

Brevet N°

86130

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

du 21 octobre 1985

Titre délivré :

2 JUIN 1987



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La soc. dite Firma BLEICHERT FORDERANLAGEN GmbH, Industriestrasse, (1)
6860 Osterburken, République Fédérale d'Allemagne
représentée par E. Meyers & E. T. Freylinger, Ing. conseils en propr. ind., (2)
46 rue du Cimetière, Luxembourg, agissant en qualité de mandataires
dépose(nt) ce vingt-et-un octobre mil neuf cent quatre vingt cinq (3)
à 15⁰⁰ heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant :
"Kursicherung für ein Steuerungssystem für fahrerlose Fahrzeuge" (4)

2. la délégation de pouvoir, datée de Osterburken le 15 juillet 1985
3. la description en langue allemande de l'invention en deux exemplaires;
4. trois planches de dessin, en deux exemplaires;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
le vingt-et-un octobre mil neuf cent quatre vingt cinq
déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) :

1. Reiner BECKERT, Gauchhalde 3, 7300 Esslingen-Zell, RFA (5)
2. Manfred DORSCH, Weinbergstrasse 35, 6962 Adelsheim-Sennfeld, RFA
3. Dr Werner AUTH, In den Weinbergen 13, 7000 Stuttgart 40, RFA

revendique(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de
(6) — déposée(s) en (7) —
le — (8)
au nom de — (9)
élit(é lisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg
46 rue du Cimetière, Luxembourg (10)
sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à dix-huit mois. (11)
Le un des mandataires

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des
Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

21 octobre 1985

à 15⁰⁰ heures



Pr. le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes,
b. d.

A 68007

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a lieu «représenté par...» agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt
en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7)
pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois.

P A T E N T A N M E L D U N G

Kurssicherung für ein Steuerungssystem für
fahrerlose Fahrzeuge

Firma Bleichert Förderanlagen GmbH
Industriestrasse
D - 6960 Osterburken

KURSSICHERUNG FÜR EIN STEUERUNGSSYSTEM FÜR FAHRERLOSE FAHRZEUGE

Die Erfindung betrifft eine Kurssicherung für ein Steuerungssystem für fahrerlose Fahrzeuge, die entlang vorbestimmter individueller Strecken eines Streckennetzes fahren sollen, mit Bezugsmarken, die entlang der Strecken verteilt auf der Fahrbahn angeordnet sind, mit einem Markertaster an jedem Fahrzeug, der beim Überfahren einer Bezugsmarke ein Bezugsmarkensignal erzeugt, mit einem Zählimpulsgeber an jedem Fahrzeug, der in Abhängigkeit von der gefahrenen Wegstrecke Zählimpulse erzeugt, mit einem Wegzähler an jedem Fahrzeug, der von den Zählimpulsen und Bezugsmarkensignalen angesteuert wird, mit einem Fahrrouتينspeicher an jedem Fahrzeug, der von dem Wegzähler angesteuert wird und in dem ein oder mehrere Fahrrouتينen abfragbar speicherbar sind, wobei eine Fahrrouتينe aus Fahrrouتينensignalen besteht, die die Fahr- und Lenkbefehle und gegebenenfalls Befehle für Funktionseinheiten für eine an einer Bezugsmarke beginnende und an einer Bezugsmarke endende Fahrstrecke enthalten.

Fahrzeuge dieser Art dienen zum Beispiel dazu, in automatischen Fertigungsstraßen Werkstücke oder Werkzeuge zu bewegen und zu handhaben.

Die Fahrzeuge fahren nach einer jeweils vorgegebenen Fahrrouتينe und betätigen an bestimmten Positionen ihre Funktionseinheiten, zum Beispiel Halterungen für Werkstücke. Die Fahrrouتينe liefert nach Ablauf einer bestimmten Wegstrecke in Abhängigkeit vom Zählerstand des Wegzählers zum Beispiel den Lenkungsbefehl für eine Links-Kurve. Diese Kurve wird nun ein bestimmtes Wegstück, wiederum in Abhängigkeit von der weiterlaufenden Zählung des Wegzählers, gefahren und dann kommt möglicherweise ein neuer Lenkungsbefehl. Dabei können sich Fehler hinsichtlich der



abgefahrenen Weglänge ergeben, die aber durch Bezugsmarken korrigiert werden können. Solchen entlang einer Strecke angeordneten Bezugsmarken sind dann ganz bestimmte Zählerstände des Wegzählers zugeordnet und wenn da Fehler in der Zählung unterlaufen sind, dann kann bei einer solchen Bezugsmarke der Wegzählerstand auf den richtigen, der Bezugsmarke entsprechenden Wert korrigiert werden.

Neben den Fehlern bedingt durch die Länge des zurückgelegten Weges können sich auch Fehler durch eine Abweichung von der richtigen Fahrtrichtung ergeben.

Aufgabe der Erfindung ist es, den Kurs gegen solche Fehler zu sichern.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß Führungsleiterabschnitte in einer Ebene planparallel zur Fahrbahn in Richtung und entlang der Strecken verlegt sind, daß ein Führungstaster an jedem Fahrzeug vorgesehen ist, der beim Anfahren an einen Führungsleiterabschnitt ein Lenkungs-korrektursignal erzeugt in Abhängigkeit der Abweichung des tatsächlich gefahrenen Kurses gegenüber dem durch den Führungsleiterabschnitt vorgegebenen Kurs, aus dem Korrekturbefehle für die Lenkung abgeleitet werden.

Man könnte den Kurs sichern durch einen entlang der gesamten Fahrstrecke verlegten Führungsleiterabschnitt. Das ist aber für die Installation sehr aufwendig und erfordert auch zusätzliche Maßnahmen beim Überfahren von Abzweigungen. Nach der Erfindung werden nur diskrete Führungsleiterabschnitte benötigt, die entsprechend einfach zu installieren sind. Es genügt, wenn ein solcher Führungsleiterabschnitt eine mit Toleranzzugabe für die Lenkungs-korrektur des maximal zulässigen Kursfehlers gerade ausreichende Länge aufweist und der Abstand zwischen zwei der gleichen Strecke hintereinander zugeordneten Führungs-



leiterabschnitten mit Toleranzzugabe so groß ist, daß der maximal zulässige Kursfehler bis zum jeweils nächsten Führungsleiterabschnitt normalerweise nicht überschritten wird.

