

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 140 216 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **07.08.91**

(51) Int. Cl.⁵: **B61L 23/00, B61L 27/04**

(21) Anmeldenummer: **84111995.1**

(22) Anmeldetag: **06.10.84**

(54) **Einrichtung und Verfahren zum Steuern und Überwachen von Transportanlagen mit mehreren Transportfahrzeugen auf einer gemeinsamen Fahrbahn.**

(30) Priorität: **14.10.83 DE 3337392**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.05.85 Patentblatt 85/19

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
07.08.91 Patentblatt 91/32

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB IT LI

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A- 3 035 700
FR-A- 2 130 222

**ZEY-GLASERS ANNALEN, Nr. 5, Mai 1984,
Seiten 137-143, Georg Siemens Verlags-
buchhandlung; P. IJEWSKI: "Das Betriebs-
führungssystem für den rechnergestützten
Umschlag mit ULS-Fahrzeugen"**

(73) Patentinhaber: **Aachener Forschungsgesell-
schaft Regelungstechnik e.V.**
Steinbachstrasse 54
W-5100 Aachen(DE)

(72) Erfinder: **Bruns, Michael, Dr.-Ing.**
Maastrichter Strasse 20
W-5100 Aachen(DE)
Erfinder: **Ijewski, Peter, Dipl.-Ing.**
Dürener Strasse 437
W-5180 Eschweiler(DE)
Erfinder: **Henning, Klaus, Dr.-Ing.**
Amstelbachstrasse 4
W-5100 Aachen(DE)
Erfinder: **Rake, Heinrich, Prof. Dr.-Ing.**
Schlossweiherstrasse 34
W-5100 Aachen(DE)
Erfinder: **Schürmann, Bernhard, Dipl.-Ing.**
Düppelstrasse 92
W-5100 Aachen(DE)

EP 0 140 216 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung und ein Verfahren zum Steuern und Überwachen von Transportanlagen und Steuerungsverfahren für Transportanlagen, insbesondere zum Transport von Gütern, mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeugen auf einer gemeinsamen Fahrbahn.

Transportanlagen, wie sie der Erfindung zugrunde liegen, dienen zum Transport von Gütern von beliebigen Hole- zu beliebigen Bringepositionen entlang einer Fahrbahn. Für einen schnellen Transport werden dabei mehrere Transportfahrzeuge gleichzeitig auf derselben Fahrbahn eingesetzt. Das erfordert eine Steuerung und Koordinierung des Transportvorgangs, zum einen, um gegenseitigen Behinderungen oder Kollisionen der Transportfahrzeuge vorzubeugen, und zum anderen, um einen zuverlässigen Betrieb auch im Fall von Störungen im Transportablauf zu gewährleisten. Eine Abweichung von einem normalen Einsatz der Fahrzeuge darf nicht zum Zusammenbruch des gesamten Transportvorgangs führen.

Für einen Spezialfall eines derartigen Transportvorgangs - den Umschlag von Containern mit mehreren auf einem Gleis fahrenden Umschlagfahrzeugen - wird im Forschungsbericht TV 7901 B des deutschen Bundesministers für Forschung und Technologie "Simulation von Betriebsabläufen des Schiene-Schiene-Umschlags im ULS-Verfahren, Demonstrationsprojekt und Betriebsversuch technologischer Entwicklungen für den kombinierten Ladungsverkehr", herausgegeben vom Verkehrswissenschaftlichen Institut der RWTH Aachen, 1981, ein Steuerungsverfahren mit getakteter Arbeitsweise vorgeschlagen. Dieses Verfahren sieht vor, daß die Transportfahrzeuge nach jedem Arbeitstakt (Fahren zur Holeposition und Aufnehmen des Containers, Fahren zur Bringeposition und Absetzen des Containers) synchronisiert werden, so daß sie den nächsten Takt gleichzeitig beginnen können.

Da zum Synchronisieren die schnelleren Fahrzeuge jeweils auf die langsameren warten müssen, wird die Gesamtumschlagdauer von den langsamsten Fahrzeugen und den längsten Verfahrenswegen bestimmt. Das von den Autoren des Forschungsberichtes vorgeschlagene Konzept sieht ferner keine Möglichkeiten vor, wie durch Störungen hervorgerufene Behinderungen der Fahrzeuge untereinander behoben werden sollen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum Steuern und Überwachen von Transportanlagen der beschriebenen Art und ein Steuerungsverfahren zu schaffen, bei dem ohne Taktsteuerung ein zuverlässiger, sicherer und schneller Transport gewährleistet ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Einrichtung gemäß dem kennzeichnenden Teil des

Anspruchs 1 und ein Verfahren gemäß dem kennzeichnenden Teil des Anspruchs 3 gelöst. Die übrigen Ansprüche beziehen sich auf bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung.

Im folgenden werden die Einrichtung und das Verfahren gemäß der Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels der Erfindung mittels der Fig. 1 bis 5 erläutert. Dabei zeigt Fig. 1 den Zustand einer Transportanlage zum Zeitpunkt Z_1 unmittelbar vor der Ausführung eines Transportes durch das Transportfahrzeug T_1 . Fig. 2 zeigt die gleiche Anlage unmittelbar nach der Beendigung dieses Transportes. Fig. 3 erläutert das Entstehen, Erkennen und Beheben von Situationen mit gegenseitiger Behinderung der Transportfahrzeuge. Die Fig. 4 und 5 zeigen die Feststellung der für den Arbeitsablauf vorgesehenen Zeit mittels überdeckungsfreiem Aneinanderfügen von Flächenelementen.

Bei den Transportfahrzeugen (T_1, T_2, T_3) handelt es sich beispielsweise um selbstfahrende Fahrzeuge, die selbständig oder mit entsprechenden Hilfsmitteln Güter an bestimmten Stellen, den Holepositionen (H_1, H_2, \dots), aufnehmen, dann zu den entsprechenden Zielorten, den Bringepositionen (B_1, B_2, \dots), verfahren und die Güter dort absetzen.

Die Fahrbahn (F) ist in Fahrbahnabschnitte ($A_1, A_2, \dots, A_i, \dots$) unterteilt, die einzeln oder zu mehreren für einzelne Transportfahrzeuge zur ausschließlichen Benutzung zeitweise reserviert werden können. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Reservierung durch entsprechende optische Signaleinrichtungen ($S_1, S_2, \dots, S_i, \dots$) angezeigt, wobei je eine Signalstellung für jedes Transportfahrzeug und eine neutrale Signalstellung vorhanden sind. Die Signaleinrichtung wird hier durch eine Steuereinrichtung (S) angesteuert. Eine derartige Signaleinrichtung ist grundsätzlich nicht erforderlich, wenn die Reservierung der Fahrbahnabschnitte auf andere Weise, z.B. in der Steuerungseinrichtung erfolgt.

