt. Für den Fachmann ist es ersichtlich, dass diese Gleichung vorteilhaft weitere oder auch alternative Funktionsparameter (wie insbesondere die Beschleunigung oder konvexe Flächenbereiche) berücksichtigen kann, welche die Berechnung des Lichtmassminimums 40b erlaubt, womit eine noch genauere Bestimmung der Lichtmassminima möglich ist. Die Formel lautet diesfalls $40b = 40a * \text{Funktion}(\text{mindestens ein Lichtmass- oder Lichtmassminimum-Parameter})$. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache ist es möglich, die dynamische Form des Lichtmasses 42b zu messen und daraus sein Lichtmassminimum 40b zu bestimmen, das dann gegebenenfalls in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit der Hängetransportelemente 23 berechnet werden kann, was die Förderdichte des Hängeförderers 22 erhöht, denn sie müssen nicht angehalten werden.

[0104] Figur 5 zeigt eine Mehrzahl von leeren Hängetransportelementen 23. Die abgebildeten Hängetransportelemente 23 sind leer und enthalten somit keine Hängefördergüter 28. Darüber hinaus sind sie mit einem Hängeförderer 22 über einen Förderelemente 45 förderbar verbunden. Über dem Hängeförderer ist ein Vereinzelungselement 29 erkennbar mit

einem Stoppelement, wie es dem Fachmann bekannt ist, und welches eine Pufferung und Freigabe der Hängtransportelemente erlaubt.

[0105] Figur 6 zeigt eine schematische Seitensicht von beladenen Hängtransportelementen 23, die als entweder als Transporttaschen oder als Bügel dargestellt sind. Daher können die Hängtransportelemente 23 für den Transport von verschiedenen Hängfördergütern 28, wie beispielsweise Waren und Kleidung, mittels des Hängförderers 22 eingesetzt werden. Ferner sind die Hängtransportelemente 23 über ein Förderelement 45 mit dem Hängförderer 22 förder- bzw. transportierbar verbunden. Die Förderrichtung 33 ist in Richtung der Pfeile F. Die Hängfördergüter 28 bzw. Hängtransportelemente 23 sind über Adapterelemente 35 mit den Förderelementen 45 lösbar verbunden. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Adapterelemente 35 als Ösen ausgebildet, in welche Kleiderbügel oder die gezeigten Hängfördertaschen eingehängt sein können. Wenn direkt Hängförderwaren an die Adapterelemente 35 angekoppelt werden, sind erstere zusammen mit der Ware als Hängtransportelemente 23 zu verstehen.

[0106] Die Adapterelemente 35 sind bevorzugt steuerbar, so dass sie bei gewünschten Bearbeitungsschritten die Freigabe geförderter Waren oder aber auch in Störsituationen die Abgabe der Waren ermöglichen. Die Steuerung kann über die Steuerungseinheit 39 erfolgen oder auch örtlich durch Steuerkurven oder lokale Steuereinheiten. Besonders vorteilhaft ist es, wenn zur örtlichen Optimierung des Förderabstands eine Freigabe durch die Steuerungseinheit 39 möglich ist. Auf diese Weise können z.B. leere Hängfördertaschen oder andere Hängtransportelemente 23 entlang einer Förderstrecke abgegeben werden und dadurch eine zusätzliche Erhöhung der Förderdichte erreicht werden. Der Abstand kann auf diese Weise reduziert werden, indem der Abstand der bezüglich der abgegebenen Hängtransportelemente 23 vor- und nachlaufenden Hängtransportelemente 23 gesteuert verkleinert wird. Dieser Effekt kann selbst dann vorteilhaft genutzt werden, wenn Förderelement 45 ohne Transportgut zwischen diesen liegen, da die Dimensionen der Förderelemente 45 gegenüber den Hängtransportelementen 23 oder Waren in der Regel vergleichsweise klein sind. In danach folgenden Förderbereichen können diese Adapterelemente 35 wieder bestückt werden.

[0107] Figur 7 zeigt ein Flussdiagramm des Verfahrens von Hängtransportelementen 23. Das Verfahren beginnt an einer Beladestation 26, wo Hängtransportelemente 23 mit Hängfördergütern 28 beladen werden. Danach kann eine hier dargestellte Verdichtungsanordnung 24 vorgesehen sein, mit der die Positionen der Güter in den Hängtransportelementen 23 beeinflusst und optimiert werden.

[0108] Ein Lichtmass 42 zwischen benachbarten Hängtransportelementen 23 wird danach mit einer Sensoreinrichtung 21 gemessen und mittels einer zweiten Rechneinrichtung 38 wird ein Lichtmassminimum 40 als optimierter Abstand zwischen benachbarten Hängtransportelementen 23 bestimmt. Zusätzlich ist eine erste Rechneinrichtung 37 vorhanden, die den Abstand zwischen benachbarten Hängtransportelementen 23 in Abhängigkeit von einer Trajektorie 41 des Hängförderers 22 und von Geschwindigkeit der Hängtransportelemente 23 bei Bedarf zusätzlich optimiert.

[0109] Darüber hinaus ist jedem Hängtransportelement 23 optional mindestens ein Identifikationsmerkmal 47 mittels eines Identifikationsmittels 25 zugeordnet. Der bestimmte Abstand wird dann mit Hilfe eines Abstandanpassungselements 27 optimiert, das von einer Steuerungseinheit 39 gesteuert wird. Schliesslich wird das gesamte Verfahren bei einem Endpunkt, hier einer Entladestation 34, abgeschlossen.

[0110] Figur 8 zeigt eine schematische Draufsicht der Hängtransportelemente 23 in einer Kurve 31. Der Kurvenabstand 48 entspricht einem von einer zweiten Rechneinrichtung 38 und aus einem geraden Abschnitt 32 bestimmten Lichtmassminimum 40, das weiter von einer ersten Rechneinrichtung 37 optimiert worden ist. Dabei ist es zu beachten, dass durch die gegenseitige Verdrehung der Hängtransportelemente 23 diese auf einen Wert nahegebracht werden, der kleiner als der Kurvenabstand 48 ist. Dieser Wert ist als kritische Kurvendistanz 49 bezeichnet und ist von der zweiten Rechneinrichtung 38 bei dem Bestimmen eines optimierten Abstands in der Kurve 31 berücksichtigt worden, da in dieser kritischen Kurvendistanz 49 die Hängtransportelemente 23 am nächsten beieinander liegen und somit hier die grösste Kollisionsgefahr besteht.

[0111] Anhand von Figur 9 wird die oben erwähnte dynamische Raumform und deren Nutzung für die erfindungsgemässe Steuerungseinheit 39 näher erläutert. Ein erstes Hängtransportelement 23 ist, gefördert an einem ersten Förderelement 45.1, erkennbar. In einer (statischen) Hängelage nimmt dieses Hängtransportelement 23 die Position a ein, d.h. dessen Schwerpunkt (inklusive etwaiger darin geförderter Waren) liegt im Wesentlichen vertikal unter dem Adapterelement 35.1. Mittels Sensoren, vorbekannten (historischen Daten) oder aufgrund von Defaultwerten gemäss Datenbankwerten wird die maximale Vorlauf-Schwenkposition des Hängtransportelements in Förderrichtung F bestimmt. Diese Position ist mit c markiert. In analoger Weise wird die maximale Nachlauf-Schwenkposition, die hier mit b bezeichnet ist, bestimmt.