Der Führungstaster des Fahrzeugs kann ständig eingeschaltet sein und in dem Moment, in dem er einen Führungsleiterabschnitt auffaßt, erhält er seine Korrektursignale, die das Fahrzeug wieder auf den richtigen Kurs bringen, das heißt also durch Lenkungsausschläge möglicherweise seitlich versetzen und in die richtige Fahrtrichtung ausrichten.

Es empfiehlt sich, daß jedem Führungsleiterabschnitt mindestens eine Bezugsmarke räumlich zugeordnet ist, vorzugsweise mit einer für alle Führungsleiterabschnitte einheitlichen Zuordnung.

Dann kann gleichzeitig mit einem Kursfehler auch ein Weglängenfehler korrigiert werden und die Kurskorrektur kann sich auf eine korrigierte, also richtige Angabe über den zurückgelegten Weg stützen, so daß nicht ein vorhandener Wegfehler in die Kurskorrektur eingeht.

Bezugsmarken, die ein eindeutig der betreffenden Bezugsmarke zugeordnetes Bezugsmarkensignal auslösen, sind aufwendiger als solche Bezugsmarken, die nur ein neutrales Bezugsmarkensignal auslösen. Eine kostengünstige Kurssicherung durch viele Bezugsmarken erzielt man dadurch, daß Bezugsmarken vorgesehen sind, die ein der betreffenden Bezugsmarke eindeutig zuordbares Bezugsmarkensignal auslösen, daß daneben Bezugsmarken vorgesehen sind, die nur ein neutrales Bezugsmarkensignal auslösen, und daß ein solches neutrales Bezugsmarkensignal mit einer im Fahrtroutinenspeicher abgelegten, der Bezugsmarkenposition eindeutig zuordbaren Erwartung zur Auswertung verglichen wird.

Zweckmäßig ordnet man die Führungsleiterabschnitte und die zugehörige Bezugsmarke an den Stellen an, an denen der Kurs besonders kritisch ist, wo also das Fahrzeug exakt fahren muß, zum Beispiel an einer Stelle, an der Funktionseinheiten tätig werden, beispielsweise in Gegenüberstellung zu einer Werkzeugmaschine.

Der Führungsleiterabschnitt sollte berührungslos abtastbar sein. Er kann also zum Beispiel aus einem Farbstrich bestehen, der auf die Fahrbahn gezeichnet oder geklebt ist und von einem optisch wirkenden Führungstaster abgetastet werden kann.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsleiterabschnitte permanentmagnetisch sind und daß ein Führungstaster ein Magnetfeldsensor ist, der das Magnetfeld eines Führungsleiters erfassen kann und dicht über der Fahrbahn am Fahrzeug gelagert ist.

Eine andere bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Führungsleiterabschnitte elektrisch leitend sind, daß die Führungsleiterabschnitte an einen zentralen Führungsstromgenerator angeschlossen sind, der diese mit einem Führungswechselstrom beaufschlagt, und daß ein Führungstaster ein Magnetfeldsensor ist, der das Magnetfeld eines Führungsleiters erfassen kann und dicht über der Fahrbahn am Fahrzeug gelagert ist.

Für Führungsleiter mit Magnetfeld empfiehlt es sich, daß ein Führungstaster mindestens zwei, bezogen auf die Feldrichtung, koaxial mit Abstand zueinander aufgereichte Magnetfeldsensoren aufweist, und daß die Magnetfeldsensoren, bezogen auf die Feldrichtung, quer zur Geradeausfahrtrichtung horizontal nebeneinander angeordnet sind?



Das bei einem elektrisch leitenden Führungsleiterabschnitt vorhandene durch die Führungsleiterabschnitte und deren Anschlußleitungen an den Führungsstromgenerator gebildete Leitungsnetz kann man zur Signalübermittlung zwischen den einzelnen Fahrzeugen und den Fahrzeugen einerseits und einer gegebenenfalls vorgesehenen Zentrale vorsehen.

Für diesen Fall empfiehlt es sich, daß die Sende- und Empfangsbereitschaft eines Fahrzeuges sichergestellt wird, sobald das Fahrzeug in hinreichende Nähe zu einem Führungsleiterabschnitt gerät, und daß die Sende- und Empfangsbereitschaft selbsttätig und/oder auf Abfrage gemeldet wird.

Für die Signalübermittlung von einer vorgesehenen Zentrale zu den Fahrzeugen empfiehlt es sich, den Führungswechselstrom heranzuziehen. Das kann dann geschehen, indem die Signalübermittlung zu den Fahrzeugen digitalisiert 0/1 erfolgt mit einer Tastung der Frequenz F des Führungswechselstroms auf Digitale "0" = $F + DF$ und Digitale "1" = $F - DF$ mit $DF = 0.05 F$ bis $0.15 F$. In einem solchen Fall dämpft man den Führungstaster eingangsseitig auf mindestens eine auswertbare Bandbreite von $F = \pm DF$. Dann wird durch die Signalübermittlung die Führungsfunktion nicht beeinträchtigt.

Für die umgekehrte Signalübermittlung von den Fahrzeugen zur Zentrale oder für die Fahrzeuge untereinander kann man auch das vorgesehene Leitungsnetz heranziehen. In diesem Fall empfiehlt es sich aber für die Signalübermittlung in jedem Fahrzeug einen Sender anzuordnen, für dessen Sendefrequenz W vorzugsweise $W = 5 F$ bis $20 F$ gilt. An diesen Sender ist dann ausgangssseitig eine Antenne angeschlossen, die, bezogen auf den korrekten Kurs, auf einen gerade überfahrenen Führungsleiterabschnitt ausgerichtet ist. Die



Signale können dann digitalisiert dieser Sendefrequenz aufgeprägt sein. In der Zentrale beziehungsweise in den anzusprechenden Fahrzeugen ist dann ein Empfänger vorgesehen, der unter Zwischenschaltung eines auf diese Signale abgestimmten Filters an das Führungsleiternetz angeschlossen ist.