Von wesentlicher Bedeutung ist dabei der Grundsatz, einen Transport nur dann zu beginnen, wenn er auch mit ausreichender Sicherheit zu Ende geführt werden kann. Hierzu wird vor der Übertragung eines Transportes (z.B. von H_1 nach B_1) an ein Transportfahrzeug (z.B. T_1 im Zeitpunkt Z_1 , Fig. 1) geprüft, ob der für die Ausführung des Transportes benötigte Fahrbahnbereich ($FB_{1,1}$) weder ganz noch teilweise für andere Transportfahrzeuge (T_2, T_3) reserviert ist, und wenn dies der Fall ist, wird dieser Fahrbahnbereich für das Transportfahrzeug (T_1) reserviert und der Transport eingeleitet; wenn dies aber nicht der Fall ist, wird für eine andere Kombination aus Transport und Transportfahrzeug eine entsprechende Überprüfung durchgeführt. Hierbei werden nur solche Transportfahrzeuge berücksichtigt, die momentan im Zustand

"warten" sind, d.h. weder einen Transport noch einen Verfahrensvorgang durchführen. Nach Beendigung eines Transports (Zeitpunkt Z_2 , Fig. 2) wird die hierfür vorgenommene Fahrbahnreservierung aufgehoben, mit Ausnahme des Bereichs, den das jeweilige Transportfahrzeug, evtl. einschließlich eines Sicherheitsbereichs, dann noch belegt.

Bei der Abwicklung von Transportvorgängen in dieser Verfahrensweise kann es vorkommen, daß sich zwei oder mehr Transportfahrzeuge gegenseitig an der Übernahme noch durchzuführender Transporte hindern, und zwar dann, wenn aufgrund der momentanen Positionen der Transportfahrzeuge für kein Fahrzeug der zur Durchführung des Transports benötigte Fahrbahnbereich frei ist, weil er entweder ganz oder teilweise für andere Transportfahrzeuge reserviert ist. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren werden Schwierigkeiten dieser Art dadurch behoben, daß die Transportfahrzeuge, bis auf eins, so weit verfahren werden, daß für dieses eine der benötigte Fahrbahnbereich zur Ausführung des Transports frei wird.

In Fig. 3 ist zur Erläuterung eine derartige Situation dargestellt. Die Transportfahrzeuge T_2 und T_3 mögen nach vorher abgelaufenen Verfahrensvorgängen die Positionen P_2 bzw. P_3 erreicht haben. Es ist weder für das Transportfahrzeug T_2 der zur Durchführung des Transports von H_3 nach B_3 benötigte Fahrbahnbereich $FB_{3,2}$ frei, noch für das Transportfahrzeug T_3 der entsprechende Fahrbahnbereich $FB_{3,3}$. Falls keins der beiden Transportfahrzeuge einen anderen Transport übernehmen kann, wird eins, in diesem Fall T_2 , zu einer neuen Position P'_2 verfahren, so daß der Fahrbahnbereich $FB_{3,3}$ frei wird und das Transportfahrzeug T_3 den Transport übernehmen kann.

Um eine möglichst rasche Weitervergabe von Fahrbahnabschnitten zu ermöglichen, sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, laufend für diejenigen Fahrbahnabschnitte, die zur Beendigung eines Transportes nicht mehr benötigt werden, die Reservierung aufzuheben. Dies sei anhand des Transports von H_1 nach B_1 (Fig. 1 und Fig. 2) erläutert. Beim Verfahren des Transportfahrzeugs T_1 zur Holeposition H_1 wird für den Fahrbahnabschnitt A_2 , sobald er frei geworden ist, die Reservierung aufgehoben, so daß er ggf. für andere, links von T_1 arbeitende, Transportfahrzeuge reserviert werden kann. Bei der Fahrt des Transportfahrzeugs T_1 von der Holeposition H_1 zur Bringeposition B_1 wird in entsprechender Weise für die Fahrbahnabschnitte A_3 bis A_5 die Reservierung aufgehoben. Wären in diesem Beispiel die Hole- und Bringeposition vertauscht, würde beim Verfahren zur Holeposition nur für den Fahrbahnabschnitt A_2 und erst bei der Fahrt des beladenen Transportfahrzeugs von der Hole- zur Bringeposition für die Fahrbahnabschnitte A_7 , A_6 , A_5 , in dieser Reihenfol-

ge, die Reservierung aufgehoben. Die Fahrbahnabschnitte A_3 und A_4 blieben dann nach Beendigung des Transports für das ruhende Transportfahrzeug reserviert.

Je nach Anlagetyp können die einzelnen Arbeitsschritte bei einem Transport mit unterschiedlich hohem Störrisiko behaftet sein. Erfahrungsgemäß ist häufig das Aufnehmen und Absetzen der Ladung mit hohem, das Verfahren selbst aber nur mit niedrigem Störrisiko behaftet. In solchen Fällen würden vermeidbare Wartezeiten entstehen, wenn Transporte nur dann eingeleitet würden, wenn der gesamte hierfür benötigte Fahrbahnbereich für das jeweilige Transportfahrzeug reserviert werden kann. Zur Beschleunigung des Transports sieht eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung für solche Fälle vor, einem Transportfahrzeug, das momentan einen bestimmten Transport nicht durchführen kann, weil der dazu benötigte Fahrbahnbereich teilweise für ein anderes Fahrzeug reserviert ist, in Abhängigkeit von der Benutzung dieses reservierten Fahrbahnbereichs den freien Fahrbahnbereich zu reservieren und das Transportfahrzeug mit dem Transport beginnen zu lassen. Das könnte beispielsweise so geschehen, daß ein Transportfahrzeug T_1 bereits dann mit einem Transport beginnt, wenn der momentan noch für ein anderes Transportfahrzeug T_2 reservierte Teil des benötigten Fahrbahnbereichs von diesem Transportfahrzeug T_2 nur noch zum Verfahren benötigt wird, während das Transportfahrzeug T_1 nicht mit seinem Transport beginnt, wenn das Fahrzeug T_2 in dem reservierten Fahrbahnbereich noch eine Ladung aufnehmen oder absetzen muß.

Eine weitergehende Möglichkeit ist, ein Transportfahrzeug T_1 bereits dann an die Holeposition eines entsprechenden Transports zu fahren, wenn der hierfür benötigte Fahrbahnbereich frei ist, jedoch der für die Durchführung des Transports benötigte Fahrbahnbereich erst frei wird, nachdem ein benachbartes Transportfahrzeug T_2 darin sowohl Verfahrensvorgänge durchgeführt als auch eine Ladung aufgenommen oder abgesetzt hat. Sobald das Aufnehmen oder Absetzen der Ladung erfolgt ist, könnte dann das Transportfahrzeug T_1 , ohne vorheriges Verfahren, unmittelbar mit dem Aufnehmen seiner Ladung beginnen.

