

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 612 049 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **93118481.6**

(51) Int. Cl.⁵: **G08G 1/015**

(22) Anmeldetag: **16.11.93**

(30) Priorität: **15.02.93 DE 4304298**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.08.94 Patentblatt 94/34

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK FR GB GR LI NL

(71) Anmelder: **ATLAS ELEKTRONIK GMBH**
Sebaldsbrücker Heerstrasse 235
D-28305 Bremen (DE)

(72) Erfinder: **Becker, Gunnar, Dipl.-Geophys.**
Erlenstrasse 127 A
D-28199 Bremen (DE)
Erfinder: **Börksen, Norbert, Dr.**

Brüggehof 12

D-28870 Ottersberg (DE)

Erfinder: **Güdesen, Alwin, Dr.**

Brinkweg 5

D-27321 Morsum (DE)

Erfinder: **Klemp, Jürgen, Dipl.-Ing.**

Bergstrasse 106

D-28832 Achim (DE)

Erfinder: **Tummoscheit, Günter, Dipl.-Ing.**

Mühlenbergstrasse 60

D-28876 Oyten (DE)

Erfinder: **Vilmar, Gordian, Dipl.-Ing.**

Am Wall 75

D-28195 Bremen (DE)

(54) **Verfahren zum Klassifizieren von einen vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen.**

(57) Bei einem Verfahren zum Klassifizieren von Fahrzeugen, die einen vorgegebenen Wegpunkt passieren, wird zwecks verfeinerter Klassifizierungsmöglichkeit innerhalb bestimmter Fahrzeugkategorien, wie Ketten- oder Radfahrzeugen, von einem querab des Weges liegenden Meßortes aus längs einer durch den Wegpunkt verlaufenden festen Meßlinie fortlaufend die Entfernung zum Fahrwerk des jeweils den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs optisch aktiv vermessen und zusätzlich die Geschwindigkeit des jeweils den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs gemessen. Aus der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Meßfrequenz wird der räumliche Abstand der Meßwerte in Richtung der Fahrzeuglängsachse bestimmt und durch Auftragen der Meßwerte mit dem bestimmten räumlichen Abstand in Richtung der Längsachse ein Meßprofil vom Fahrwerk des Fahrzeugs erstellt. Das Meßprofil wird mittelbar durch Ableiten von Fahrwerksparametern, wie Achszahl, Achsabstand und Raddurchmesser, oder unmittelbar mit einer Vielzahl von bekannten Referenzfahrzeugen auf Übereinstimmung verglichen. Das Fahrzeug wird als dasjenige Referenzfahrzeug klassifiziert, bei dem die Übereinstimmung am größten ist.

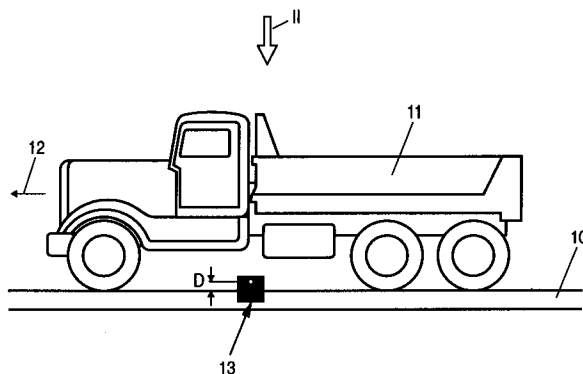


Fig. 1

EP 0 612 049 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Klassifizieren von einem vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen.

Zur militärischen Aufklärung ist es notwendig, Bewegungen von Truppenteilen in einem Aufmarschgebiet rechtzeitig zu erkennen und zuverlässig zu analysieren. Hierzu ist die Beobachtung von Fahrzeugverschiebungen in bestimmten Wegabschnitten unerlässlich, wobei nicht nur die Anzahl der einen Wegpunkt passierenden Fahrzeuge sondern auch deren Natur festgestellt werden muß.

Bei einem bekannten Verfahren der eingangs genannten Art (US-PS 4 158 832) bedient man sich zur Unterscheidung zwischen Kettenfahrzeugen, wie Panzer od. dgl., und Radfahrzeugen, wie Sattelschlepper, Lastkraftwagen und dgl., eines seismischen Detektors, der in Nähe des überwachten Wegabschnitts in den Boden eingegraben wird. Die von den Fahrzeugen erzeugten Fahr- und Motorgeräusche koppeln in den Boden ein und breiten sich als Seismik- oder Bodenschallwellen im Boden aus. Diese Bodenschallwellen werden von dem bevorzugt als Geophon ausgebildeten Seismikdetektor empfangen. Aus den Ausgangssignalen des Geophons werden mit Hilfe geeigneter Signalverarbeitungsverfahren Kriterien gewonnen, die erkennen lassen, ob die empfangenen Bodenschallwellen von einem Ketten- oder Radfahrzeug ausgelöst worden sind.