Wenn keine elektrisch leitenden Führungsleiterabschnitte vorgesehen sind, kann man die Kommunikation auch über das sowieso vorhandene Stromnetz vornehmen. Die Einkoppelung erfolgt dann von den einzelnen Fahrzeugen in das Stromnetz drahtlos, wozu man zweckmäßig an den einzelnen Fahrzeugen Antennen vorsieht, und an das Stromnetz angeschlossene, stationäre Antennen vorsieht, die von dem Kraft- oder Lichtstrom des Stromnetzes abgekoppelt sind. Die Koppelung kann zum Beispiel kapazitiv erfolgen. Die Signalübertragung erfolgt dann über Trägerfrequenzen, die von der Frequenz des Stromnetzes entsprechend entfernt liegen.

Die Erfindung ist auch anwendbar zur Umrüstung eines bereits bestehenden Steuerungssystems, bei dem die Fahrzeuge entlang eines Führungsleiters geführt werden, der sich über die ganze Fahrstrecke erstreckt. Die nach der Erfindung umgerüsteten Fahrzeuge können dann auch mit einem Steuerungssystem fahren, bei dem statt des durchgehenden Führungsleiters nur Führungsleiterabschnitte verlegt sind.

Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert.



In der Zeichnung zeigt:

- Figur 1 ein Streckennetz mit elektrisch leitenden
Führungsleiterabschnitten, die in die
Fahrbahn verlegt sind.
- Figur 2 einen Abschnitt eines Streckennetzes mit
einem permanentmagnetischen Führungslei-
terabschnitt,
- Figur 3 im Blockschaltbild ein Steuerungssystem,
dessen Fahrzeuge nach dem Streckennetz
nach Figur 1 fahren,
- Figur 4 ein entsprechend Figur 3 ausgerüstetes
Fahrzeug im Schnitt III aus Figur 5,
- Figur 5 die Ansicht gemäß dem Pfeil V aus Figur
4,
- Figur 6 ein Zählrad für den Wegzähler eines Fahr-
zeuges nach Figur 4 und 5 und
- Figur 7 den Teilschnitt VII aus Figur 2.

Das Streckennetz 30 aus Figur 1 besteht aus mehreren Strecken, die durch strichpunktierte Linien angezeigt sind, und zwar aus einer geschlossenen Strecke 31 und zwei Abzweigen 32 und 33, die wieder in die geschlossene Strecke 31 einmünden. In dem Streckennetz sind insgesamt vier Führungsleiterabschnitte 34, 35, 36, 37 verlegt, und zwar in einer Ebene planparallel zur horizontalen Fahrbahn 38 und in Richtung sowie entlang der betreffenden Strecke. Die Führungsleiterabschnitte 34 bis 37 sind elektrisch leitende Drähte, die mit einem Abstand von etwa 3 cm (Zentimeter) unterhalb der Fahrbahn in dem Boden verlegt sind. Die Führungsleiterabschnitte sind über das elektrische Leitungsnetz 39 an eine Zentrale 55 angeschlossen, und zwar an einen Führungsstromgenerator 56, wie aus Figur 3 ersichtlich, von dem sie mit einem Führungsstrom beaufschlagt werden.

Den einzelnen Führungsleiterabschnitten 34 bis 37 ist je

eine Bezugsmarke 40 bis 43 räumlich zugeordnet. Eine solche Bezugsmarke kann aus einem auf die Fahrbahn 38 gezeichneten Farbfleck bestehen oder aus einer auf die Fahrbahn aufgeklebten metallischen Scheibe. Wesentlich ist, daß diese Bezugsmarke von einem am Fahrzeug 60 - vergleiche Figur 4 und 5 - angeordneten Markertaster 78 aufgefaßt werden kann. Der Markertaster 78 arbeitet berührungslos, er kann optisch, elektrisch, magnetisch oder auf Ultraschallbasis abtastend ausgebildet sein. Die Bezugsmarke ist dann entsprechend ausgebildet.

Es sind fahrerlose Fahrzeuge vorgesehen, die entlang vorbestimmter, individueller Strecken des Streckennetzes fahren sollen. Im Beispiel handelt es sich um die Strecken 31, 32, 33. Die Fahrzeuge fahren fahrerlos nach einer vorgegebenen Fahroutine entlang der ausgewählten Strecke, wobei der Kurs gesichert wird durch die Führungsleiterabschnitte und Bezugsmarken. Wie das im einzelnen geschieht, wird insbesondere anhand der Figur 3 erläutert.

Figur 2 zeigt eine andere Ausgestaltung eines Führungsleiterabschnittes. Der Führungsleiterabschnitt 44, der entlang des Streckenabschnittes 50 verlegt ist, besteht aus einer Reihe von Permanentmagneten 45 bis 47, die quer zum Streckenabschnitt magnetisiert sind. Die Permanentmagneten sind, wie aus Figur 7 ersichtlich, nach Art einer Schraube ausgebildet und in einen in die Fahrbahn 29 eingelassenen Dübel 48 eingeschraubt.

Die Führungsleiterabschnitte 34 bis 37 aus Figur 1 und der Führungsleiterabschnitt 44 aus Figur 2 erzeugen über der Fahrbahn ein Magnetfeld, das von einem als Magnetfeldtaster ausgebildeten Führungstaster 61 - vergleiche Figur 3 bis 5 -, der an jedem Fahrzeug angebracht ist, aufgefaßt werden kann. Durch das aufgefaßte Magnetfeld werden vom Führungstaster Lenkungs korrektursignale erzeugt in Abhän-



gigkeit von der Abweichung des tatsächlich gefahrenen Kurses gegenüber dem durch den Führungsleiterabschnitt vorgegebenen Kurs, aus dem dann Korrekturbefehle für die Lenkung des betreffenden Fahrzeuges abgeleitet werden.

