



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: 84111995.1

 Int. Cl.⁴: **B 61 L 23/00**
B 61 L 27/04

 Anmeldetag: 06.10.84

 Priorität: 14.10.83 DE 3337392

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 08.05.85 Patentblatt 85/19

 Benannte Vertragsstaaten:
 AT CH DE FR GB IT LI

 Anmelder: Aachener Forschungsgesellschaft
 Regelungstechnik e.V.
 Steinbachstrasse 54
 D-5100 Aachen(DE)

 Erfinder: Bruns, Michael, Dr.-Ing.
 Maastrichter Strasse 20
 D-5100 Aachen(DE)

 Erfinder: Ijewski, Peter, Dipl.-Ing.
 Dürener Strasse 437
 D-5180 Eschweiler(DE)

 Erfinder: Henning, Klaus, Dr.-Ing.
 Amstelbachstrasse 4
 D-5100 Aachen(DE)

 Erfinder: Rake, Heinrich, Prof. Dr.-Ing.
 Schlossweiherstrasse 34
 D-5100 Aachen(DE)

 Erfinder: Schürmann, Bernhard, Dipl.-Ing.
 Düppelstrasse 92
 D-5100 Aachen(DE)

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

 Zum Steuern und Überwachen von Transportanlagen mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeugen auf einer gemeinsamen, in Abschnitte aufgeteilten Fahrbahn werden Fahrbahnbereiche einzelnen Transportfahrzeugen zur ausschließlichen Benutzung zeitweise reserviert. Die Ausführung eines Transports wird einem Transportfahrzeug im Zustand "warten" übertragen, wobei für dieses Transportfahrzeug ein für die Ausführung des Transports erforderlicher Bereich zusammenhängender Fahrbahnabschnitte reserviert wird (Figur 1). Voraussetzung für die Übertragung des Transportauftrags ist, daß der benötigte Fahrbahnbereich reserviert werden kann. Die Reservierung wird nach Beendigung des Transports wieder aufgehoben. Können zwei oder mehr benachbarte Transportfahrzeuge keine weiteren Transporte ausführen, da sie sich gegenseitig die benötigten Fahrbahnbereiche blockieren, so werden diese Transportfahrzeuge, bis auf eins, so weit verfahren, daß für dieses eine der für die Ausführung eines Transports benötigte Fahrbahnbereich frei wird.