Für die Abwicklung einer Menge von Transporten lassen sich je nach Anwendungsfall verschiedene Gütekriterien festlegen, um eine Optimierung zu ermöglichen. Derartige Gütekriterien können beispielsweise die Gesamtzeit oder der Gesamtverfahrweg für die Durchführung einer vorgegebenen Anzahl von Transporten sein. Durch eine dispositive Planung läßt sich eine solche Optimierung in der Realität nicht erreichen, da infolge auftretender Störungen und systematischer Abweichungen zwischen realem Prozeß und dem für die Planung

verwendeten Prozeßmodell der Ablauf grundsätzlich nicht exakt planbar ist. Es ist daher zweckmäßig, bei jeder Bestimmung eines Transports oder Verfahrensvorgangs für ein "wartendes" Transportfahrzeug den optimalen oder einen suboptimalen zukünftigen Ablauf zu bestimmen, wobei vom aktuellen Zustand der Transportanlage ausgegangen wird. Hierbei wird für jedes Transportfahrzeug eine Reihenfolge von Transporten und Verfahrensvorgängen erstellt. Der erste für das "wartende" Transportfahrzeug ermittelte Transport oder Verfahrensvorgang wird dann von diesem ausgeführt. Bei dieser Verfahrensweise führt ein Transportfahrzeug zu jedem Zeitpunkt den Transport oder Verfahrensvorgang aus, der beim aktuellen Zustand des realen Ablaufs optimal bzw. suboptimal im Sinne des gewählten Gütekriteriums ist.

Zur Bestimmung eines optimalen zukünftigen Ablaufs ist stets eine mehr oder weniger große Anzahl von Möglichkeiten zu untersuchen. In vielen Fällen wird es zur Reduzierung des Aufwands erforderlich sein, statt des optimalen einen suboptimalen zukünftigen Arbeitsablauf zu verwenden, dessen Ermittlung weniger aufwendig ist. Daher wird man in vorteilhafter Weise jeweils aus den noch durchzuführenden Transporten diejenige von der Anzahl der Transporte abhängige Kombination ermitteln, die von allen möglichen Kombinationen mit gleicher Anzahl von Transporten den geringsten Zeitbedarf aufweist.

Den Zeitbedarf einer derartigen Kombination von Transporten bestimmt man vorteilhafterweise durch ein überlappungsfreies Aneinanderfügen von Flächenelementen, die gesperrte Fahrbahnbereiche und die zeitliche Dauer der Sperrung repräsentieren (Fig. 4). Dabei ergibt sich der Zeitbedarf für den Arbeitsablauf gemäß der gewählten Kombination einer Menge von Transporten aus dem Ende des letzten der gewählten Transporte (Fig. 5). Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung dieses Verfahrens ist von Ijewski, P.; Vreden, H. in "Das Betriebsführungssystem für den rechnergestützten Umschlag mit ULS-Fahrzeugen", ZEV Glasers Annalen 108 (1984), Nr. 5, S. 137-143, beschrieben worden. Wie aus Fig. 4 und 5 hervorgeht, werden die Flächenelemente in einem Diagramm dargestellt, an dessen Achsen die Koordinaten des Weges s (21) und der Zeit t (22) angetragen sind. Das Flächenstück (23) symbolisiert beispielhaft die Sperrung von Fahrbahnabschnitten während der Bewegung eines Transportfahrzeugs von der derzeitigen zur Holeposition und während des anschließenden Umsetzvorgangs. Das Flächenstück (24) symbolisiert die Sperrung eines kleineren Bereichs von Fahrbahnabschnitten während der Bewegung des Transportfahrzeugs von der Hole- zur Bringeposition und während des anschließenden Umsetzvorgangs. Der Linienzug (25) stellt hierbei

die Positionsänderung des Transportfahrzeugs über der Zeit dar.

Durch ein leicht realisierbares, überdeckungs-freies Aneinanderfügen von vorbereiteten Flächenelementen (26) bis (30), z.B. mittels Schützensteuerungen, kann die für die gewählte Kombination vorgesehene Zeit aus Fig. 5 ermittelt werden.

Transportvorgänge, wie sie der Erfindung zugrunde liegen, sind normalerweise Teil eines größeren Gesamttransportvorgangs. Für die Steuerung des Gesamttransportvorgangs ist es dabei vorteilhaft, über die Dauer einzelner Teiltransporte im vorhinein Aussagen machen zu können. Als Beispiel sei eine Container-Umschlaganlage betrachtet, in der Container von einem Zug auf einen anderen verladen werden. Ist zu erwarten, daß das Umschlagen der Ladung eines gerade eingefahrenen Zuges mehr Zeit in Anspruch nehmen wird, als bis zur planmäßigen Ausfahrt des Zuges zur Verfügung steht, so können entsprechende Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen dieser Störung eingeleitet werden. Aus diesem Grund kann es vorteilhaft sein, vor Beginn des Transportvorgangs, sobald alle durchzuführenden Transporte festliegen, die voraussichtliche Dauer zu bestimmen und auszugeben. Hierzu wird ein störungsfreier Ablauf simuliert, wobei für die einzelnen Arbeitsschritte (Aufnehmen und Absetzen einer Ladung, Verfahren) möglichst genaue Zeiten angesetzt werden. Die so ermittelte Dauer wird dann noch mit einem Sicherheitsfaktor, für den ein Erfahrungswert verwendet wird, multipliziert.

Aus Sicherheitsgründen ist für das Betreiben einer Anlage, wie sie der Erfindung zugrunde liegt, eine der eigentlichen Transportsteuerung übergeordnete Kollisionsüberwachung erforderlich. Es ist zweckmäßig, dies folgendermaßen zu realisieren: Aus zeitlich aufeinanderfolgenden Positionsmeldungen der Fahrzeuge und den Zeiten zwischen je zwei Meldungen wird fortlaufend die Geschwindigkeit der Fahrzeuge ermittelt. Daraus kann ggf. unter Verwendung von Angaben über die Beladung der Fahrzeuge und deren Bremsverzögerungsvermögen für jedes einzelne Fahrzeug der Bremsweg berechnet werden, der bei der maximalen oder einer bestimmten Bremsverzögerung bis zum Stillstand erforderlich sein würde. Erreichen zwei benachbarte Transportfahrzeuge, die aufeinander zufahren oder von denen eines steht, einen Abstand, der gleich der Summe der Bremswege ist, so wird für beide Fahrzeuge eine Bremsung mit der entsprechenden Bremsverzögerung eingeleitet. Fahren zwei benachbarte Transportfahrzeuge in die gleiche Richtung, so wird für das hintere Fahrzeug eine Bremsung mit entsprechender Bremsverzögerung eingeleitet, sobald der Abstand beider Fahrzeuge einen Wert unterschreitet, der gleich der Differenz aus dem Bremsweg des hinteren Fahr-

zeugs und dem kürzest möglichen Bremsweg des vorderen Fahrzeugs (maximale Bremsverzögerung) ist.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Steuern und Überwachen von Transportanlagen zum Umsetzen von Gütern oder sonstigen Transportobjekten, mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeugen auf einer gemeinsamen, in Abschnitte geteilten Fahrbahn, gekennzeichnet durch