Jeder Führungsleiterabschnitt 34 - 37 beziehungsweise 44 ist mit Toleranzzugabe für eine Lenkungskorrektur eines maximalen Kursfehlers ausreichend lang bemessen, so daß, wenn ein Fahrzeug mit maximalem Kursfehler an einen solchen Führungsleiterabschnitt herankommt, der Kursfehler korrigiert wird, während das Fahrzeug das Magnetfeld des Führungsleiterabschnittes auffaßt. Der Abstand zwischen zwei der gleichen Strecke hintereinander zugeordneten Führungsleiterabschnitten, also zum Beispiel der Abstand zwischen den Führungsleiterabschnitten 34 und 36, ist mit Toleranzabzug so groß bemessen, daß der maximal zulässige Kursfehler bis zum jeweils nächsten Führungsleiterabschnitt normalerweise nicht überschritten wird. Ein solcher Kursfehler kann entstehen durch Toleranzen bei der Lenkungssteuerung, bei der Lenkung, bei der Antriebssteuerung und beim Antrieb. Ein Kursfehler kann auch durch Unebenheiten in der Fahrbahn entstehen. Es sind auch außergewöhnliche Situationen denkbar, bei denen zum Beispiel das Fahrzeug durch Kollision mit einem nicht zum System gehörenden Gegenstand aus dem Kurs geworfen wird. Dann kann ein Kursfehler entstehen, der größer ist als der maximal zulässige Kursfehler. Dieser Kursfehler kann dann vielleicht nicht mehr korrigiert werden. In einem solchen Fall sind Vorkehrungen getroffen, daß das Fahrzeug seine Fahrt unterbricht und diese Störung durch ein Signal gemeldet wird, zum Beispiel an das Aufsichtspersonal oder an die Zentrale.

Die Teile, die in Figur 3 durch die strichpunktierte Linie 58 umfahren sind, gehören zur Zentrale 55. Die Teile, die in Figur 3 durch die strichpunktierte Linie 57 umfahren



sind, gehören zu einem Fahrzeug 60. Andere Fahrzeuge, die auf dem gleichen Streckennetz fahren, sind genauso ausgerüstet, ihnen ist nur ein anderes Adressenwort zugeordnet.

Ein Fahrzeug, zum Beispiel das Fahrzeug 60, weist wie jedes andere auf dem Streckennetz 30 betriebene Fahrzeug einen Führungstaster mit mindestens zwei Induktionsspulen 63, 64 auf, die koaxial nebeneinander angeordnet sind, und zwar mit einer Achsrichtung parallel zur Fahrbahn und senkrecht zur Fahrtrichtung. Der Führungstaster 61 ist an eine Steuerschaltung 65 angeschlossen, die eine dem Führungstaster 61 nachgeordnete Auswerterschaltung 66 aufweist. Die Steuerschaltung 65 weist einen FahrROUTINENSPEICHER auf, in dem eine oder mehrere FahrROUTINEN abfragbar gespeichert sind, wobei eine FahrROUTINE aus FahrROUTINENSIGNALEN besteht, die die Fahr- und Lenkbefehle und gegebenenfalls Befehle für Funktionseinheiten für eine an einer Bezugsmarke beginnende und an einer Bezugsmarke endende Fahrstrecke enthalten. Anfang und Ende einer Fahrstrecke können durch die gleiche oder auch verschiedene Bezugsmarken definiert sein.

In manchen Fällen genügt es, das Fahrzeug immer entlang vorgegebener FahrROUTINEN zu steuern und diese FahrROUTINEN einzugeben. In manchen Fällen ist es aber wünschenswert, das Fahrzeug an ein ganz bestimmtes Ziel zu führen, und für diesen Fall empfiehlt es sich, Vorkehrungen zu treffen, damit das Fahrzeug selbsttätig auf einem optimalen Weg dieses Ziel ansteuert. Zu diesem Zweck ist dann in der Steuerschaltung 65 neben dem FahrROUTINENSPEICHER auch noch ein ZIELPARAMETERSPEICHER vorgesehen, der mit dem FahrROUTINENSPEICHER zusammenwirkt und bei Eingabe von Zielparametern, zum Beispiel über das Bedienungspult 120 oder über das Steuerpult 131, die einem bestimmten Fahrtziel zugeordnet sind, in einer gegebenenfalls gerade gefahrenen FahrROUTINE dieses Ziel sucht und, wenn es gefun-

den wird, seine Ansteuerung auslöst, und, falls dieses Ziel in der gerade gefahrenen Fahrroutine nicht vorliegt oder gerade keine Fahrroutine gefahren wird, ein Anfahren über anschließende Fahrroutinen optimiert sucht und ansteuert.

Statt der Induktionsspulen 63 und 64 können auch anders ausgestaltete Magnetfeldtaster vorgesehen sein. Wenn die Führungsleiterabschnitte kein Magnetfeld erzeugen, sondern anders berührungslos abtastbar sind, zum Beispiel optisch oder mit Ultraschall, dann sind statt der Magnetfeldtaster entsprechend andere Taster vorgesehen, die den Führungsleiterabschnitt und dessen Ausrichtung im Raum erkennen können.

Während das Fahrzeug nach der Fahrroutine fährt, ist der Führungstaster weitgehend funktionslos. Erst wenn die Induktionsspulen 63 und 64 eines Führungstasters das Magnetfeld eines Führungsleiterabschnittes 34 bis 37 auffassen, werden von dem Führungstaster Führungsssignale erzeugt, die an die Steuerschaltung gelangen und dort Lenkungs Korrektursignale auslösen in Abhängigkeit von der Abweichung des tatsächlich gefahrenen Kurses gegenüber dem durch den Führungsleiterabschnitt vorgegebenen Kurs. Aus den Korrekturbefehlen werden Befehle für die Lenkung abgeleitet, und zwar so lange bis die beiden Induktionsspulen 63, 64 den betreffenden Führungsleiterabschnitt, zum Beispiel den Führungsleiterabschnitt 37, in die Mitte nehmen. Das entspricht dann dem gewünschten Kurs des Fahrzeugs. Der Lenkantrieb 67 für das Fahrzeug ist an die Steuerschaltung 65 angeschlossen.