[0112] Die Extremwerte der Nachlauf-Schwenkposition, die hier mit der gestrichelten Hilfsebene K_{N2} angedeutet ist, werden mit Referenz zu einer vertikal verlaufenden, senkrecht zur Förderrichtung F stehenden Ebene V_1 bzw. für die Vorlauf-Schwenkposition bzw. der Hilfsebene K_{V2} mit Referenz zu einer entsprechenden, senkrechten und ebenfalls senkrecht zur Förderrichtung F stehenden Ebene V_2 bestimmt. Bei diesem Modellbeispiel sind die beiden Hilfsebenen K_{V1} und K_{V2} senkrecht zu einer in Förderrichtung verlaufenden Vertikalebene angeordnet. Die dynamische Raumform umfasst bei diesem typischen Beispiel den Raumbereich zwischen den Hilfsebenen V_1 und V_2 , wobei der Raum in vertikaler Richtung selbstredend nur zu berücksichtigen ist für die Höhe des Hängtransportelements 23 bzw. in jedem Fall maximal vom Bereich des Adapterelements 35.1 bis zum tiefstliegenden Bereich des Hängtransportelements 23.

[0113] Es ist für den Fachmann gut ersichtlich, dass die Extremwerte (vor- und nachlaufend) nicht nur für das hier gezeigte Schwenken, sondern auch für ein Verdrehen oder Wippen in entsprechender Weise bestimmt werden können. Diesfalls stehen die Hilfsebenen K_{V1} und K_{V2} nicht mehr senkrecht zu einer in Förderrichtung F verlaufenden Vertikalebene, sondern sie sind zur Bestimmung dieser Extremwerte in zwei Richtungen geometrisch um einen Winkel verdreht. Es werden für solche Verdrehbewegungen somit in analoger Weise die Extremwerte in Förderrichtung (vor- und nachlaufend) bestimmt. Auf diese Weise entsteht eine räumlich nicht mehr im Wesentlichen quaderförmige dynamische Raumform, sondern diese ist durch die zusätzliche Geometriebestimmung komplexer. Je nach Rechenleistung der Steuerungseinheit 39 bzw. der vorhandenen Datenbasis können auf diese Weise sämtliche Raumbewegungen eines Hängetransportelements 23 berechnet bzw. bestimmt werden. Wenn Schwenk-, Wipp- und Verdrehbewegungen neben der hier gezeigten Schwenkbewegung zur Bestimmung der Extremwerte berücksichtigt werden, wird die Raumform für den Fachmann gut ersichtlich in Vor- und Nachlaufrichtung nicht mehr durch zwei Ebenen V_1 , V_2 , sondern durch gekrümmte oder geknickte Flächen begrenzt. Der so ermittelte dynamische Raumbereich umschliesst somit ein räumlich begrenztes Volumen, wobei zur Optimierung der Förderdichte nur die Begrenzungsflächen in vor- und nachlaufender Richtung zu beachten sind. Im einfachsten Fall sind dies, wie im Beispiel gezeigt die beiden begrenzenden Ebenen V_1 , V_2 .

[0114] Wie aus der Figur 9 weiterhin ersichtlich ist, wird für ein zweites stromabwärts gefördertes Hängetransportelement 23, das an einem hier gezeigten Adapterelement 35.2 gefördert wird, in entsprechender Weise dessen dynamische Raumform ermittelt. Deren nachlaufende Begrenzung ist hier durch die Hilfsebene L_{V2} angedeutet. Und in gleicher Weise wird die dynamische Raumform für ein stromaufwärts (hier nicht gezeigtes) Hängetransportelement bestimmt. Für diese benachbarten beiden Hängetransportelemente 23 wird nun je der in Förderrichtung F minimale erforderliche Abstand berechnet (Lichtmassminimum), welcher hier mit den beiden Doppelpfeilen D_L und D_J markiert ist. Auf diese Weise können störende Kollisionen der Hängetransportelemente 23 vermieden und die Förderdichte optimiert werden.

[0115] Diesem Abstand kann bei besonderen Anwendungen ein Sicherheitswert hinzugerechnet werden. Die entsprechenden Werte werden von der Steuerungseinheit 39 oder der Rechneinrichtung 37 aus den Messdaten der Sensoreinrichtung und/oder weiteren Steuerungsinformationen (z.B. historischen Daten oder bevorzugt Default-Daten für die Hängetransportelemente) berechnet.

[0116] Die Steuerung bestimmt somit wie beschrieben, die dynamische Raumform für ein erstes Hängetransportelement 23, sowie für dessen benachbarten Hängetransportelemente 23 (vor- und nachlaufend) und ermittelt dann (für den in vertikaler Richtung zwischen dem Adapterelement 35 und dem tiefstliegenden Bereich der jeweiligen Hängetransportelemente 23) den minimalen Abstand D_L und D_J (Lichtmassminimum 40) zwischen diesen unter Berücksichtigung der sich je gegenüberliegenden vor- und nachlaufenden Flächen der dynamischen Raumform. Aufgrund des so errechneten Minimalabstands zwischen je zwei benachbarten Hängetransportelementen 23 wird der Abstand zwischen diesen bzw. zwischen den jeweiligen Förderereinheiten 45.1 und 45.2 eingestellt. Wie erwähnt, kann den Werten D_L und D_J ein Sicherheitswert (Toleranz) hinzugerechnet werden.

[0117] Damit wird ersichtlich, dass die dynamische Raumform die Geometrie des Hängetransportelements 23 einschliesslich seiner maximalen Auslenkungen, bevorzugt die Schwenkbewegungen in und gegen die Förderrichtung F, umfasst. Die Aussenfläche der so bestimmten dynamischen Raumform für je zwei benachbarte Hängetransportelemente 23 definiert das Lichtmass 42 zwischen diesen. Das Lichtmassminimum 40 für die benachbarten Hängetransportelemente 23 kann auf diese Weise bestimmt und zudem in Abhängigkeit der jeweiligen stromabwärts liegenden Abschnitte der jeweiligen Förderstrecken optimiert werden.

[0118] Es ist bei weniger komplexen Gegebenheiten alternativ auch möglich, das Lichtmass 42 zwischen benachbarten statischen, d.h. sich nicht bewegenden, Hängetransportelementen 23 mittels einer Sensoreinrichtung 21 nur an einer oder wenigen (typischerweise meistauslenkenden) Stellen im Mitten- oder Bodenbereich von Hängetransportelementen 23 zu messen und diesen (approximativen) Wert für den minimalen Abstand als Lichtmassminimum 40 zu nutzen.

[0119] In alternativen Ausführungsformen kann in weiterer Vereinfachung der Abstand zwischen den Förderelementen 45 oder der Adapterelemente 35 vor einer Abstandsoptimierungsvorrichtung 20 gemessen werden und deren Abstand gestützt auf Datenbankwerte zum Lichtmass 42 zur Förderung angepasst und so parametrisiert eingestellt werden.

[0120] Figuren 10 und 11 zeigen die Verbindung der Hängetransportelemente 23, die in zwei Reihen aufgehängt sind. Bei der ersten, in Figur 10 dargestellten Variante hat jede Reihe der Hängetransportelemente 23 eine andere Ausrichtung, während in Figur 11 diese Ausrichtung für beide Reihe der Hängetransportelemente 23 gleich ist.

Patentansprüche

1. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) für Hängetransportelemente (23, 23a-23e), insbesondere eines Hängeförderers (22), umfassend:
 - mindestens eine Sensoreinrichtung (21);
 - mindestens ein Abstandanpassungselement (27), und
 - mindestens eine Steuerungseinheit (39), **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Steuerungseinheit (39) ausgebildet ist das mindestens eine Abstandanpassungselement (27) auf Basis von Messungen der mindestens einen Sensoreinrichtung (21) des freien Raums zwischen zwei benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-

23e) zu steuern, so dass der Abstand zwischen den benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) anpassbar und parametrisiert eingestellt wird.

2. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Sensoreinrichtung (21) ausgebildet ist, mindestens ein Lichtmass (42, 42a, 42b) zwischen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) zu messen und/oder die mindestens eine Sensoreinrichtung (21) ausgebildet ist, mindestens eine Position von mindestens zwei benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) und/oder Förderelementen (45) zu bestimmen.
3. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Lichtmassminimum (40, 40a-40d) zwischen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) ein Mindestwert-Abstand zwischen diesen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) ist.
4. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Verdichtungsvorrichtung (24, 24a-24d) vorhanden ist, die bevorzugt vor der mindestens einen Sensoreinrichtung (21) entlang einer Förderrichtung (33) des Hängeförderers (22) positioniert ist.
5. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Identifikationsmittel (25) vorhanden ist, wobei das mindestens eine Identifikationsmittel (25) entlang der Förderrichtung (33) des Hängeförderers (22) mindestens einem Hängetransportelement (23, 23a-23e) oder Förderelement (45) mindestens ein Identifikationsmerkmal (47) zuweist.
6. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das mindestens eine Identifikationsmittel (25) mindestens einem Identifikationsmerkmal (47) des Hängetransportelements (23, 23a-23e) oder Förderelement (45) einen Abstand zu mindestens einem benachbarten Hängetransportelement (23, 23a-23e) zuordnet.
7. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Abstand, insbesondere das Lichtmassminimum (40, 40a-40d), zwischen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) und/oder Förderelementen (45) von einer Trajektorie (41) des Hängeförderers (22) abhängig ist.
8. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Rechneinrichtung (37) vorhanden ist, welche insbesondere ausgebildet ist, mindestens einen optimierten Abstand basierend auf der Trajektorie (41) des Hängeförderers (22) und/oder eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements (23, 23a-23e) zu berechnen.
9. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Sensoreinrichtung (21) ausgebildet ist, eine dynamische Raumform der Hängetransportelemente (23, 23a-23e) zu erkennen und/oder dass diese von der Steuerungseinheit (39) oder Rechneinrichtung (37) berechnet wird.
10. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Sensoreinrichtung (21) als mindestens eine Kamera und/oder mindestens einen Lasersensor ausgeführt ist und bevorzugt eine zweite Rechneinrichtung (38) umfasst.
11. Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die mindestens eine Sensoreinrichtung (21) als mindestens einen Ultraschallsensor ausgeführt ist.
12. Verfahren zur Förderung von Hängetransportelementen (23, 23a-23e), insbesondere eines Hängeförderers (22), bevorzugt mit mindestens einer Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach Ansprüchen 1 bis 11, umfassend mindestens die Verfahrensschritte:
 - Erfassen mindestens eines Abstands zwischen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) und/oder Förderelementen (45),
 - Optimierung des mindestens einen Abstands zwischen den benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) mittels mindestens eines Abstandanpassungselements (27)
13. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements (23, 23a-23e) entlang einer Förderrichtung (33) des Hängeförderers (22) mittels des mindestens einem Abstandanpassungselements (27) verändert wird.
14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements (23, 23a-23e) entlang der Förderrichtung (33) des Hängeförderers (22) durch mindestens eine Steuerungseinheit (39) gesteuert wird, und bevorzugt die mindestens eine Steuerungseinheit (39) die Geschwindigkeit mindestens eines Hängetransportelements (23, 23a-23e) des Hängeförderers (22) und/oder seine Trajektorie (41) und/oder mindestens einen Abstands, insbesondere das Lichtmassminimum (40, 40a-40d), zwischen benachbarten Hängetransportelementen (23, 23a-23e) berücksichtigt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein erfasster Abstand, mit einem Sicherheitsfaktor angepasst wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens eine Sensoreinrichtung (21) vorhanden ist und insbesondere eine dynamische Raumform der Hängetransportelemente (23, 23a-23e) erkennt und/oder dass diese von der Steuerungseinheit (39) oder einer ersten Rechneinrichtung (37) berechnet wird.
17. Hängefördersystem (36) umfassend mindestens eine Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die mindestens eine Abstandsoptimierungsvorrichtung (20, 20a-20e) nach einer Be-
ladestation (26, 26a-26d) entlang mindestens einer Trajektorie (41) angeordnet ist.
18. Hängefördersystem (36) nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** Betriebsparameter des Hängeförder-
systems (36) an eine KI-Einheit (50) gesendet werden, die insbesondere dazu ausgebildet ist, Förderleistung und
Wartung des Hängefördersystems (36) zu optimieren.