- Sensoren zur Ermittlung der von Fahrzeugen belegten Fahrbahnabschnitte, 15
- Sperr- und Freigabevorrichtungen zur Sperrung bzw. Freigabe des Einfahrens von Fahrzeugen in bestimmte Fahrbahnabschnitte, 10
- Feststellungsvorrichtungen zur Ermittlung eines Transportfahrzeugs, das für einen Transportvorgang vorgesehen ist, 20
- Prüfvorrichtungen zur Prüfung, ob sich unter den zur Ausführung des Transportvorgangs erforderlichen Fahrbahnabschnitten gesperrte Abschnitte befinden, 25
- Sperrvorrichtungen zur Sperrung des Einfahrens anderer Fahrzeuge in alle oder einen Teil der zur Ausführung des Transportvorgangs erforderlichen Fahrbahnabschnitte, die die Sperrung nur vornehmen, wenn keiner der betreffenden Abschnitte durch bzw. für andere Fahrzeuge gesperrt ist, 30
- Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Bewegung des vorgesehenen Transportfahrzeugs von der derzeitigen zur Holeposition, die die Bewegung nur einleiten können, wenn die Sperrung aller für die Bewegung benötigten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahrzeugs durchgeführt worden ist, 35
- bernahmeverrichtungen zur Umsetzung des in der Holeposition befindlichen Gutes o. dgl. auf das Transportfahrzeug, wenn die Sperrung aller für den Transport benötigten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahrzeugs durchgeführt worden ist, 40
- Steuerungsvorrichtungen zur Steuerung der Bewegung des beladenen Transportfahrzeugs in die Bringeposition, die die Bewegung nur einleiten können, wenn die Sperrung aller für die Bewegung und den Transport benötigten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahrzeugs durchgeführt worden ist, 45
- Übergabevorrichtungen zur Umsetzung 50

- des Gutes o. dgl. in die Absetzposition,
- Freigabevorrichtungen zur Freigabe von für den Transportvorgang gesperrten Fahrbahnabschnitten zur Benutzung durch andere Fahrzeuge,
- Feststellungsvorrichtungen zur Ermittlung der erforderlichen Mindestbewegung eines oder mehrerer Fahrzeuge, falls für Transportfahrzeuge keine zur Ausführung von Transportvorgängen erforderlichen Fahrbahnabschnitte zur Verfügung stehen,
- Steuerungsvorrichtungen zur Steuerung der ermittelten Mindestbewegung eines oder mehrerer Fahrzeuge.

2. Einrichtung nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsvorrichtungen die Bewegung des Transportfahrzeugs zur Holeposition bereits dann einleiten können, wenn nur die Sperrung aller für die Bewegung des Transportfahrzeugs von der derzeitigen zur Holeposition erforderlichen Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahrzeugs durchgeführt worden ist.

3. Steuerungsverfahren für Transportanlagen, insbesondere zum Transport von Gütern, mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeugen auf einer gemeinsamen Fahrbahn, gekennzeichnet durch folgende Merkmale:

- a) Unterteilung der Fahrbahn (F) in Abschnitte (A_1, A_2, \dots) die mittels einer geeigneten, z.B. signaltechnischen Einrichtung (S_1, S_2, \dots) einzeln oder zu mehreren für einzelne Transportfahrzeuge (T_1, T_2, T_3) zur ausschließlichen Benutzung zeitweise reserviert werden können (Fig. 1);
- b) für die Ausführung eines Transports von einer Holeposition (H_1) zu einer Bringeposition (B_1) wird ein Transportfahrzeug (T_1) bestimmt, das momentan keinen Transport durchführt und zur Übernahme eines neuen Transports bereit ist, d.h. Zustand "warten", und das sich an einer solchen Position (P_1) befindet, daß der zur Ausführung des Transports benötigte Fahrbahnbereich ($FB_{1,1}$), der die Holeposition (H_1), die Bringeposition (B_1) und die jeweilige Position des Transportfahrzeugs (P_1) einschließt, weder ganz noch teilweise für andere Transportfahrzeuge (T_2, T_3) reserviert ist (Fig. 1);
- c) Reservieren des benötigten Fahrbahnbereichs ($FB_{1,1}$) für das jeweilige Transportfahrzeug (T_1) zum Zeitpunkt des Beginns des Transportes (Z_1 , Fig. 1) und Aufheben dieser Reservierung nach Beendigung des Transports (Zeitpunkt Z_2 , Fig. 2) mit Aus-

- nahme der jeweiligen Fahrbahnabschnitte (A_6 , A_7), die das Transportfahrzeug (T_1), ggf. einschließlich eines bestimmten Sicherheitsbereichs, dann belegt;
- d) können zwei oder mehr benachbarte Transportfahrzeuge (T_2 , T_3) nur deshalb keine weiteren Transporte mehr durchführen, weil der dafür jeweils benötigte Fahrbereich ($FB_{3,2}$ bzw. $FB_{3,3}$) für darin stehende Transportfahrzeuge (T_3 bzw. T_2) im Zustand "warten" teilweise reserviert ist, so werden, wenn es die momentane Reservierungssituation der gesamten Fahrbahn ermöglicht, diese Transportfahrzeuge, bis auf eines (T_3), so weit verfahren, daß dieses Transportfahrzeug (T_3) in dem dann freien Fahrbahnbereich ($FB_{3,3}$) einen Transport durchführen kann (Fig. 3).
4. Steuerungsverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß während eines Transports laufend für diejenigen Fahrbahnabschnitte des reservierten Fahrbahnbereichs, die zur Beendigung des Transports nicht mehr benötigt werden, die Reservierung aufgehoben wird.
5. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß einem Transportfahrzeug, das momentan einen bestimmten Transport nicht durchführen kann, weil der dazu benötigte Fahrbahnbereich teilweise für ein anderes Transportfahrzeug reserviert ist, zum Beginn dieses Transports der freie Teil des Fahrbahnbereichs in Abhängigkeit von der Art der Benutzung des reservierten Teils des Fahrbahnbereichs reserviert wird.
6. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bestimmung eines nächsten Transports oder Verfahrensvorgangs für ein Transportfahrzeug, das im Zustand "warten" ist, ein optimaler oder suboptimaler weiterer Arbeitsablauf in Form einer Reihenfolge von Transporten und Verfahrensvorgängen für die einzelnen Transportfahrzeuge ermittelt wird, und daß der darin als erster vorkommende Transport oder Verfahrensvorgang dem "wartenden" Transportfahrzeug als nächster übertragen wird.
7. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus einer Menge von Transportaufträgen für jedes Transportfahrzeug eine Folge von Transportaufträgen derart ausgewählt wird, daß die zur Ausführung aller ausgewählten Transportaufträge vorgesehene Zeit den kleinst möglichen

Wert annimmt.

8. Steuerungsverfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die für die einzelnen Transportvorgänge zu sperrenden Fahrbahnabschnitte und die zeitliche Dauer ihrer Sperrung durch Flächenelemente eines Weg-Zeit-Diagramms dargestellt werden und durch überdeckungsfreies Aneinanderfügen der Flächenelemente die zur Ausführung aller ausgewählten Transportaufträge vorgesehene Zeit festgestellt wird.
9. Steuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus aufeinanderfolgenden Angaben über die Position der einzelnen Transportfahrzeuge deren Geschwindigkeiten und weiterhin daraus, ggf. zusammen mit weiteren Angaben über Beladung und Bremsverzögerungsvermögen, die Bremswege bis zum Stillstand bei maximaler und/oder bei bestimmten Bremsverzögerungen ermittelt werden, und daß damit eine der Transportsteuerung übergeordnete Kollisionsüberwachung der Transportfahrzeuge durchgeführt wird, die beim Ansprechen ein Abbremsen der gefährdeten Transportfahrzeuge mit maximaler bzw. einer entsprechenden Bremsverzögerung durchführt.