In dem Fahrzeug 60 ist eine Wegzähleinrichtung 70 installiert. Zu der Wegzähleinrichtung 70 gehört ein Zählrad 71, das über den Zählimpulsgeber 72 an einen Wegzähler 73 angeschlossen ist. Mit 78 ist ein Markertaster bezeichnet.



der bei Überfahren einer Bezugsmarke 40 bis 43 beziehungsweise 49 ein Bezugsmarkensignal auslöst. Dieses Bezugsmarkensignal gelangt über einen Decoder 75 an eine Fehlerschaltung 74. In der Fehlerschaltung 74 wird die Zählstellung des Wegzählers 73 mit dem decodierten Bezugsmarkensignal verglichen und wenn das decodierte Bezugsmarkensignal einem anderen Zählerstand entspricht als der tatsächliche Zählerstand im Wegzähler 73 wird ein Fehlersignal erzeugt, die über eine Grenzwertschaltung 66 an die Steuerschaltung 65 gelangt. Außerdem wird der Wegzähler 73 durch das decodierte Bezugsmarkensignal auf die diesem Bezugsmarkensignal entsprechende korrekte Zählung umgeschaltet. Den einzelnen Bezugsmarken sind ganz bestimmte Wegzählerstellungen zugeordnet, auf die der Wegzähler beim Überfahren der betreffenden Bezugsmarke korrigiert wird, wenn er eine davon abweichende Zählung aufweist.

Es sind zweckmäßig Bezugsmarken vorgesehen, die ein eindeutig die betreffende Bezugsmarke kennzeichnendes Bezugsmarkensignal auslösen. Solche Bezugsmarken sind aufwendig. Deshalb sind auch Bezugsmarken vorgesehen, die weniger aufwendig sind und nur ein neutrales Bezugsmarkensignal auslösen. Ein solches neutrales Bezugsmarkensignal wird dann mit einer im Fahrrouтинenspeicher abgelegten, der Bezugsmarkenposition eindeutig zuordbaren Erwartung zur Auswertung verglichen.

Das Fahrzeug 60 ist zweiachsig und vierrädrig. Die Räder 101, 102 der vorderen Achse 103 sind lenkbar durch den Lenkantrieb 67. Die lenkbare Radachse 103 ist um die vertikale Achse 104 schwenkbar. Mit der Radachse schwenkt der an der Radachse befestigte Führungstaster 61, so daß die gemeinsame Achse 110 der beiden Induktionsspulen 63, 64 immer rechtwinklig zur angesteuerten Fahrtrichtung steht. Wenn die lenkbare Radachse 103 insgesamt nicht schwenkbar ist sondern nur die Räder 101, 102 entsprechend lenkbar



sind, dann ist der Führungstaster 61 an einem entsprechenden Gestange angebracht, durch das er im selben Winkel wie die Räder geschwenkt wird.

In der Fahrzeugmitte ist unten am Fahrzeug das Zählrad 71 gelagert. Das Zählrad ist drehbar um die Radachse 100 in einer Gabel 111 gelagert. Die Gabel 111 ist schwenkbar um eine vertikale Schwenkachse 112 an einem Drehteller 113 gelagert. Der Drehteller 113 ist schwenkbar um eine vertikale Achse 114 unten am Fahrzeug in einem Schwenklager 99 gelagert. Die Gabel 111 stützt sich über eine Druckfeder 115 am Drehteller 113 ab. An der Gabel 111 ist der Zählimpulsgeber 72 angeordnet, der bei jeder Umdrehung des Zählrades eine Folge von fünfundzwanzig Zählimpulsen erzeugt. Das Zählrad 71 läuft also ohne Tragfunktion mit und wird durch die Rückstellkraft der Feder 115 in ständigem, hinreichenden Kontakt mit der Fahrbahn 81 gehalten. Die Gabel 111 und damit auch die Radachse 100 wird immer nachgezogen gegenüber der Schwenkachse 112. Bei jeder Kurve schwenkt der Drehteller entsprechend, so daß die Gabel 111 immer nach hinten weist und das Zählrad ohne zu radieren sauber auf der Fahrbahn rollt.

Die Steuerschaltung kann bedient werden durch ein Bedienungspult 120 und steuert auch den Fahrzeugantrieb 121. Die Bewegung des Fahrzeuges auf dem Streckennetz 30 kann aufgrund der bis jetzt beschriebenen Teile nach einem in der Steuerschaltung 65 vorliegenden Programm erfolgen unter Berücksichtigung der Steuerimpulse aus der Wegzähleinrichtung 70 und unter Berücksichtigung der Steuersignale aus dem Führungstaster 61 beziehungsweise der Auswert-schaltung 66.

In manchen Fällen ist es zweckmäßig, die Bewegung der einzelnen Fahrzeuge von der Zentrale 55 aus zu überwachen und gegebenenfalls zu steuern. Die dazu erforderliche Kommuni-



kation kann bei diesem Ausführungsbeispiel unter Ausnutzung des Netzes 39 erfolgen. Die Informationsübermittlung von der Zentrale 55 zu den einzelnen Fahrzeugen erfolgt digitalisiert durch Umtastung der Frequenz F des Führungswechselstroms. Für den Führungswechselstrom gilt $F = 5,6$ kHz. Für eine digitale "0" wird die Frequenz F um 500 Hz niedriger getastet auf 5,1 kHz und für eine digitale "1" wird die Frequenz F höher getastet auf 6,1 kHz.