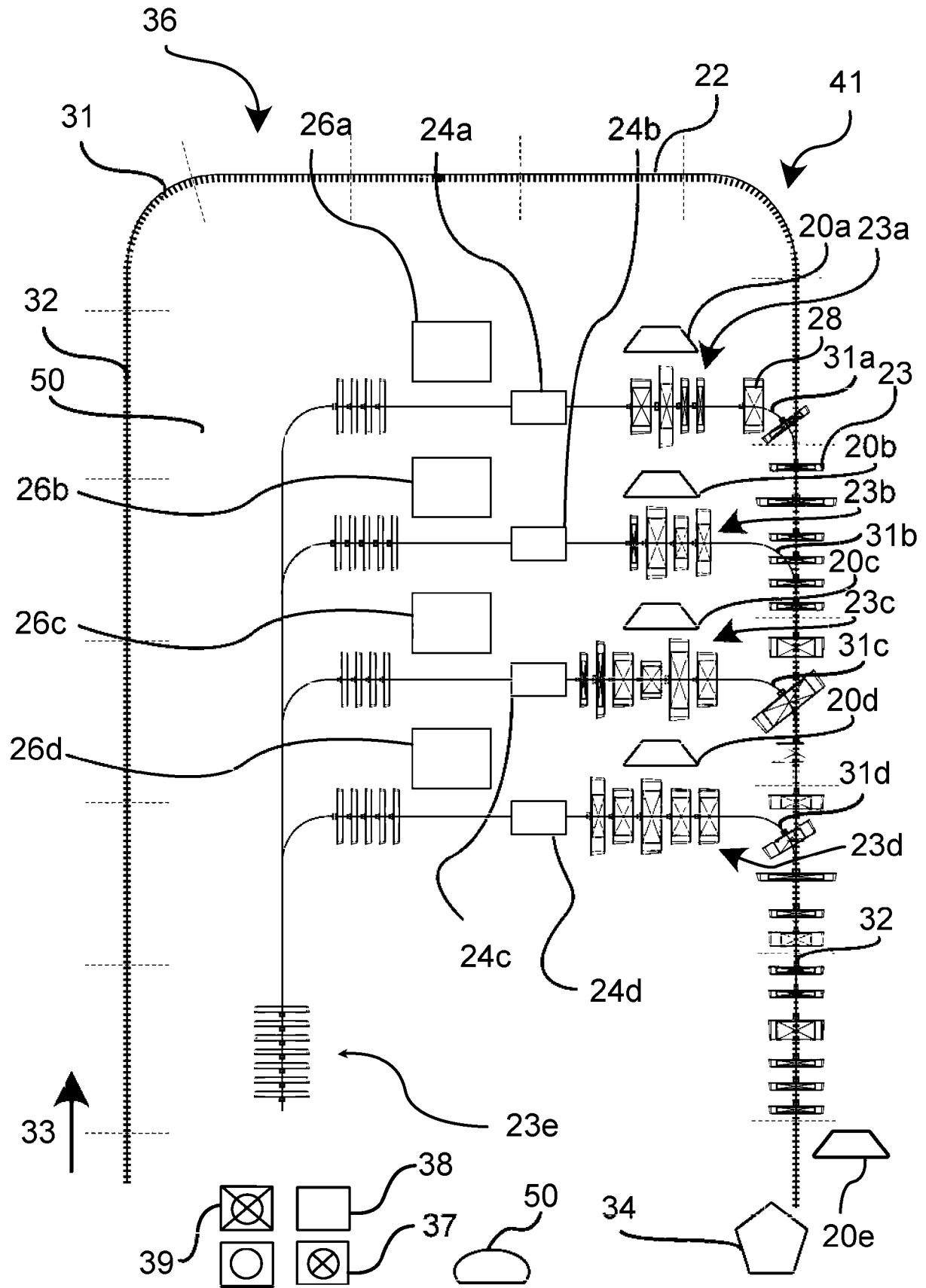


Fig. 1

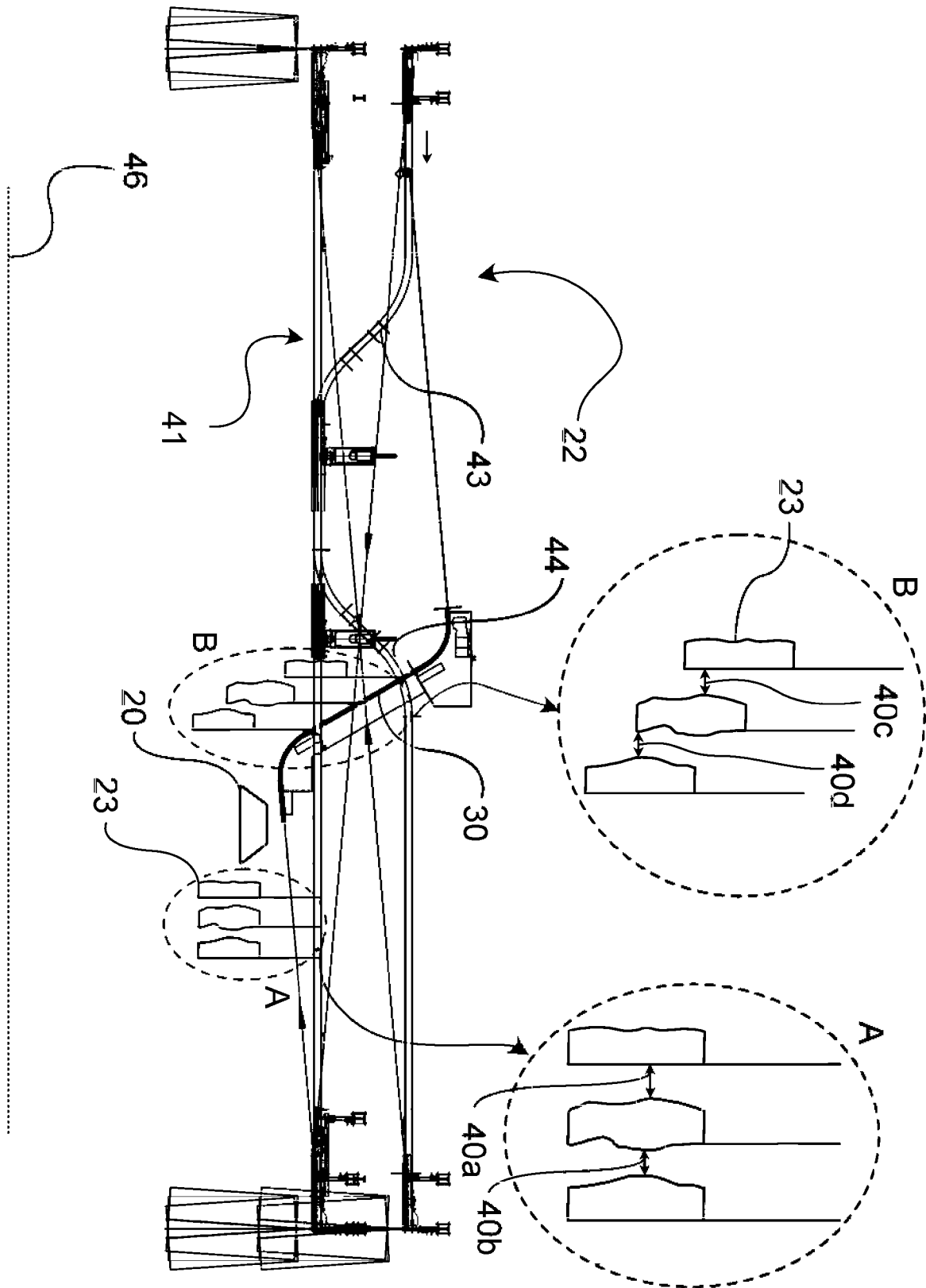


Fig. 2

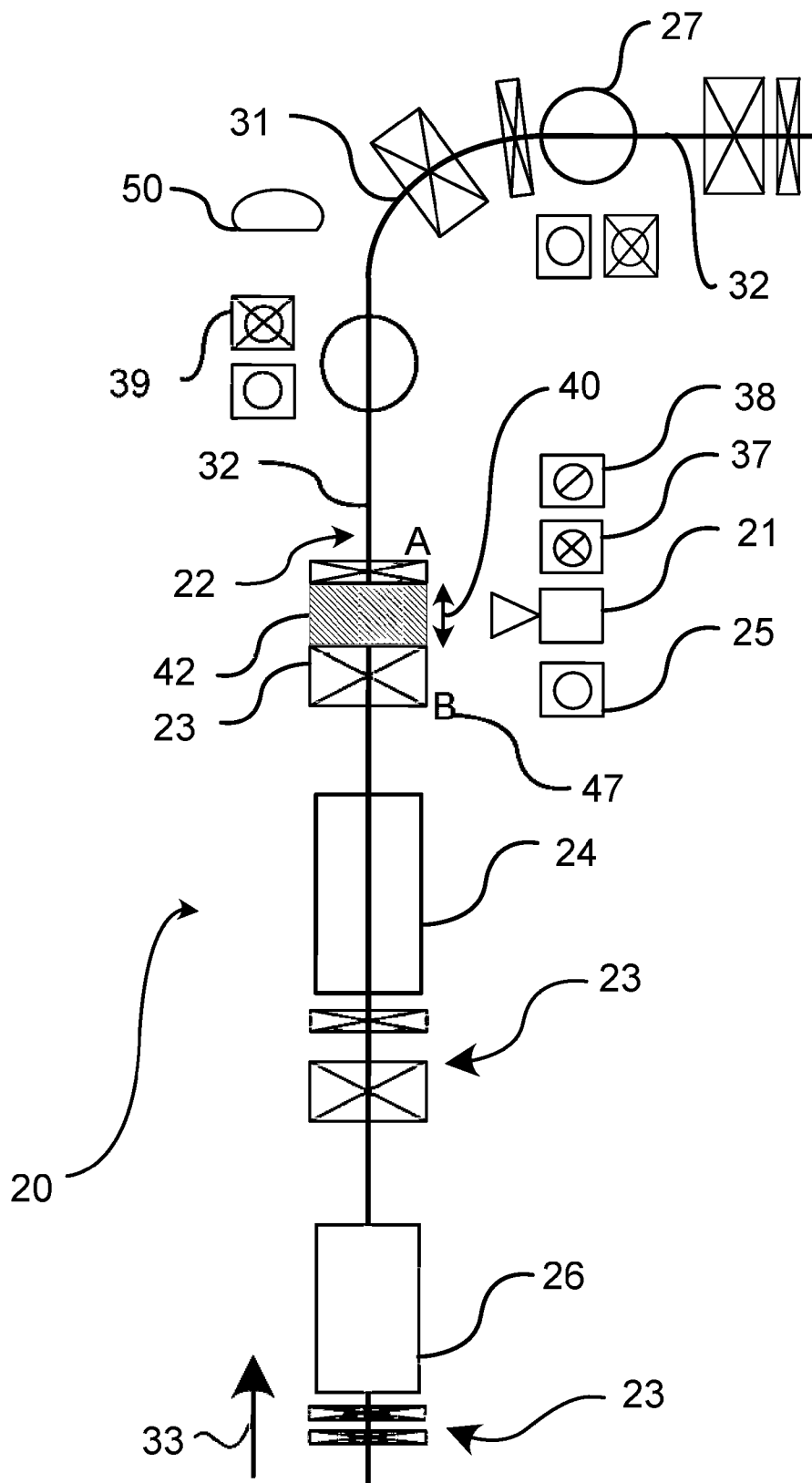