Mit einem solchen seismischen Detektions- und Klassifizierungsverfahren lassen sich zwar bestimmte Gattungen von Fahrzeugen, wie eben Rad- und Kettenfahrzeuge, voneinander separieren, jedoch können nicht innerhalb einer Gattung auch bestimmte Fahrzeugtypen, wie schwere, mehrachsige Sattelschlepper oder leichtere Lastkraftwagen mit einer oder mehreren Antriebsachsen, bzw. Panzer und ebenfalls mit Ketten ausgerüstete leichtere Spähwagen, voneinander unterschieden werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Klassifizierungsverfahren für Fahrzeuge anzugeben, das einen Wegpunkt passierende Fahrzeuge erkennt und mit insbesondere für militärische Aufklärungszwecke ausreichender Feinheit zu unterscheiden vermag, wobei auch Fahrzeuge mit gleichen Konstruktionsmerkmalen, wie Ketten oder Räder, noch innerhalb ihrer Gattung in verschiedenen Fahrzeugtypen aufgeschlüsselt, d.h. klassifiziert, werden sollen.

Die Aufgabe ist bei einem Verfahren der im Oberbegriff des Anspruchs 1 angegebenen Gattung erfindungsgemäß durch die Merkmale im Kennzeichenteil des Anspruchs 1 gelöst.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird durch Messen des Abstandes zu einem den Wegpunkt passierenden Fahrzeug ein Profil des Fahrwerks in Richtung Längsachse des Fahrzeugs gewonnen, das zumindest mit seinen charakteristischen Parametern zur Identifizierung des Fahrzeugs herangezogen wird. Solche charakteristischen Fahrwerkparameter, die speziell nur bei bestimmten Fahrzeugtypen auftreten und daher zu deren Identifizierung bestens geeignet sind, sind z. B. die Anzahl der Fahrzeugräder, die Anzahl der Radachsen, die Abstände der Radachsen und der Durchmesser der Fahrzeugräder sowie Radverkleidungen bei Kettenfahrzeugen und Fahrzeugschürzen und dgl. Diese in Fahrzeuglängsrichtung vermessenen Fahrwerkparameter werden mit einer Vielzahl von gleichartigen Fahrwerkparametern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen, und bei ausreichender Übereinstimmung wird das vermessene Fahrzeug als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert.

Hierbei ist es möglich, zum einen die typischen Fahrwerkparameter aus dem Meßprofil zu extrahieren und mit den entsprechenden Fahrwerkparametern der bekannten Referenzfahrzeuge zu vergleichen, und zum andern, anhand der typischen Fahrwerkparameter der Referenzfahrzeuge ein synthetisches Meßprofil des Fahrwerks der bekannten Referenzfahrzeuge zu erstellen und dieses unmittelbar mit dem Meßprofil zu korrelieren.

Mit den vorstehend genannten Fahrwerkparametern und deren Kombination an einem vermessenen Fahrzeug können nicht nur Radfahrzeuge in verschiedene Kategorien unterteilt werden, sondern auch Kettenfahrzeuge in ihren verschiedenen Ausbildungen identifiziert werden, weil die Anzahl der Kettenlaufräder, deren Durchmesser und Radabstand sowie Radverkleidung bei unterschiedlichen Typen von Kettenfahrzeugen auch unterschiedlich ausgebildet sind.

Vorteilhafte Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens mit zweckmäßigen Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zur Gewinnung von Fahrwerkparametern aus dem gemessenen Profil des Fahrwerks Schnittlängen durch Addition der Meßwertabstände aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert und die Lage der einzelnen Schnittlängen bestimmt. Entfernungsmeßwerte mit gleicher Meßgröße entstehen aufgrund der Entfernungsmessung zu dem gleichen Fahrwerksteil, so daß die Schnittlängen die Länge dieser Fahrwerksteile in Fahrzeuglängsachse wiedergeben. Da erfindungsgemäß die Meßhöhe, d.h. der Abstand der Meßlinie von der Erdoberfläche recht gering gehalten wird, charakterisieren wiederholt, d.h. mindestens zweimal, auftretende gleiche Schnittlängen im Meßprofil parallel zu der Erdoberfläche verlaufende Sekantenabschnitten der Fahrzeugräder. Aus der Schnittlänge läßt sich aufgrund der bekannten