Die Schwingkreise der Induktionsspulen 63, 64 eingangsseitig an der Auswertschaltung 66 sind so weit gedämpft auf die Führungswechselstromfrequenz F abgestimmt, daß die Auswertung durch diese Tastung nicht gestört wird. An die eine Induktionsspule 64 ist ein Frequenzdiskriminator 122 angeschlossen, der die durch Frequenzumtastung aufgeprägten Digitalsignale zurückgewinnt und an ein Steuergerät 123 weiterleitet. Das Steuergerät 123 steuert Funktionseinheiten 150 an und nimmt von diesen Funktionseinheiten auch Signale auf, die die jeweilige Funktion der Funktionseinheit kennzeichnen und gegebenenfalls an die Zentrale weitergemeldet werden sollen. Eine entsprechende Informationsverbindung besteht auch zwischen der Steuerungschaltung 65 und dem Steuergerät 123.

Auf Seiten der Zentrale ist ein Steuergerät 130 vorgesehen, das an einem Steuerpult 131 bedient werden kann. Das Steuergerät steuert mit der digitalisierten, auszusendenden Nachricht einen Frequenzumschalter 132 an, der die Frequenz des Führungsstromgenerators 56 entsprechend umtastet.

Für die Nachrichtenübermittlung von einem Fahrzeug zur Zentrale ist ein Sender 135 vorgesehen, der an das Steuergerät 123 angeschlossen ist und mit einer Sendefrequenz f tastet, die fünf bis zehn mal so hoch ist wie die Frequenz F des Führungswechselstroms. Diese Sendefrequenz f wird



entsprechend der zu sendenden Digitalnachricht ein- und ausgetastet.

Es ist am Fahrzeug eine Sendeantenne 136 vorgesehen, die in der vertikalen Längsmittlebene des Fahrzeuges angeordnet ist. Diese Sendeantenne 136 ist, bezogen auf den korrekten Kurs, auf einen gerade überfahrenen Führungsleiterabschnitt, zum Beispiel den Führungsleiterabschnitt 34, ausgerichtet. Die Sendefrequenz f wird über das Streckennetz 30 an die Zentrale übertragen und gelangt dort über ein auf die Sendefrequenz f abgestimmtes Filter 142 an einen Empfänger 140, dem ein Decodierer 141 nachgeordnet ist, der die empfangenen Digitalsignale an die Steuerungschaltung 130 weitermeldet.

Auf dem Streckennetz 30 können mehrere Fahrzeuge unabhängig voneinander fahren, die genauso ausgerüstet sind wie das Fahrzeug 60. Jedem dieser Fahrzeuge ist aber ein besonderes Adressenwort zugeordnet. Alle Nachrichten der Zentrale, die nicht durch das zugehörige Adressenwort adressiert sind, werden von den Fahrzeugen ignoriert, und die Zentrale erkennt dasjenige Fahrzeug, das eine eingehende Nachricht abgesandt hat, an dem zugehörigen jeweils mitgesendeten Adressenwort.

Die Sende- und Empfangsbereitschaft eines Fahrzeuges 60 kann sichergestellt werden, sobald das Fahrzeug in hinreichende Nähe zu einem Führungsleiterabschnitt gerät. Die Sende- und Empfangsbereitschaft kann selbsttätig und/oder auf Abfrage seitens des Fahrzeuges gemeldet werden.

Die Zentrale kann den Fahrzustand und auch den Funktionszustand der einzelnen Fahrzeuge mit Hilfe des Kommunikationssystems überwachen. Sie kann insbesondere Kollisionen verhindern.



PATENTANSPRUCHE

1. Kurssicherung für ein Steuerungssystem für fahrerlose Fahrzeuge, die entlang vorbestimmter individueller Strecken eines Streckennetzes fahren sollen,

mit Bezugsmarken, die entlang der Strecken verteilt auf der Fahrbahn angeordnet sind,

mit einem Markertaster an jedem Fahrzeug, der beim Überfahren einer Bezugsmarke ein Bezugsmarkensignal erzeugt,

mit einem Zählimpulsgeber an jedem Fahrzeug, der in Abhängigkeit von der gefahrenen Wegstrecke Zählimpulse erzeugt,

mit einem Wegzähler an jedem Fahrzeug, der von den Zählimpulsen und Bezugsmarkensignalen angesteuert wird, und

mit einem FahrROUTINENSPEICHER an jedem Fahrzeug, der von dem Wegzähler angesteuert wird und in dem ein oder mehrere FahrROUTINEN abfragbar speicherbar sind, wobei eine FahrROUTINE aus FahrROUTINENSIGNALEN besteht, die die Fahr- und Lenkbefehle und gegebenenfalls Befehle für Funktionseinheiten für eine an einer Bezugsmarke beginnende und an einer Bezugsmarke endende Fahrstrecke enthalten, dadurch gekennzeichnet,

daß Führungsleiterabschnitte (34 - 37) in einer Ebene planparallel zur Fahrbahn (29) in Richtung und entlang der Strecken verlegt sind,

daß ein Führungstaster (61) an jedem Fahrzeug (60) vorgesehen ist, der beim Anfahren an einen Führungsleiterabschnitt ein Lenkungs Korrektursignal erzeugt in Abhängigkeit der Abweichung des tatsächlich gefahrenen Kurses gegenüber dem durch den Führungsleiterabschnitt vorgegebenen Kurs, aus dem Korrekturbefehle für die Lenkung abgeleitet werden.

2. Kurssicherung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jedem Führungsleiterabschnitt (34 - 37) mindestens eine Bezugsmarke (40 - 43) räumlich zugeordnet ist, vorzugsweise mit einer für alle Führungsleiterabschnitte einheitlichen Zuordnung.

3. Kurssicherung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß Bezugsmarken (40 - 43) vorgesehen sind, die ein der betreffenden Bezugsmarke eindeutig zuordbares Bezugsmarkensignal auslösen,

daß daneben Bezugsmarken vorgesehen sind, die nur ein neutrales Bezugsmarkensignal auslösen, und

daß ein solches neutrales Bezugsmarkensignal mit einer im FahrROUTINENSPEICHER abgelegten, der Bezugsmarkenposition eindeutig zuordbaren Erwartung zur Auswertung verglichen wird.

4. Kurssicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Zielparameterspeicher (65) vorgesehen ist, der mit dem FahrROUTINENSPEICHER (65) zusammenwirkt und bei Eingabe von Zielparametern, die einem bestimmten Fahrtziel zugeordnet sind, in einer gegebenenfalls gerade gefahrenen FahrROUTINE dieses Ziel sucht und, wenn es gefunden wird, seine Ansteuerung auslöst, und, falls dieses Ziel in der gerade gefahrenen FahrROUTINE nicht vorliegt oder gerade keine FahrROUTINE gefahren wird, ein Anfahren über anschließende FahrROUTINEN optimiert sucht und ansteuert.

5. Kurssicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Führungsleiterabschnitt (34 - 37) eine mit Toleranzzugabe für die Lenkungs-korrektur des maximal zulässigen Kursfehlers gerade ausreichende Länge aufweist



und

daß der Abstand zwischen zwei der gleichen Strecke hintereinander zugeordneten Führungsleiterabschnitten (34, 36) mit Toleranzabzug so groß ist, daß der maximal zulässige Kursfehler bis zum jeweils nächsten Führungsleiterabschnitt normalerweise nicht überschritten wird.

6. Kurssicherung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungsleiterabschnitte (44) permanentmagnetisch sind und

daß ein Führungstaster ein Magnetfeldsensor ist, der das Magnetfeld eines Führungsleiters erfassen kann und dicht über der Fahrbahn am Fahrzeug gelagert ist.

7. Kurssicherung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,

daß die Führungsleiterabschnitte (34 - 37) elektrisch leitend sind,

daß die Führungsleiterabschnitte an einen zentralen Führungsstromgenerator (56) angeschlossen sind, der diese mit einem Führungswechselstrom beaufschlagt, und

daß ein Führungstaster (61) ein Magnetfeldsensor ist, der das Magnetfeld eines Führungsleiters erfassen kann und dicht über der Fahrbahn (38) am Fahrzeug gelagert ist.

8. Kurssicherung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet,

daß ein Führungstaster (61) mindestens zwei, bezogen auf die Feldrichtung, koaxial mit Abstand zueinander aufgereichte Magnetfeldsensoren (63, 64) aufweist und

daß die Magnetfeldsensoren, bezogen auf die Feldrichtung, quer zur Geradeausfahrtrichtung horizontal nebeneinander angeordnet sind.

9. Kurssicherung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das durch die Führungsleiterabschnitte (34 - 37) und deren Anschlußleitungen an den Führungsstromgenerator (56) gebildete Leitungsnetz (39) zur Signalübermittlung vorgesehen ist.

10. Kurssicherung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Sende- und Empfangsbereitschaft eines Fahrzeuges (60) sichergestellt wird, sobald das Fahrzeug in hinreichende Nähe zu einem Führungsleiterabschnitt (34 - 37) gerät, und daß die Sende- und Empfangsbereitschaft selbsttätig und/oder auf Abfrage gemeldet wird.

11. Kurssicherung nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentrale (55) vorgesehen ist, daß die Signalübermittlung von der Zentrale zu den Fahrzeugen (60) digitalisiert 0/1 erfolgt mit einer Tastung der Frequenz F des Führungswechselstroms auf Digitale "0" = $F + DF$ und Digitale "1" = $F - DF$ mit $DF = 0,05 F$ bis $0,15 F$ und daß der Führungstaster (6) eingangsseitig gedämpft ist auf mindestens eine auswertbare Bandbreite von $F = \pm DF$.

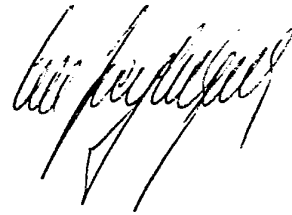
12. Kurssicherung nach Anspruch 9, 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zentrale (55) vorgesehen ist, daß für die Signalübermittlung von den Fahrzeugen (60) zur Zentrale in jedem Fahrzeug ein Sender (135) angeordnet ist, für dessen Sendefrequenz W vorzugsweise $W = 5 F$ bis $20 F$ gilt,