Fig. 3

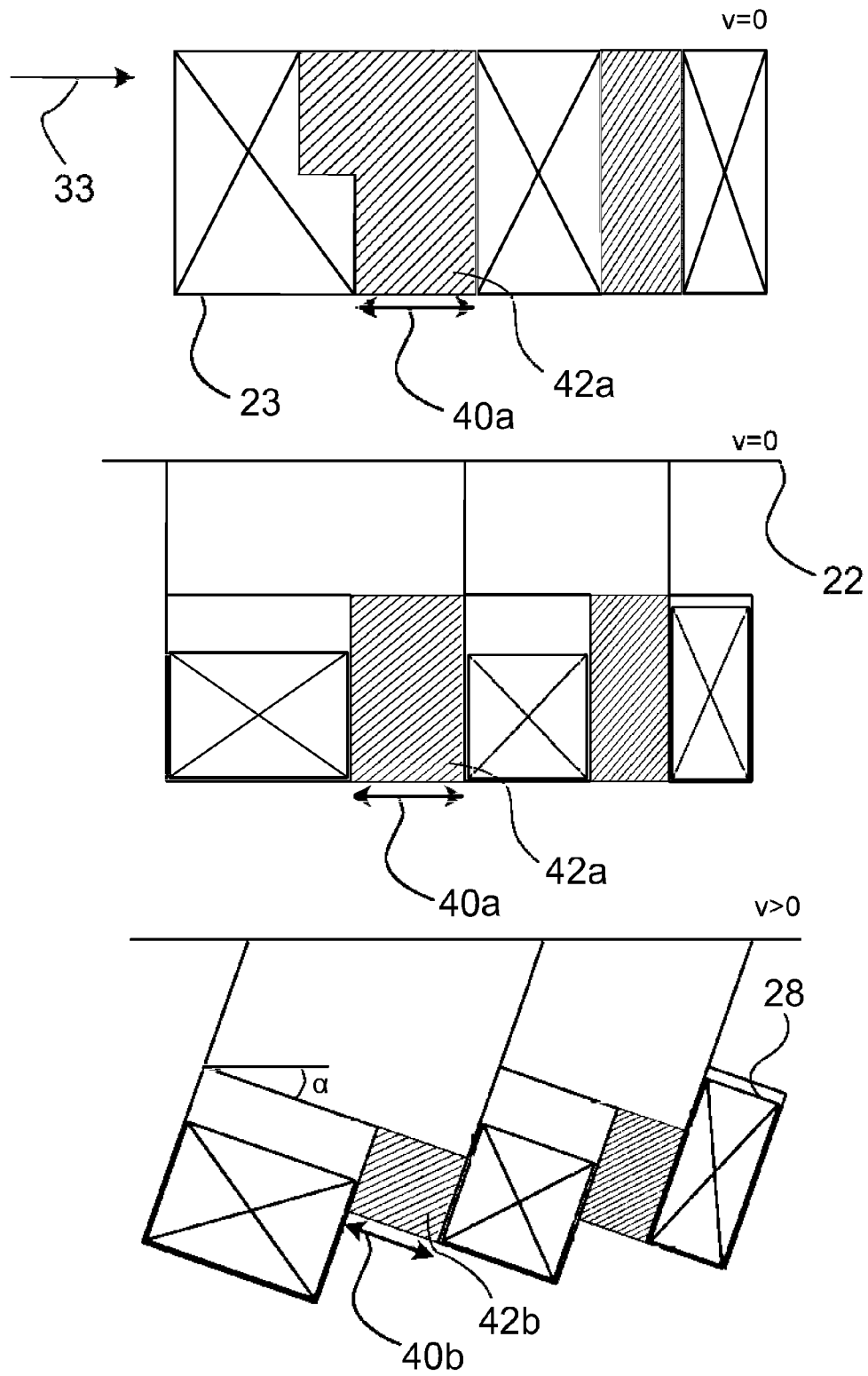


Fig. 4

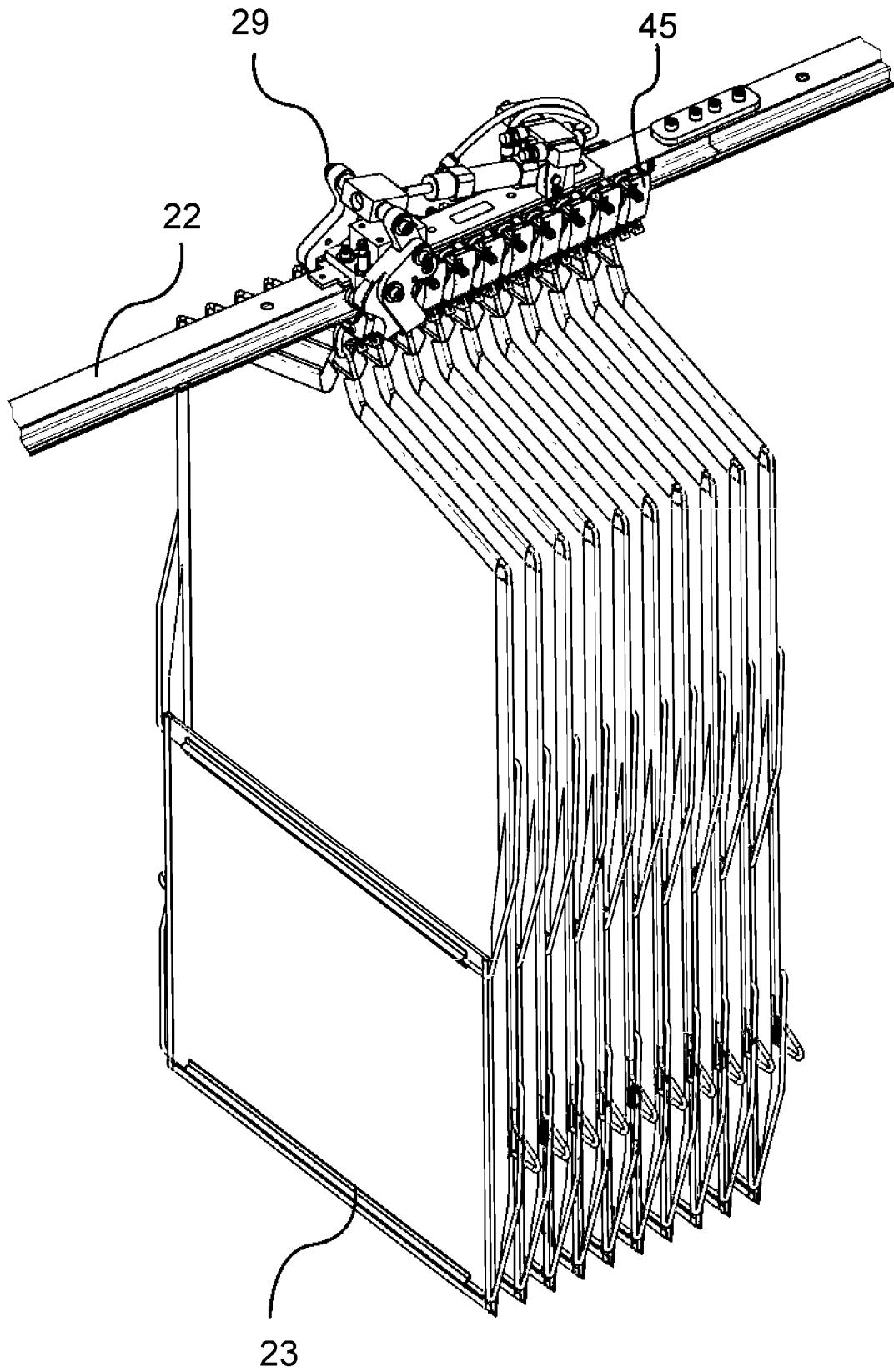


Fig. 5