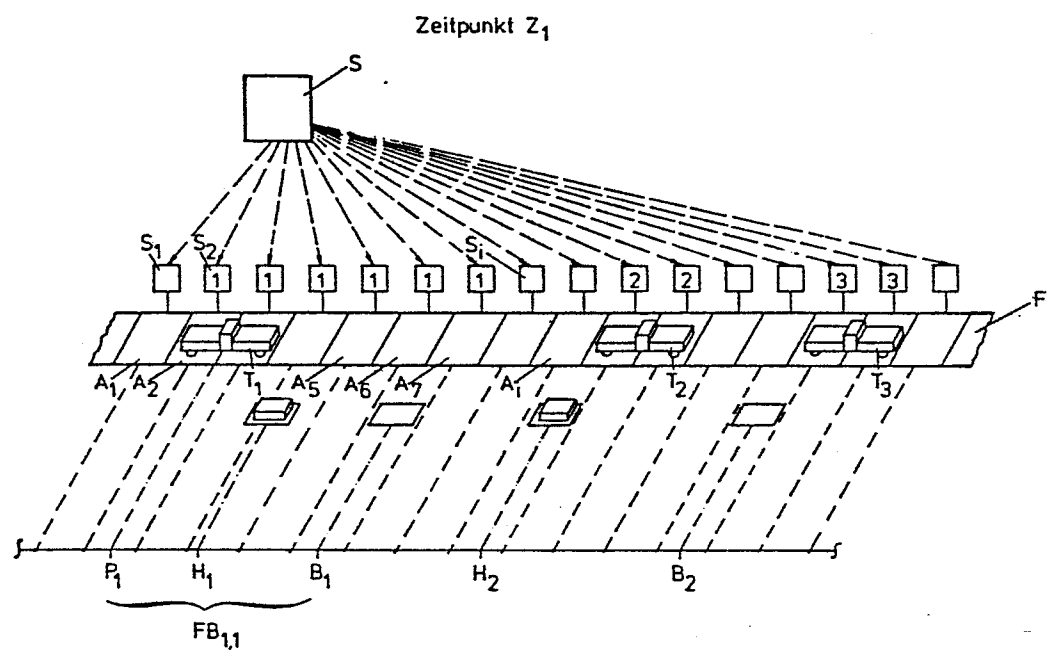


Fig. 1

Einrichtung und Verfahren zum Steuern und Überwachen von
Transportanlagen mit mehreren Transportfahrzeugen auf einer
gemeinsamen Fahrbahn

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum Steuern und
Überwachen von Transportanlagen und Steuerungsverfahren
für Transportanlagen, insbesondere zum Transport von Gü-
tern, mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeugen auf
5 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
10 einen schnellen Transport werden dabei mehrere Transport-
fahrzeuge gleichzeitig auf derselben Fahrbahn eingesetzt.
Das erfordert eine Steuerung und Koordinierung des Trans-
portvorgangs, zum einen, um gegenseitigen Behinderungen
oder Kollisionen der Transportfahrzeuge vorzubeugen, und
15 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.

20 Für einen Spezialfall eines derartigen Transportvorgangs
- den Umschlag von Containern mit mehreren auf einem Gleis
fahrenden Umschlagfahrzeugen - wird im Forschungsbericht
TV 7901 B des Bundesministers für Forschung und Technolo-
25 gie "Simulation von Betriebsabläufen des Schiene-Schiene-
Umschlags im ULS-Verfahren, Demonstrationsprojekt und Be-
triebsversuch technologischer Entwicklungen für den kom-
binierten Ladungsverkehr", herausgegeben vom Verkehrswis-
senschaftlichen Institut der RWTH Aachen, 1981, ein Steu-
30 erungsverfahren mit getakteter Arbeitsweise vorgeschlagen.
Dieses Verfahren sieht vor, daß die Transportfahrzeuge
nach jedem Arbeitstakt (Fahren zur Holeposition und Auf-
nehmen des Containers, Fahren zur Bringeposition und Ab-
setzen 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 Verfahrwegen bestimmt. Das von den Autoren des Forschungsberichts 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 selbstän-

dig 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.

- 5 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 Ausführungs-
beispiel wird die Reservierung durch entsprechende optische
10 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
15 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
20 wird vor der Übertragung eines Transports (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 Transports benötigte Fahrbahnbereich ($FB_{1,1}$) weder ganz noch teilweise
25 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
30 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 hier-
35 für vorgenommene Fahrbahnreservierung aufgehoben, mit Aus-

nahme 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 Reihenfolge, 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
5 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
10 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 ,
15 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 Gütekri-
20 terien 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 systema-
25 tischer 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
30 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
35 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.

5

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
10 einen suboptimalen zukünftigen Arbeitsablauf zu verwenden, dessen Ermittlung weniger aufwendig ist. Daher wird man in vorteilhafter Weise jeweils aus den noch durchzuführen-
den Transporten diejenige von der Anzahl der Transporte abhängige Kombination ermitteln, die von allen möglichen
15 Kombinationen mit gleicher Anzahl von Transporten den geringsten Zeitbedarf aufweist.

Den Zeitbedarf einer derartigen Kombination von Transporten bestimmt man vorteilhafterweise durch ein überlappungs-
20 freies 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
25 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
30 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
35 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, überdeckungsfreies 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.