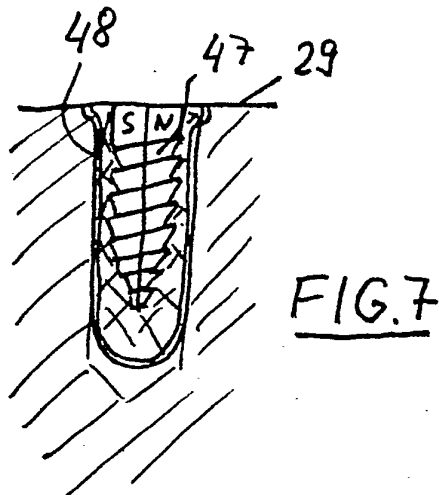
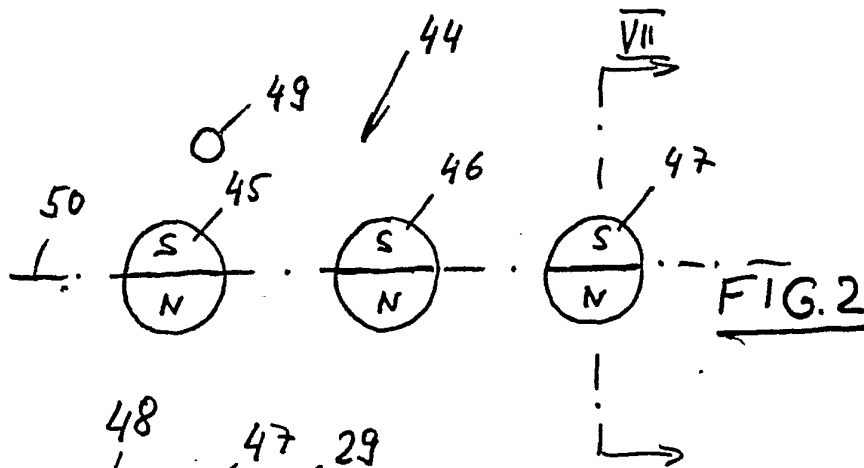
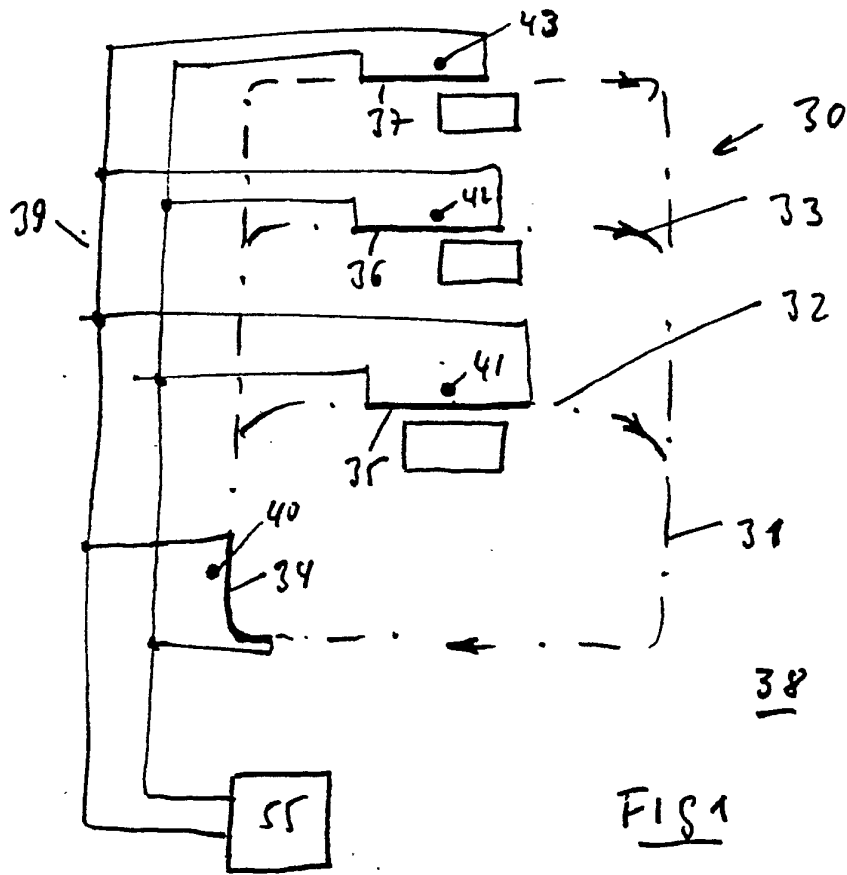
daß dieser Sender ausgangssseitig an eine Antenne (136) angeschlossen ist, die, bezogen auf den korrekten Kurs, auf einen gerade überfahrenen Führungsleiterab-

schnitt (34) ausgerichtet ist,

daß die Signale digitalisiert dieser Sendefrequenz auf-
geprägt sind und

daß an der Zentrale ein Empfänger (140) vorgesehen
ist, der unter Zwischenschaltung eines auf diese Signale
abgestimmten Filters (142) an das Führungsleiternetz
angeschlossen ist.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'W. J. ...', written in a cursive style.



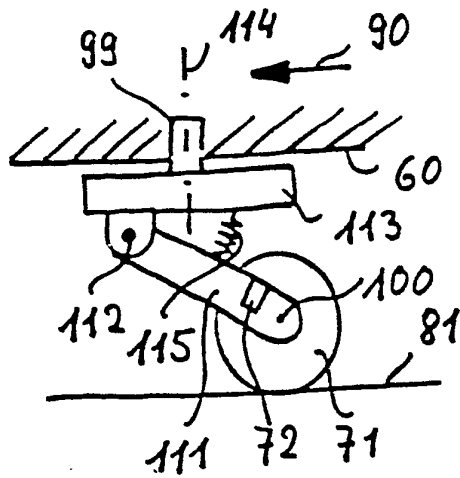


FIG. 6

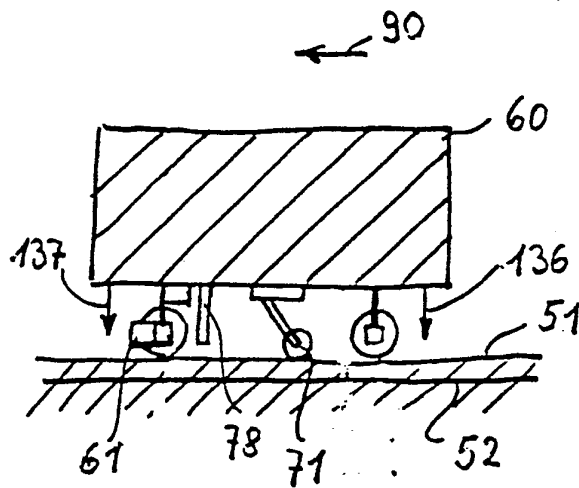


FIG. 4

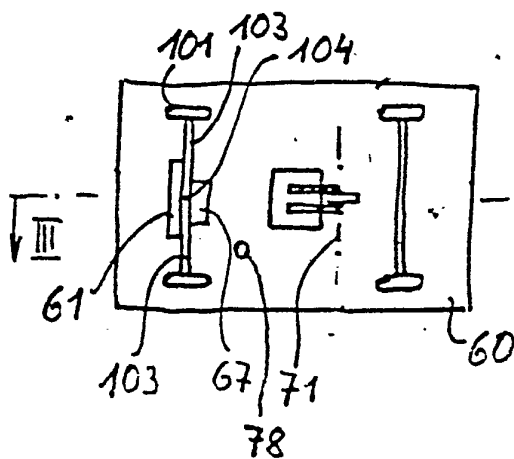


FIG. 5

W. Hughes

737358-3/3

FIG. 3