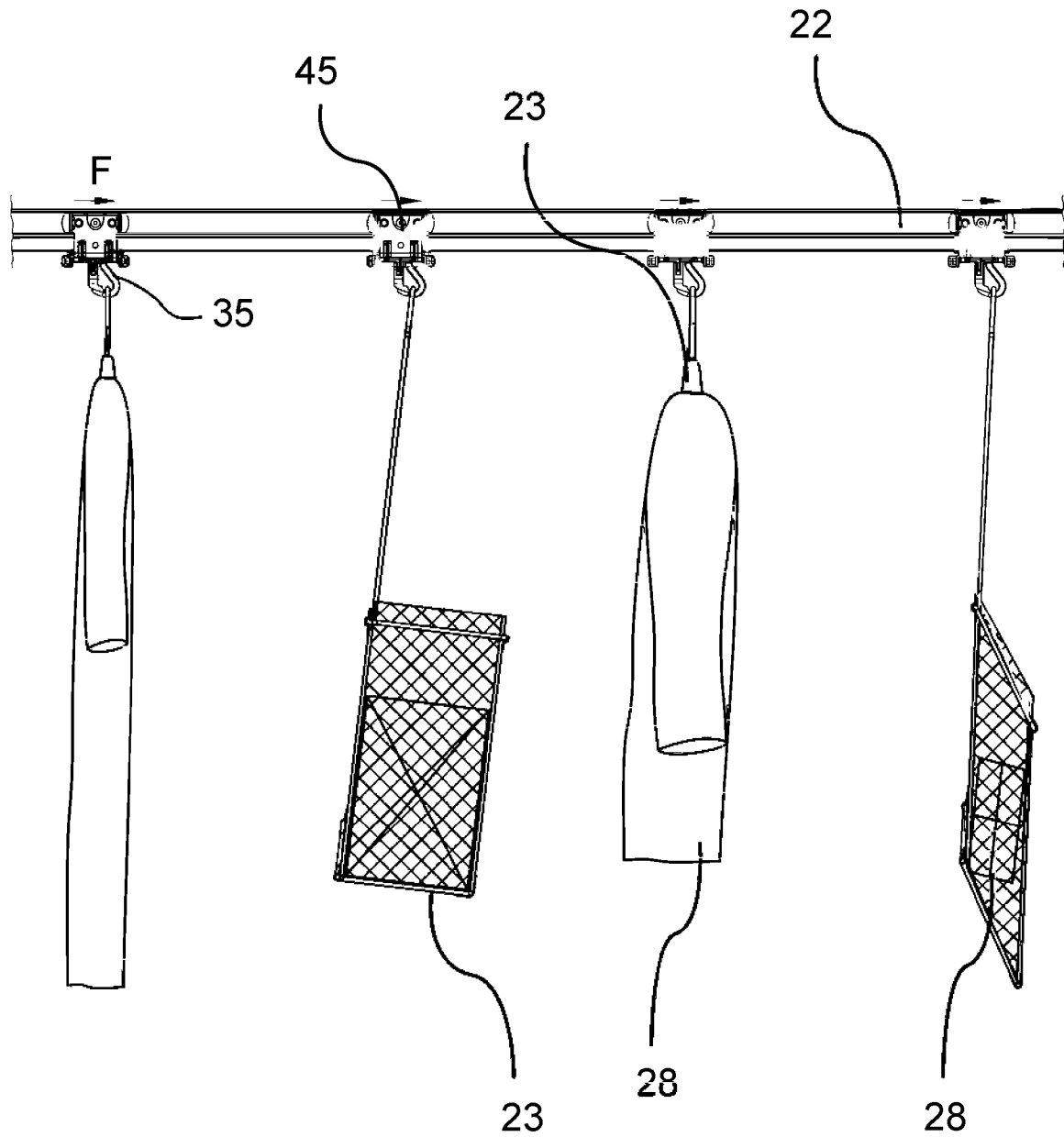


Fig. 6

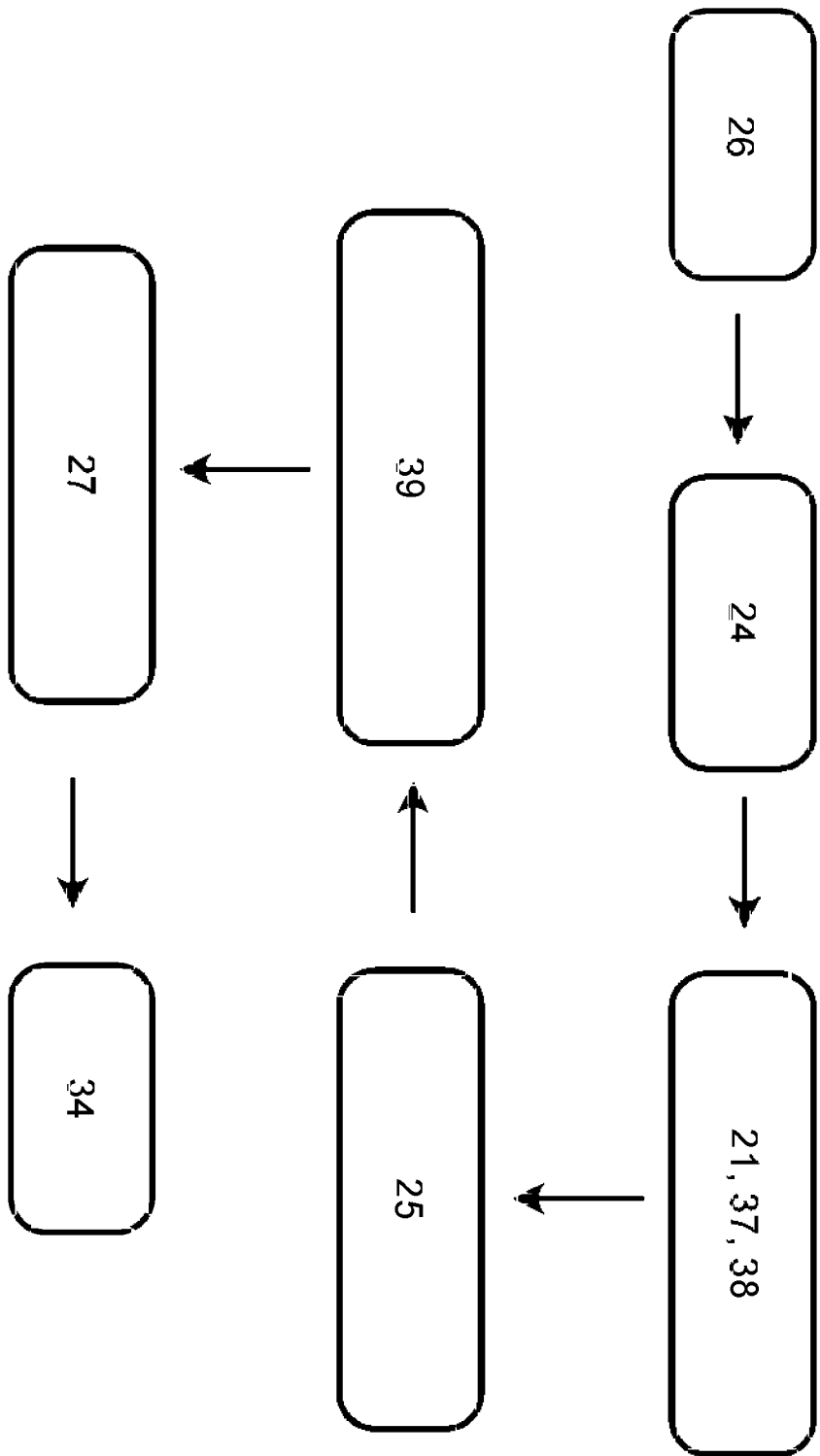


Fig. 7

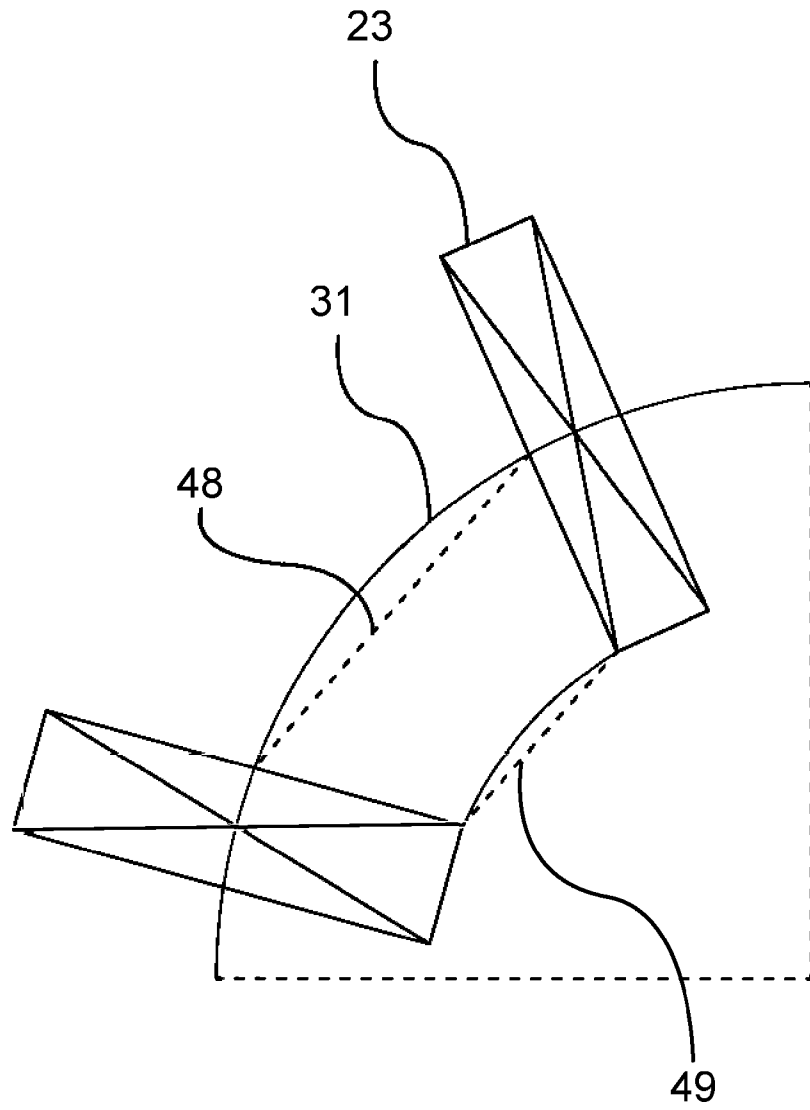