35

Aus Sicherheitsgründen ist für das Betreiben einer Anlage, wie sie der Erfindung zugrunde liegt, eine der eigent-

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

Patentansprüche

1. Einrichtung zum Steuern und Überwachen von Transportan-
lagen zum Umsetzen von Gütern oder sonstigen Transport-
5 objekten, mit mehreren spurgebundenen Transportfahrzeu-
gen auf einer gemeinsamen, in Abschnitte geteilten Fahr-
bahn,
gekennzeichnet durch
- Sensoren zur Ermittlung der von Fahrzeugen belegten
10 Fahrbahnabschnitte,
 - Sperr- und Freigabevorrichtungen zur Sperrung bzw.
Freigabe des Einfahrens von Fahrzeugen in bestimmte
Fahrbahnabschnitte,
 - Feststellungsvorrichtungen zur Ermittlung eines Trans-
15 portfahrzeugs, das für einen Transportvorgang vorgese-
hen ist,
 - Prüfvorrichtungen zur Prüfung, ob sich unter den zur
Ausführung des Transportvorgangs erforderlichen Fahr-
bahnabschnitten gesperrte Abschnitte befinden,
 - 20 - Sperrvorrichtungen zur Sperrung des Einfahrens anderer
Fahrzeuge in alle oder einen Teil der zur Ausführung
des Transportvorgangs erforderlichen Fahrbahnabschnit-
te, die die Sperrung nur vornehmen, wenn keiner der
betreffenden Abschnitte durch bzw. für andere Fahr-
25 zeuge gesperrt ist,
 - Steuerungsvorrichtung zur Steuerung der Bewegung des
vorgesehenen Transportfahrzeugs von der derzeitigen
zur Holeposition, die die Bewegung nur einleiten kön-
nen, wenn die Sperrung aller für die Bewegung benötig-
30 ten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahr-
zeugs durchgeführt worden ist,
 - Übernahmeverrichtungen zur Umsetzung des in der Hole-
position befindlichen Gutes o. dgl. auf das Transport-
fahrzeug, wenn die Sperrung aller für den Transport
35 benötigten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transport-
fahrzeugs durchgeführt worden ist,
 - Steuerungsvorrichtungen zur Steuerung der Bewegung
des beladenen Transportfahrzeugs in die Bringeposi-

- tion, die die Bewegung nur einleiten können, wenn die Sperrung aller für die Bewegung und den Transport benötigten Fahrbahnabschnitte zugunsten des Transportfahrzeugs durchgeführt worden ist,
- 5 - Übergabevorrichtungen zur Umsetzung des Gutes o. dgl. in die Absetzposition,
 - Freigabevorrichtungen zur Freigabe von für den Transportvorgang gesperrten Fahrbahnabschnitten zur Benutzung durch andere Fahrzeuge,
 - 10 - Feststellungsvorrichtungen zur Ermittlung der erforderlichen Mindestbewegung eines oder mehrerer Fahrzeuge, falls für Transportfahrzeuge keine zur Ausführung von Transportvorgängen erforderlichen Fahrbahnabschnitte zur Verfügung stehen,
 - 15 - 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
- 20 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:
- 25

- a) Unterteilung der Fahrbahn (F) in Abschnitte (A_1 , A_2 , ...), die mittels einer geeigneten, z.B. signaltechnischen
- 30 Einrichtung (S_1 , S_2 , ...) 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 (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 Ausnahme 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
5 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.
- 10 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
15 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.
- 20 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.
- 35 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.