Claims

1. Device for the control and supervision of transport arrangements in order to transfer freight or other objects of transport with several transport vehicles on a common track which is divided in sections

marked by

- sensors to determine the sections of the track which are occupied by the vehicles,
- devices for blocking or freeing in order to block or free the use of certain sections of the track by the vehicles,
- devices to determine a transport vehicle that has been determined for executing a transport task,
- devices for checking if there are sections necessary for executing the transport task which are blocked,
- devices for blocking other vehicles from entering some or all sections of the track required for the transport task, but only if none of the sections have been reserved for a different vehicle,
- device to control the movement of the chosen transport vehicle from the current position to the position of fetching which

- is only able to initiate the movement if all necessary sections of the track have been reserved for this transport vehicle,
- devices for transferring goods from the position of fetching onto the transport vehicle if all necessary sections have been reserved for this vehicle, 5
 - devices to control the movement of the loaded transport vehicle to the position of bringing if all necessary sections have been reserved for this vehicle, 10
 - devices for transferring goods to the position of unloading, 15
 - devices to free the sections of the track which have been blocked to execute a transport task in order to use them by other vehicles, 20
 - devices to determine the smallest required movement of one or more vehicles if there are no sections free in order to perform transport tasks by the vehicles, 25
 - devices to control the determined smallest required movement of one or more vehicles.
2. Device belonging to claim 1 marked by the following features: The control device can initiate the movement of the transport vehicle to the position of fetching if all necessary sections of the track required for this transport task have been blocked for the exclusive use of this vehicle. 30
3. Method of control for transport arrangements, especially for the transport of goods, with several transport vehicles on a common track marked by the following features: 35
- a) A separation of the track (F) in sections (A_1, A_2, \dots) that can be reserved by the means of an appropriate signalling device (S_1, S_2, \dots) single or together for exclusive use by a single transport vehicle for a time (Fig. 1); 40
 - b) a transport vehicle (T_1) is chosen for the execution of a transport task from a position of fetching (H_1) to a position of bringing (B_1) which does not currently execute any transport task and which is ready to begin a new transport task. This means, the transport vehicle is in the state of "waiting", and it has an actual position (P_1) such that the sections of the track necessary for the execution of the transport ($FB_{1,1}$) including the positions of fetching (H_1), bringing (B_1), and the actual position (P_1) are not reserved for other transport vehicles (T_2, T_3) neither completely nor partly (Fig. 1); 45 50 55
- c) reserving the sections of the track ($FB_{1,1}$) necessary for the certain transport vehicle (T_1) at the time the execution of the transportation begins (Z_1 , Fig. 1) and freeing the sections after the execution of the transport task is finished (time Z_2 , Fig. 2) with the exclusion of these sections of the track (A_6, A_7) used by the transport vehicle (T_1) including a certain safety zone, if required;
 - d) if two or more adjacent transport vehicles (T_2, T_3) are not able to execute any transport task because the required sections of the track ($FB_{3,2}$ or $FB_{3,3}$) are reserved by transport vehicles (T_3 or T_2) which are in the state of "waiting" and if it is possible because of the actual state of reserved sections, then the transport vehicles except of one (T_3) will be moved to that position so that this transport vehicle (T_3) is able to execute a transport task in the sections of the track ($FB_{3,3}$) which have been freed then.
4. Method of control belonging to claim 3 marked by the following features: During the execution of the transport task the reservation of the reserved sections of the track is canceled as soon as these sections are not necessary for the further completion of the transport task. 5
5. Method of control belonging to the claims 3 or 4 marked by the following features: For a transport vehicle which is not able to execute a certain transport task because the required sections of the track have been partially reserved for another transport vehicle, the free sections of the track will be reserved at the beginning of the execution of the transport task depending on the way of using the reserved sections of the track. 5
6. Method belonging to one of the claims 3 to 5 marked by the following features: In order to determine the next transport task or movement for a transport vehicle which is in a state of "waiting", an optimal or suboptimal sequence of further operation specifying a sequence of further transport tasks or movements is determined. The transport task or movement first in this sequence is allocated next to the transport vehicle which is in the state of "waiting". 5
7. Method of control belonging to one of the claims 3 to 5 marked by the following features: Out of an amount of transport tasks, a sequence of transport tasks is determined for each transport vehicle in such a way that the time necessary to execute all the transport

tasks is minimized.

8. Method of control belonging to claim 7 marked by the following features: The sections of the track which have to be blocked and the length of time of their blocking can be described by elements of areas in a distance-time-diagram. The time necessary to execute all transport tasks is determined by joining together all elements without overlapping. 5 10
9. Method of control belonging to one of the claims 3 to 5 marked by the following features: Depending upon the successive information about the position and the speed of each transport vehicle, stopping distances until coming to a standstill with maximal and/or prescribed deceleration can be determined, in case together with additional information about braking power and loading. Using this information, a collision supervision of the transport vehicles can be executed which enforces a braking of the endangered transport vehicle with maximum or equivalent deceleration after having detected a danger. 15 20 25

Revendications

1. Dispositif de commande et de contrôle de systèmes-transporteurs pour la manutention de marchandises et autres objets à transporter comportant plusieurs chariots-transporteurs se déplaçant sur une piste commune divisée en segments. 30 35
Ce dispositif est caractérisé en
 - Senseurs décelant le segment de piste occupé par des chariots,
 - Dispositifs de blocage ou de déblocage pour bloquer ou débloquer l'arrivée des chariots sur certains segments de la piste,
 - Dispositifs-enregistreurs décelant un chariot transporteur prévu pour une manutention,
 - Dispositifs de contrôle contrôlant si, parmi les segments de la piste nécessaires à l'exécution d'une manutention, se trouvent des segments bloqués,
 - Dispositifs de blocage pour bloquer l'arrivée d'autres chariots-transporteurs sur tous les segments ou sur une partie des segments de la piste nécessaires à l'exécution d'une manutention. 40 45 50
 Ces systèmes de blocages ne fonctionnent que si aucun des segments concernés n'est bloqué par/ou pour d'autres chariots-transporteurs. 55

- Dispositif de commande commandant le mouvement prévu du chariot-transporteur de sa position actuelle à la position de chargement. Ce dispositif ne peut mettre en marche le mouvement que si le blocage de tous les segments de piste nécessaires au chariot-transporteur a été effectué. 5
- Dispositifs de chargement pour charger la marchandise ou l'objet qui se trouve en position de chargement sur le chariot-transporteur lorsque le blocage de tous les segments de piste nécessaires au chariot-transporteur a été effectué. 10
- Dispositifs de commande qui commandent le transport du chariot chargé à sa position de déchargement. Ceux-ci ne peuvent mettre en marche le mouvement que si le blocage de tous les segments de piste nécessaires au déplacement du chariot-transporteur a été effectué.
- Dispositifs de transfert pour mettre la marchandise ou l'objet en position de déchargement.
- Dispositifs de déblocage qui ouvrent les segments de piste qui étaient bloqués pour la manutention en cours, afin de permettre leur utilisation par d'autres chariots.
- Dispositifs enregistreurs permettant de déterminer le mouvement minimum à respecter par un ou plusieurs chariots au cas où il n'y a pas de segments de piste libres pour les chariots afin d'exécuter la manutention requise.
- Dispositifs de commande commandant le mouvement minimum déterminé d'un ou plusieurs chariots.