Meßhöhe und bekannter geometrischer Beziehungen der Raddurchmesser ermitteln. Jede Radachse liegt auf dem Mittellot der jeweiligen Schnitlinien, und der Abstand der Radachsen läßt sich damit unmittelbar aus dem Meßprofil entnehmen. Die Klassifizierung des den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs erfolgt dann aufgrund der Vielzahl an Übereinstimmungen der Fahrwerksparameter mit gleichen Fahrwerksparametern eines der bekannten Referenzfahrzeuge.

Das auf der Entfernungsmessung zum Fahrzeug basierende erfindungsgemäße Verfahren hat gegenüber der Videoüberwachung eines Wegabschnitts oder der Überwachung des Wegabschnitts mit einer Wärmebildkamera den Vorteil, daß zur Erstellung eines aussagefähigen Meßprofils nur wenige Daten verarbeitet werden und damit zu den entsprechenden Auswertestellen übertragen werden müssen. Dabei sind die Meßwerte relativ robust gegen Übertragungsfehler. Eine Meßvorrichtung zur Durchführung der Entfernungsmessung kann daher sehr kostengünstig hergestellt und damit eine Vielzahl an verschiedenen Wegpunkten installiert werden. Die Auswertung der Meßwerte an den einzelnen Meßstellen, also die Erstellung des Meßprofils, die Extrahierung von Fahrwerksparametern und der Vergleich mit Referenzfahrzeugen, kann in einer von den Meßvorrichtungen entfernten Auswertezentrale für alle Meßvorrichtungen durchgeführt werden. Für eine Vielzahl von Wegpunktüberwachungen ist damit nur eine einzige Auswertezentrale notwendig.

Die Erfindung ist anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels im folgenden näher beschrieben. Es zeigen, jeweils in schematischer Darstellung,

Fig. 1 eine Seitenansicht eines auf einer Straße fahrenden Lastkraftwagens mit einer querab der Straße angeordneten Meßvorrichtung,

Fig. 2 eine Draufsicht von Fahrzeug und Meßvorrichtung gemäß Pfeil II in Fig. 1,

Fig. 3 eine Darstellung eines Meßprofils vom Fahrwerk des Fahrzeugs in Fig. 1 und 2,

Fig. 4 eine Darstellung der geometrischen Beziehungen zur Ermittlung eines Raddurchmessers R,

Fig. 5 ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des Klassifizierungsverfahrens.

Mit dem nachfolgend beschriebenen Klassifizierungsverfahren werden Fahrzeuge erfaßt und identifiziert, die einen vorgegebenen Wegpunkt auf einer Fahrstraße 10 passieren.

Dabei wird vorausgesetzt, daß die Fahrzeuge den Wegpunkt nacheinander und nicht gleichzeitig passieren, was bei geeigneter Auswahl des Wegpunktes üblicherweise der Fall ist. Das Verfahren ist nachfolgend anhand der Identifizierung eines Lastkraftwagens 11 mit doppelter Hinterachse beschrieben, der sich auf der Fahrstraße 10 in Fahrtrichtung gemäß Pfeil 12 bewegt und dabei den vorgegebenen Wegpunkt passiert.

Von einem querab der Fahrstraße 10 liegenden Meßort 13 aus wird längs einer durch den vorgegebenen Wegpunkt verlaufenden festen Meßlinie 14 fortlaufend die Entfernung zum Fahrwerk des Fahrzeugs 11 gemessen. Die Entfernungsmessung erfolgt dabei optisch aktiv mit einem am Meßort 13 installierten an sich bekannten Laserentfernungsmesser, der mit einem Infrarot-Lasersender einen scharf gebündelten Lichtstrahl längs der Meßlinie 14 aussendet und mit einem Empfänger das an Fahrwerksteilen des Fahrzeugs 11 reflektierte Licht empfängt. Mittels einer Auswerteeinheit wird aus den Empfangssignalen die Entfernung zum Fahrzeug 11 bestimmt. Der Laserstrahl kann aus gepulstem oder moduliertem Licht bestehen. Bei Aussendung von Lichtimpulsen wird die Laufzeit des jeweiligen Laserimpulses gemessen und daraus die Entfernung bestimmt. Die Meßlinie 14 wird dabei rechtwinklig zur Fahrtrichtung 12 des Fahrzeugs 11, also rechtwinklig zur Fahrstraße 10, ausgerichtet, um vom Aspektwinkel abhängige Probleme bei der Entfernungsmessung zu vermeiden. Die Meßlinie 14 hält einen möglichst kleinen Abstand D von der Oberfläche der Fahrstraße 10 ein, der typischerweise etwa 20 cm beträgt. Für die Auswahl einer optimalen Meßhöhe D gelten folgende Randbedingungen: Die Messung sollte oberhalb von Unebenheiten der Straße, z. B. bei Schotterwegen, erfolgen. Die Messung soll auch eng benachbarte Räder bzw. Laufrollen bei Kraftfahrzeugen voneinander trennen, d. h. die Lücken zwischen den Rädern bzw. Laufrollen sollen möglichst groß sein, die Meßlinie sollte unterhalb der Radachsen liegen, da das Fahrwerk oberhalb der Achsen häufig durch Schürzen und ähnliches abgedeckt ist.