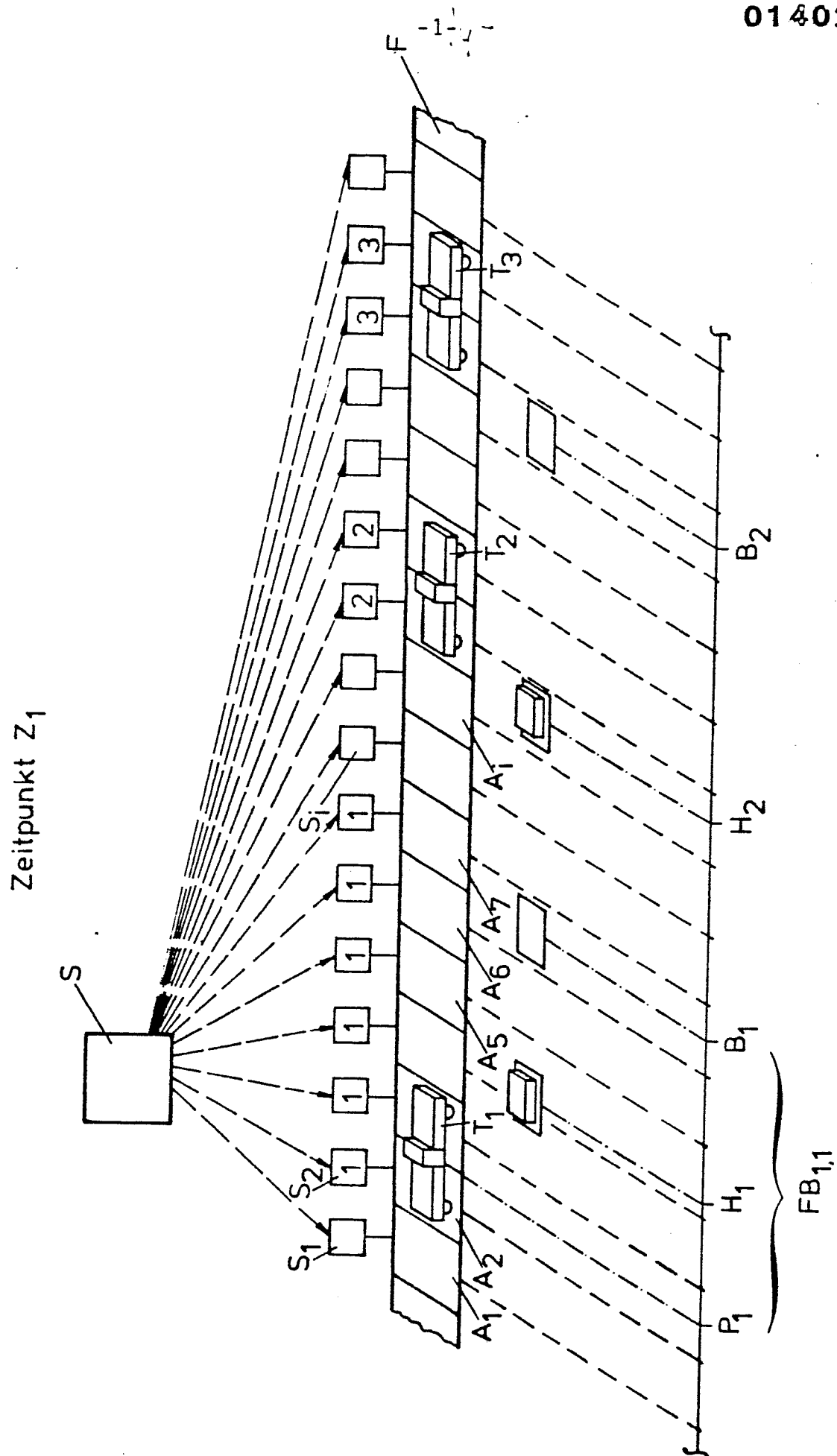