2. Dispositif selon la revendication 1

Celui-ci est caractérisé par le fait que les dispositifs de commande peuvent actionner le mouvement du chariot-transporteur vers la position de chargement dès que le blocage de tous les segments de piste nécessaires au mouvement du chariot-transporteur, de la position actuelle à la position de chargement, a été effectué au bénéfice du chariot-transporteur.

3. Procédé de commande pour systèmes-transporteurs, en particulier pour la manutention de marchandises, comportant plusieurs chariots-transporteurs sur piste, se déplaçant sur une piste-transporteuse commune, ayant les caractéristiques suivantes:

- a) Division de la piste (F) en segments (A1, A2...) dont l'utilisation au moyen de disposi-

tifs appropriés, p.e. dispositifs de signal (S1, S2...) peut être réservée temporairement pour chacun des chariots-transporteurs séparément (T1, T2, T3...). Ceci est valable pour 1 segment séparé ou pour plusieurs (Fig. 1);

b) Pour l'exécution d'une manutention à partir d'une position de chargement (H1) vers une position de déchargement (B1), on détermine un chariot de transport (T1) qui n'effectue pas momentanément de manutention et qui est prêt à assurer une nouvelle manutention, c.à.d. est en position "attente" Y et qui se trouve dans une position (P1) telle que la zone de piste (FB1) nécessaire à l'exécution de la manutention - zone qui englobe la position de chargement (H1), la position de déchargement (B1) et la position respective du chariot-transporteur (P1) - ne soit réservée ni entièrement ni partiellement pour d'autres chariots-transporteurs (2, T3) (Fig. 1);

c) Réserve d'une zone de piste nécessaire (FB1.1) au chariot-transporteur respectif (T1) au moment où la manutention commence (Z1, Fig. 1) et annulation de cette réserve après la fin de la manutention (Moment Z2, Fig. 2), à l'exception des segments de piste respectifs (A6, A7) que le chariot (T1) occupe alors, y compris une certaine zone de sécurité.

d) Si deux ou plusieurs chariots voisins (T2, T3) ne peuvent plus exécuter d'autres manutentions uniquement parce que la zone de piste respectivement nécessaire à cet effet (FB3,2 ou FB 3,3) est en partie réservée par des chariots (T3 ou T2) qui s'y trouvent en position "attente", dans ce cas ces chariots - à condition que la situation de réserve momentanée de l'ensemble de la piste le permette - sont déplacés, à l'exception d'un (T3), à une distance telle que le chariot restant (T3) puisse effectuer une manutention dans la zone de piste (FB3,3) alors devenue libre (Fig.3).

4. Procédé de commande selon la revendication 3 ayant pour caractéristique l'annulation de la réserve, pendant une manutention en cours, pour les segments de piste de la zone réservée qui ne sont plus nécessaires à la fin de la manutention.

5. Procédé de commande selon la revendication 3 ou 4 caractérisé par le fait que lorsque un chariot ne peut momentanément pas exécuter une manutention précise parce que la zone de piste nécessaire à cet effet est partiellement

réservée pour un autre chariot, la partie libre de la zone de piste lui sera réservée, au début de cette manutention, en fonction du mode d'utilisation de la partie de piste déjà réservée.

6. Procédé de commande selon les revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que, pour déterminer la prochaine manutention ou processus de déplacement d'un chariot qui est en position "attente", il faut déterminer de façon optimale ou la meilleure possible le déroulement des autres phases sous forme d'une série de manutentions et de déplacements pour chacun des chariots et il faut que le premier processus de manutention et de déplacement, qui y est effectué, soit reporté sur le prochain chariot en "attente".

7. Procédé de commande selon les revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que, parmi une quantité d'ordres de manutention, une série d'ordres de manutention est choisie de telle façon que, pour chaque chariot, le temps imparti à l'exécution de tous les ordres de manutention choisis ait la plus petite valeur possible.

8. Procédé de commande selon la revendication 7, caractérisé par le fait que les segments de piste à bloquer pour chacun des processus de manutention et la durée de leur blocage sont représentés par les éléments de surface d'un diagramme temps-distance parcourue et que le temps prévu pour l'exécution de tous les ordres de manutention choisis est déterminé en mettant bout à bout les éléments de surface, sans chevauchement.

9. Procédé de commande selon une des revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que la vitesse de chacun des chariots est déterminée à partir d'une série de données successives sur la position de chacun d'entre eux et qu'à partir de ces données, le cas échéant conjointement avec des données supplémentaires sur le chargement et la capacité de décélération, la distance de freinage jusqu'à l'arrêt complet est déterminée pour une décélération maximale ou/et pour une décélération précise. Ceci pour que soit effectué un contrôle de collision des chariots auquel la commande de manutention est soumise. Ce système, lors du fonctionnement d'un freinage du chariot risquant la collision, exécute une décélération maximale ou appropriée.