Fig. 8

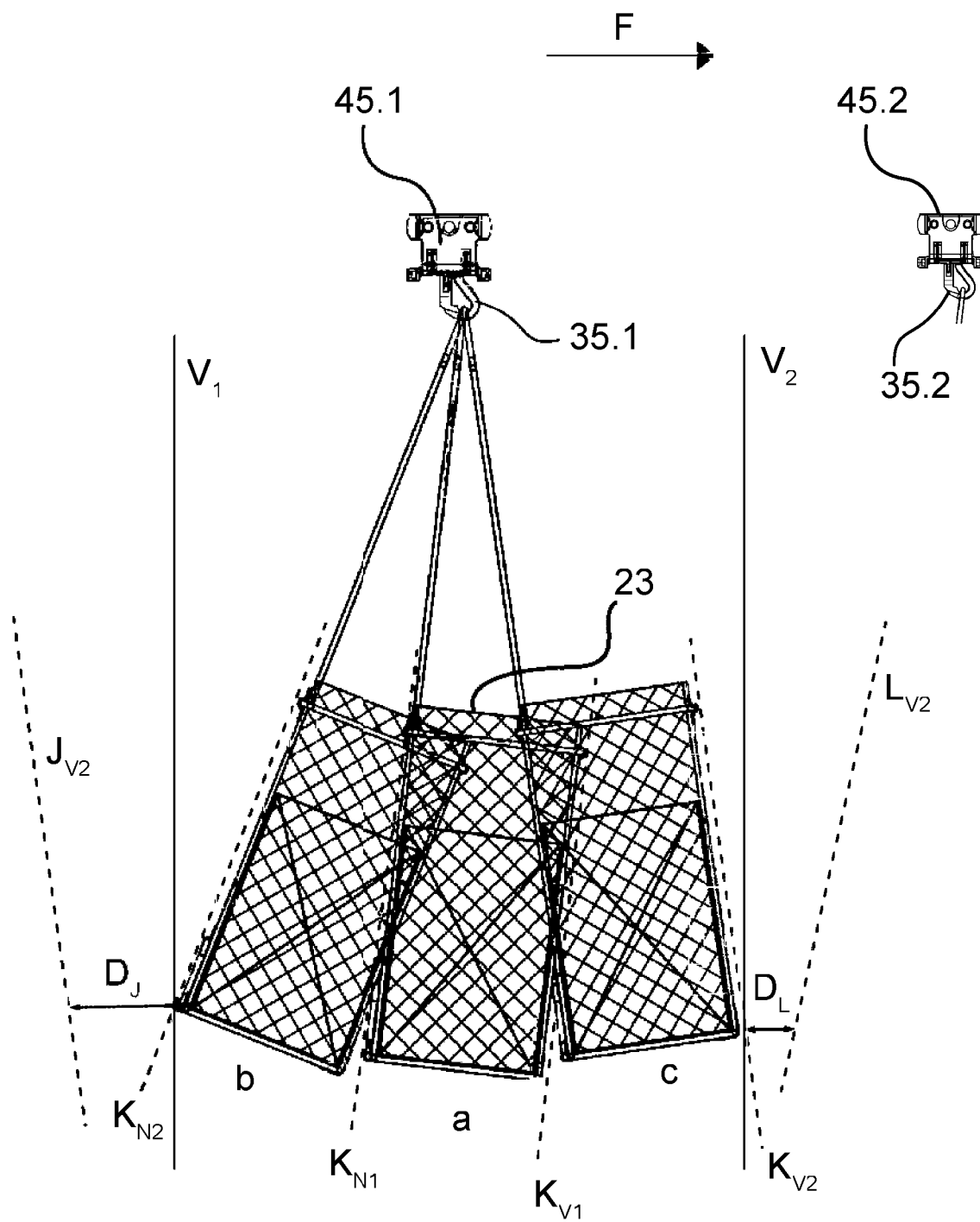
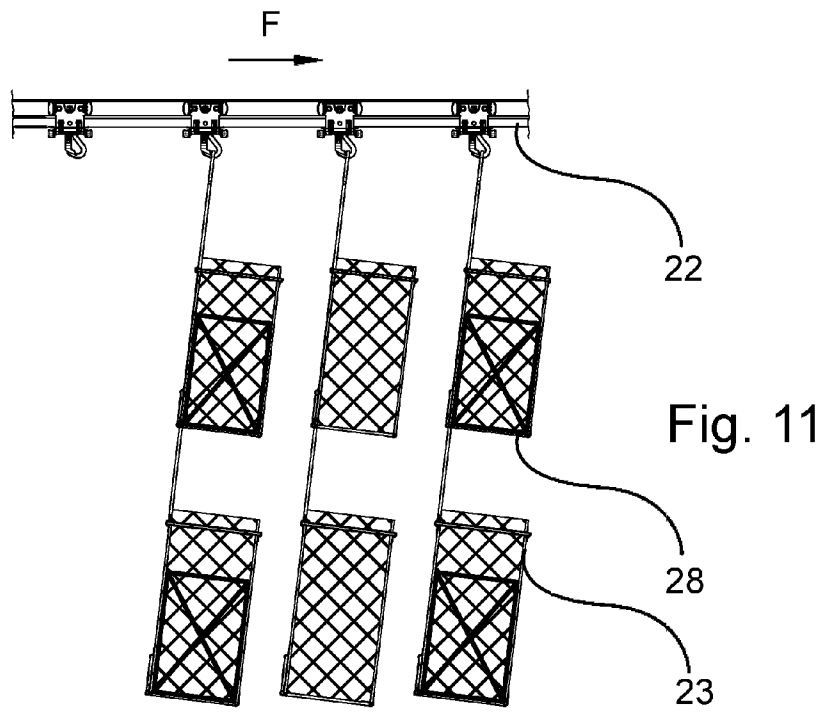
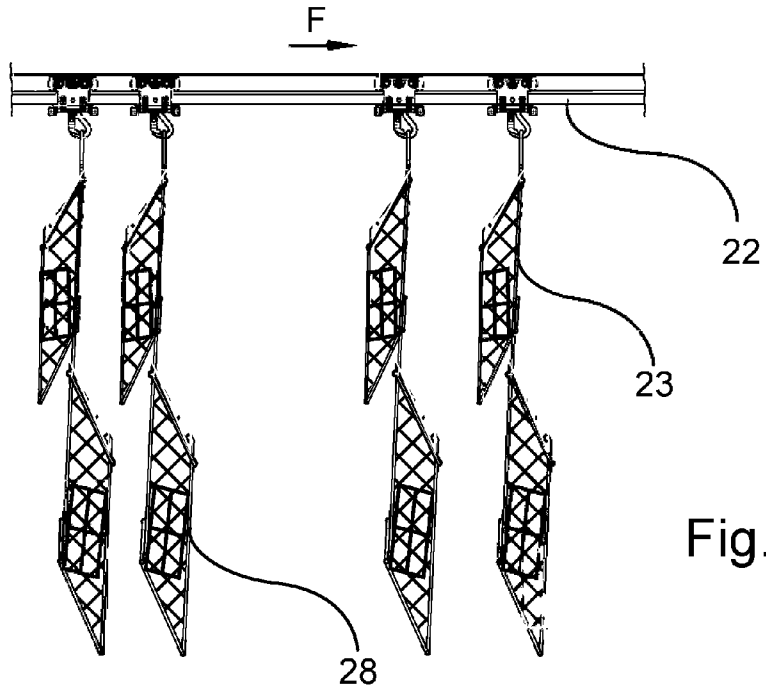