Fig. 1

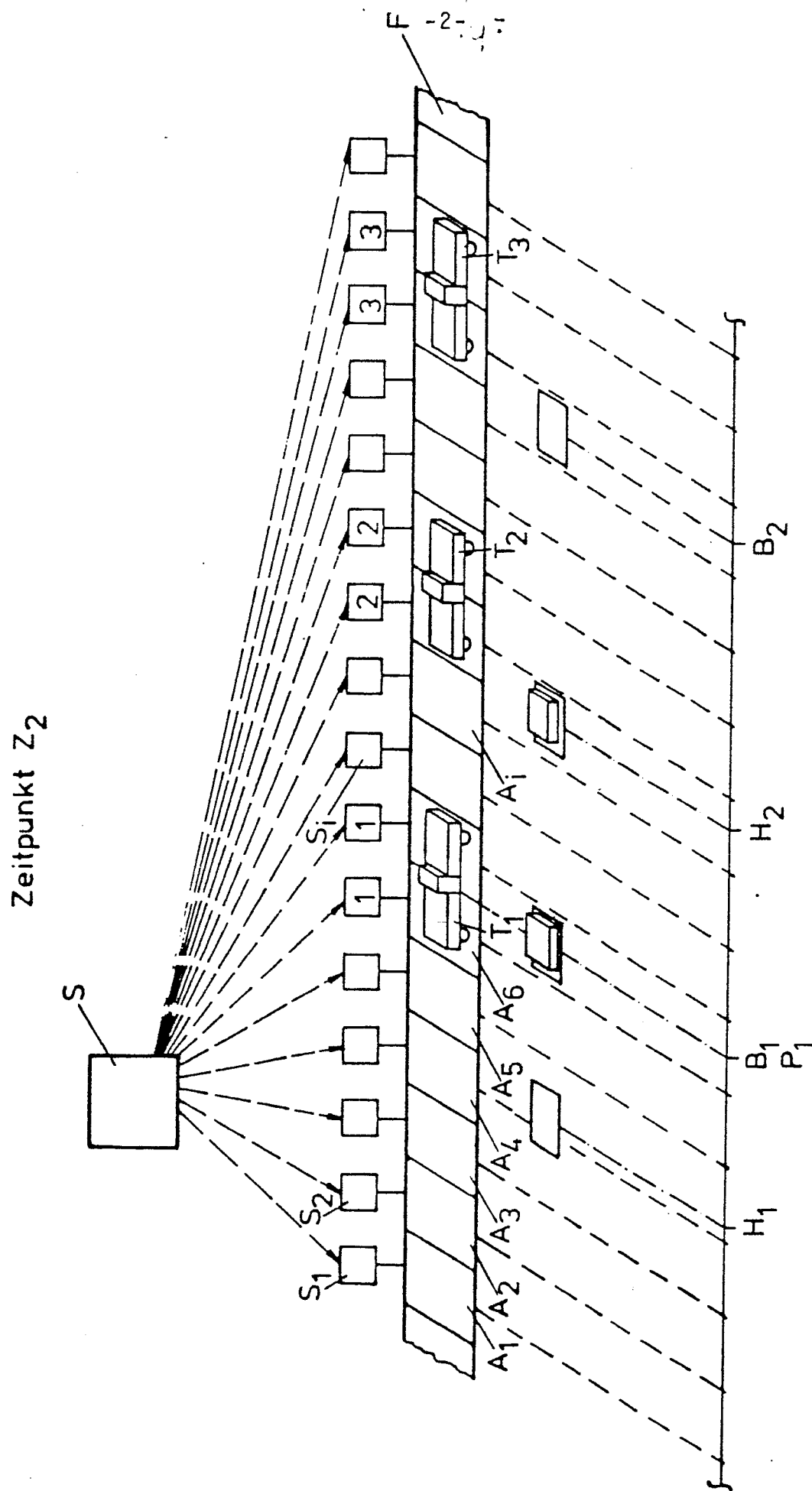