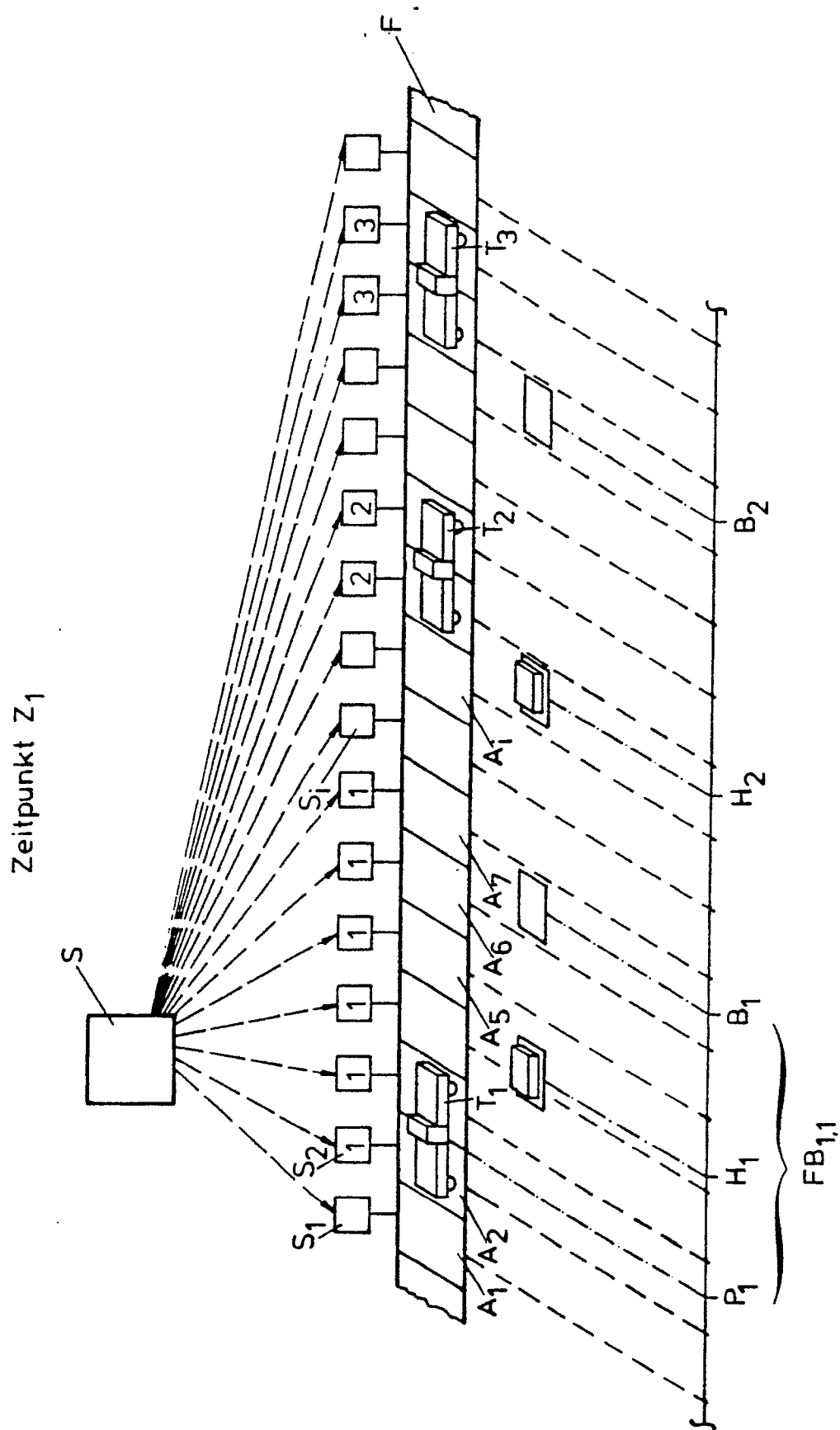


Fig. 1

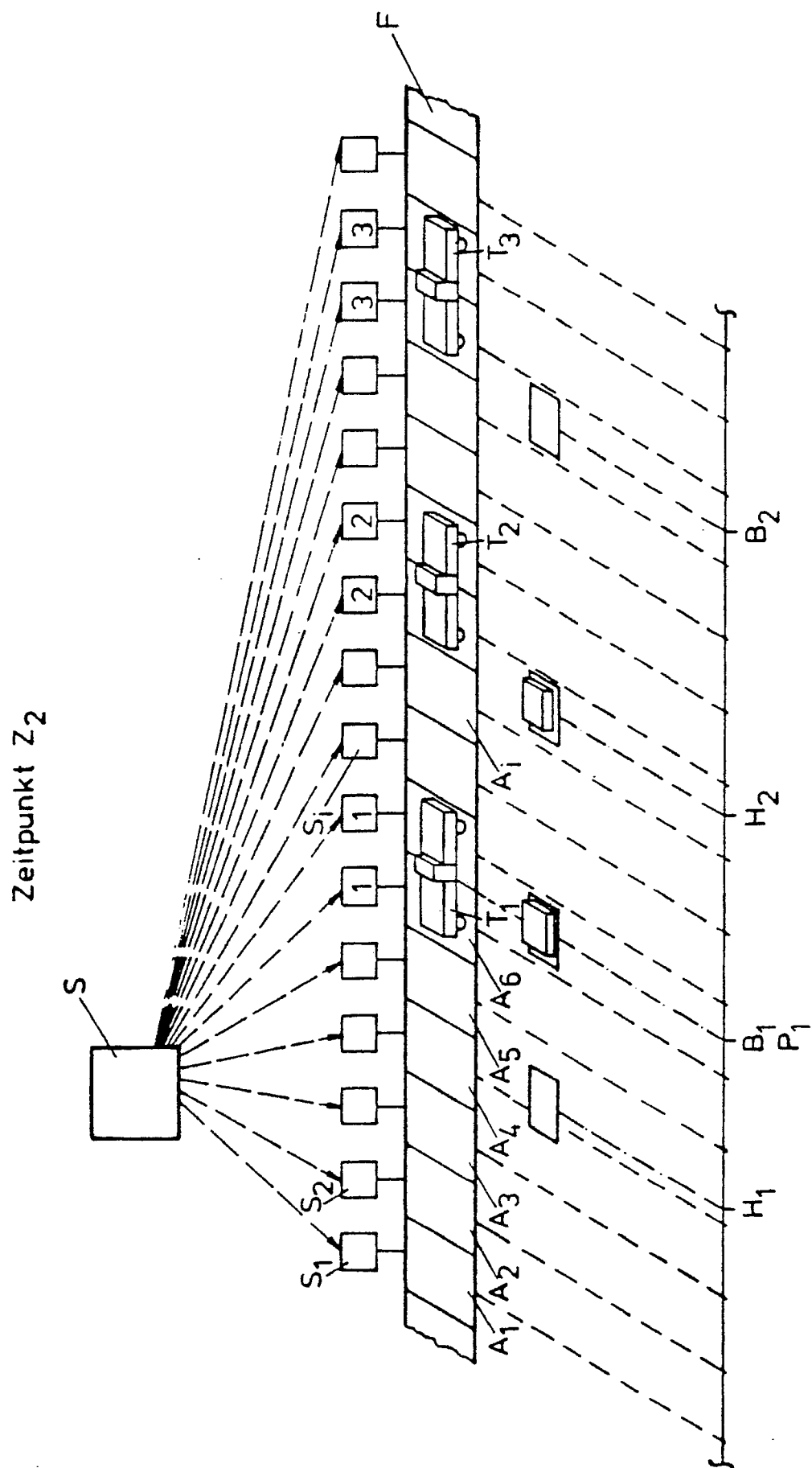
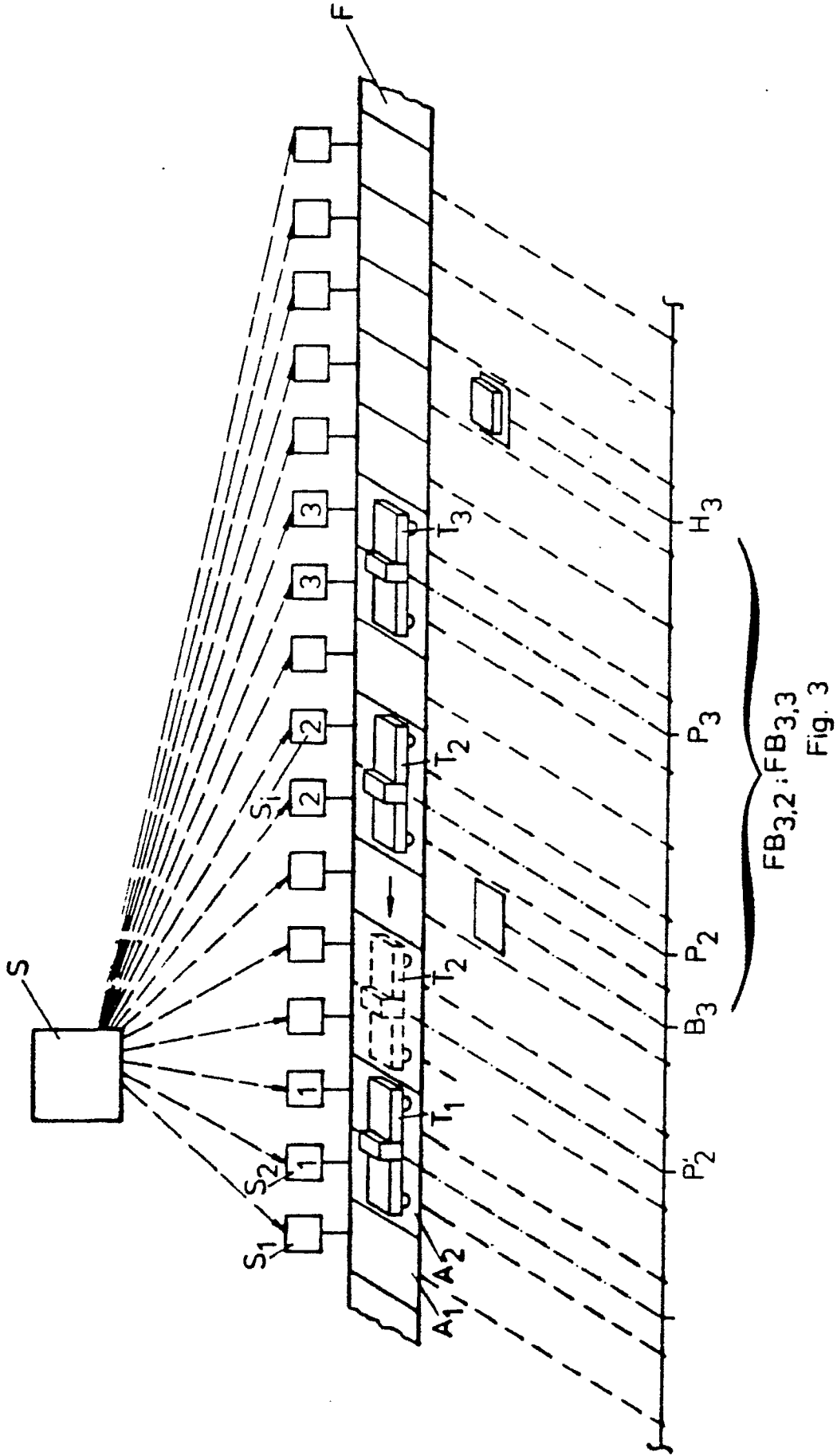