Fig. 9



**RECHERCHENBERICHT ZUR
SCHWEIZERISCHEN PATENTANMELDUNG**

Anmeldenummer: CH00097/23

Klassifikation der Anmeldung (IPC):
B65G43/08, B65G47/61, B65G47/69**Recherchierte Sachgebiete (IPC):**
B65D**EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE:**

(Referenz des Dokuments, Kategorie, betroffene Ansprüche, Angabe der massgeblichen Teile(*))

1 JPH0542074U U (NAKANISHI KINZOKU KOGYO KK [JP]) 08.06.1993Kategorie: **X** Ansprüche: **1 - 3, 7, 9 - 13, 16**Kategorie: **A** Ansprüche: **5, 6**

* [0011] - [0017], Abbildungen 1, 2 *

2 DE102021110132 A1 (DEMATIC LOGISTICS GMBH [DE]) 27.10.2022Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 2, 4 - 6, 8 - 10, 12, 16, 17**

* [0007] - [0011], [0020] - [0032]; Abbildungen 1 - 3 *

3 CH717348 A1 (FERAG AG [CH]) 29.10.2021Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 10, 12**

* [0011] - [0019], [0095]; Abbildungen 1, 2 *

4 US2020002101 A1 (MORRISEY JR WILLIAM J [US]; LORENZ MARK [US]; MORRISEY JR WILLIAM J [US]; LORENZ MARK [US]; CONFLEX PACKAGING INC [US]) 02.01.2020Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 4, 9, 10, 12 - 14**

* [0031] - [0037]; Abbildung 3 *

5 US2001030102 A1 (RAPISTAN SYS ADVERTISING CORP [US]) 18.10.2001Kategorie: **A** Ansprüche: **1, 2, 5, 10, 12**

* [0045]; Abbildung 1 *

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE:

X:	stellen für sich alleine genommen die Neuheit und/oder die erfinderische Tätigkeit in Frage	D:	wurden vom Anmelder in der Anmeldung angeführt
Y:	stellen in Kombination mit einem Dokument der selben Kategorie die erfinderische Tätigkeit in Frage	T:	der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
A:	definieren den allgemeinen Stand der Technik ohne besondere Relevanz bezüglich Neuheit und erfinderischer Tätigkeit	E:	Patentdokumente, deren Anmelde- oder Prioritätsdatum vor dem Anmeldedatum der recherchierten Anmeldung liegt, die aber erst nach diesem Datum veröffentlicht wurden
O:	nichtschriftliche Offenbarung	L:	aus anderen Gründen angeführte Dokumente
P:	wurden zwischen dem Anmeldedatum der recherchierten Patentanmeldung und dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht	&:	Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

Die Recherche basiert auf der ursprünglich eingereichten Fassung der Patentansprüche. Eine nachträglich eingereichte Neufassung geänderter Patentansprüche (Art. 51, Abs. 2 PatV) wird nicht berücksichtigt.

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt, für die die erforderlichen Gebühren bezahlt wurden.

Rechercheur:	Fabien Compos
Recherchebehörde, Ort:	Eidgenössisches Institut für Geistiges Eigentum, Bern
Abschlussdatum der Recherche:	02.05.2023

FAMILIENTABELLE DER ZITIERTEN PATENTDOKUMENTE

Die Familienmitglieder sind gemäss der Datenbank des Europäischen Patentamtes aufgeführt. Das Europäische Patentamt und das Institut für Geistiges Eigentum übernehmen keine Garantie für die Daten. Diese dienen lediglich der zusätzlichen Information.

CH 720 472 A1

JPH0542074U U	08.06.1993	JPH0542074U U	08.06.1993
		JP2523305U Y2	22.01.1997
DE102021110132 A1	27.10.2022	DE102021110132 A1	27.10.2022
		WO2022223412 A1	27.10.2022
CH717348 A1	29.10.2021	EP4143113 A1	08.03.2023
		CH717348 A1	29.10.2021
		WO2021219361 A1	04.11.2021
US2020002101 A1	02.01.2020	US2020002101 A1	02.01.2020
		US10919708 B2	16.02.2021
US2001030102 A1	18.10.2001	JP2003531789 A	28.10.2003
		AU5627901 A	12.11.2001
		MXPA02010541 A	14.05.2003
		CA2407374 A1	08.11.2001
		WO0183340 A1	08.11.2001
		BR0110367 A	18.02.2003
		EP1276687 A1	22.01.2003
		US2001030102 A1	18.10.2001
		US6609607 B2	26.08.2003