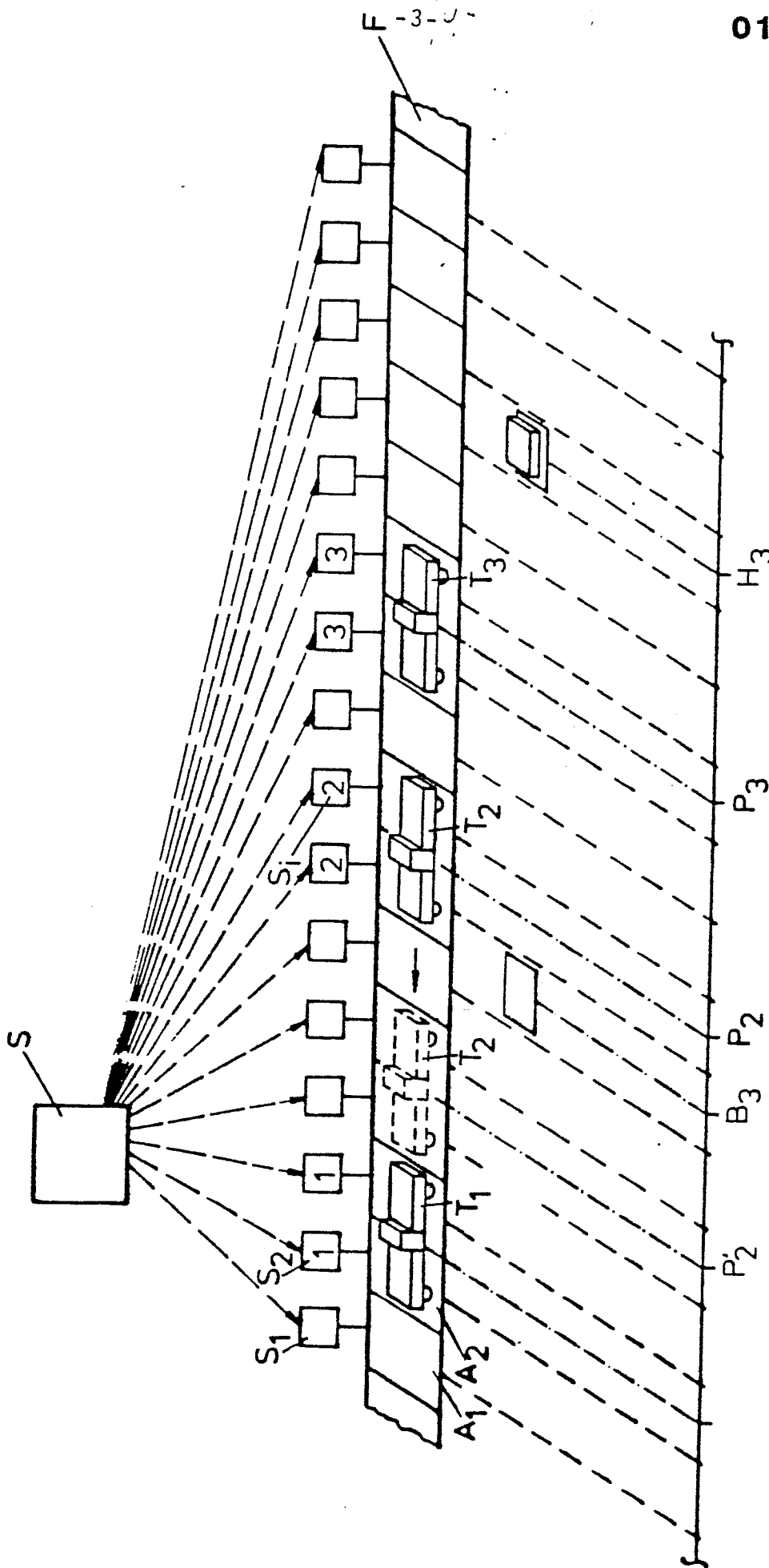