Fig. 2



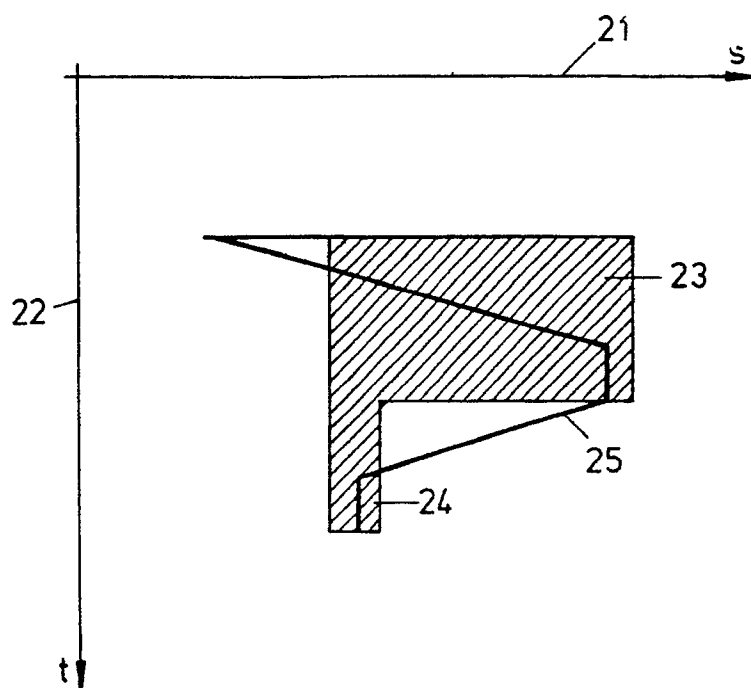


Fig. 4

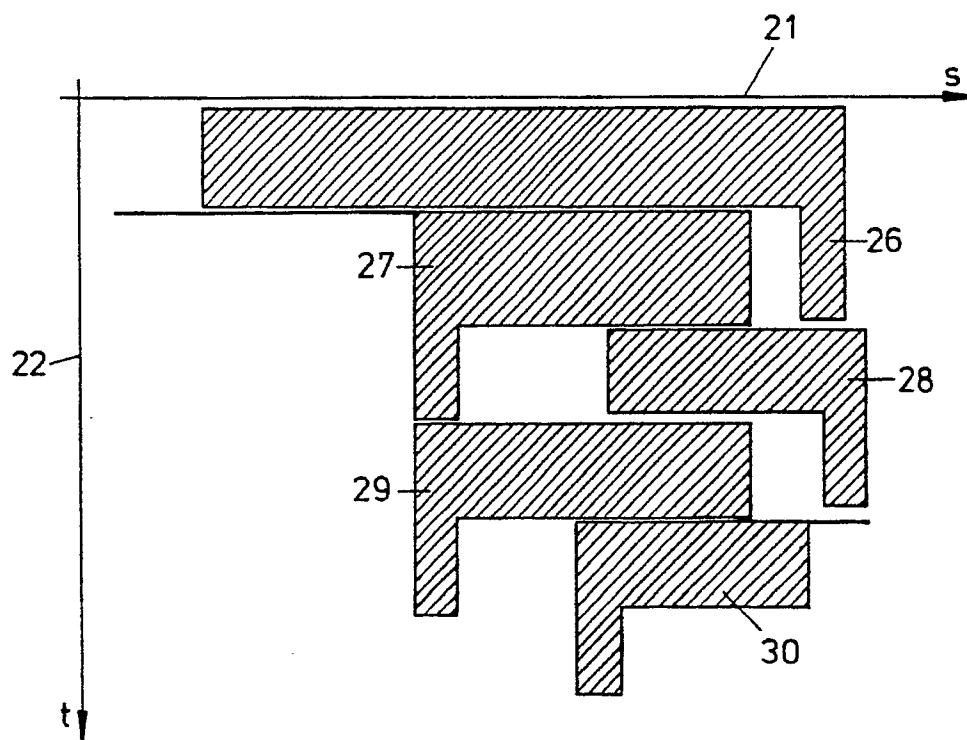


Fig. 5