Fig. 2



FB_{3,2}:FB_{3,3}
Fig. 3

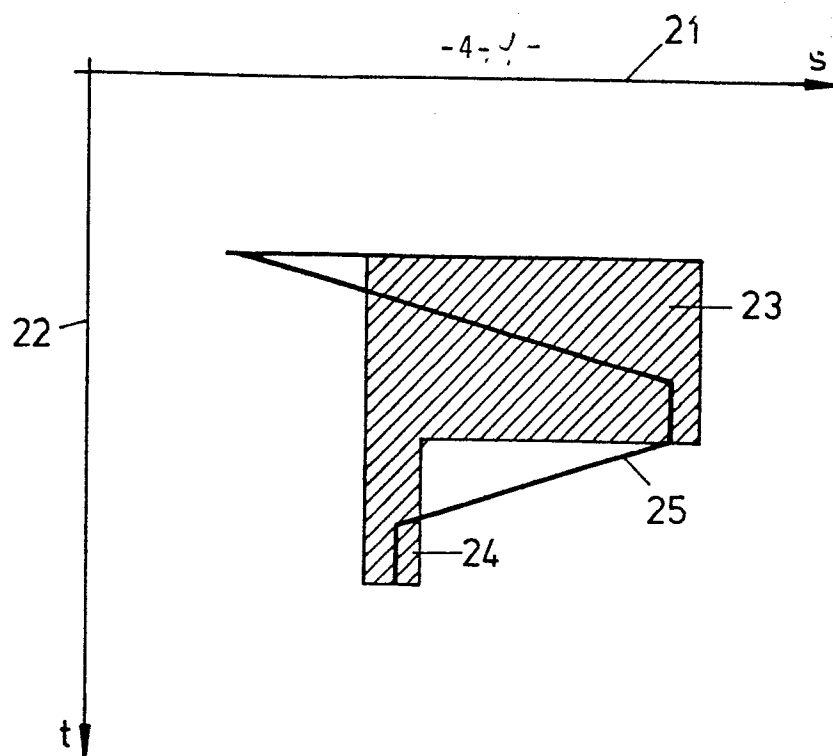


Fig. 4

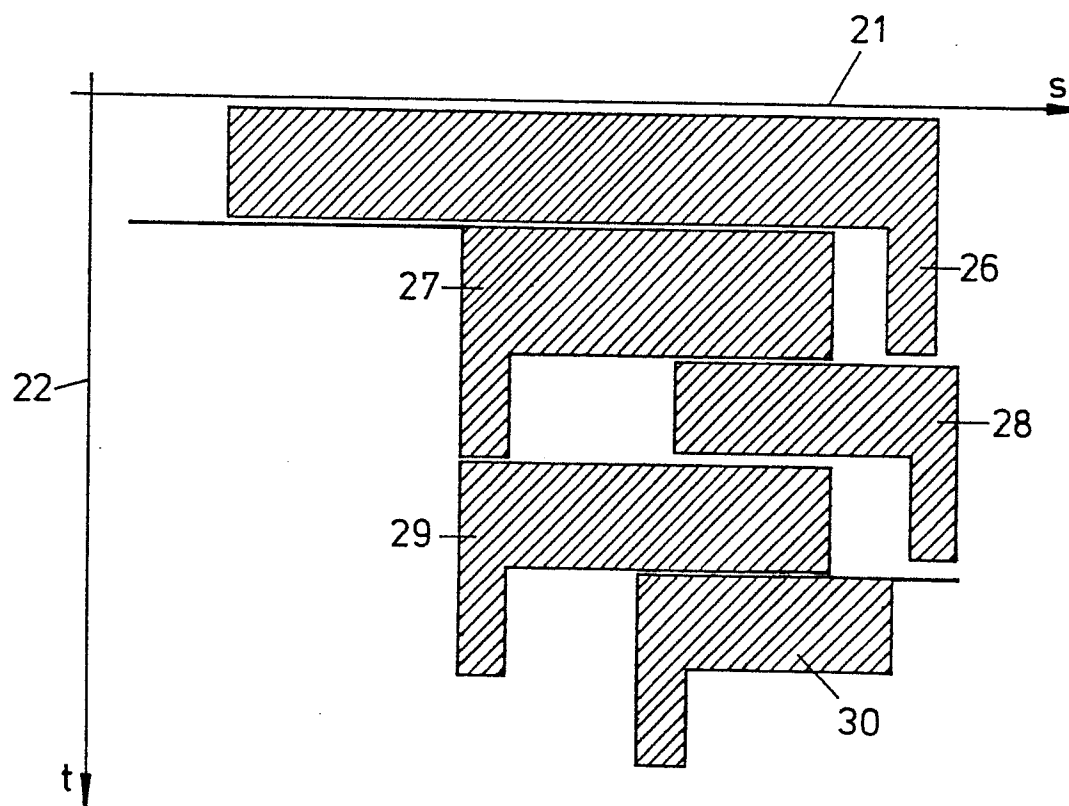


Fig. 5