Zusätzlich zur fortlaufenden Entfernungsmessung wird die Fahrgeschwindigkeit v des Fahrzeugs 11 beim Passieren des Wegpunktes gemessen. Die Messung der Fahrgeschwindigkeit kann durch verschiedenen Methoden erfolgen, z. B. durch Anordnung von zwei im Abstand voneinander in Fahrtrichtung 12 des Fahrzeugs 11 angeordneten Sensoren zur Detektion des passierenden Fahrzeugs und Bestimmung der Zeitdifferenz. Die Detektion des Fahrzeugs kann dabei beispielsweise mit Magnetiksensoren erfolgen, die Veränderungen des magnetischen Erdfeldes beim Passieren des Fahrzeugs erfassen.

Aus der bekannten Meßfrequenz F der Entfernungsmessung und der gemessenen Fahrzeuggeschwindigkeit v wird der räumliche Abstand ΔL der Meßwerte in Fahrzeuglängsachse bestimmt und mit diesem räumlichen Abstand der Meßwerte ein Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs 11 erstellt. Hierzu werden die aufeinanderfolgend ermittelten Entfernungsmeßwerte mit einem durch den errechneten Abstand vorge-

gebenen Intervall in einer der Fahrzeuglängsachse entsprechenden Richtung aneinandergereiht. Das dabei entstehende Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs 11 ist in Fig. 3 schematisch dargestellt. Auf der Ordinate ist dabei die Meßwertgröße, also die gemessene Entfernung E, und auf der Abszisse die Anzahl der Messungen mit aufeinanderfolgenden Abständen ΔL aufgetragen. In dem Meßprofil ist deutlich zu sehen, daß einige aufeinanderfolgende Meßwerte die gleich Meßwertgröße aufweisen, was bedeutet, daß diese Meßwerte von dem gleichen Fahrwerksteil des Fahrzeugs 11 herrühren. Zur Auswertung des Meßprofils zwecks Identifikation und Klassifikation des Fahrzeugs 11 werden sog. Schnittlängen I durch Addition der Meßwertabstände L aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert sowie die Lage dieser Schnittlängen I innerhalb des Meßprofils bestimmt. Aufgrund der Meßhöhe D, d. h. des Abstandes der Meßlinie 14 von der Oberfläche der Fahrstraße 11, und des wiederholten Auftretens identischer Schnittlängen I in dem dargestellten Meßprofil, kann davon ausgegangen werden, daß die Meßwerte innerhalb der Schnittlängen I von den Fahrzeugrädern des Fahrzeugs 11 in Fig. 1 herrühren, die Schnittlängen I also parallel zur Fahrstraße 10 sich erstreckende Sekanten der Fahrzeugräder darstellen. In Fig. 4 sind die geometrischen Verhältnisse am Fahrzeugrad unter Berücksichtigung der Meßhöhe D und der Schnittlängen I dargestellt. Wie aus dieser Skizze ohne weiteres ableitbar ist, läßt sich aus der Schnittlänge I der Durchmesser R des Fahrzeugrades gemäß

$$R = D + \frac{I^2}{4D} \quad (1)$$

errechnen. Damit ist aus dem Meßprofil ein erster charakteristischer Fahrwerksparameter für das Fahrzeug 11 abgeleitet. Um Fehler zu eliminieren, wird aus Plausibilitätsgründen dieser Raddurchmesser R nur dann zugelassen, wenn die Bedingung

$$D/2 < R < 3 \text{ m}$$

erfüllt ist. Ist R größer als 3 m, kann die Schnittlinie nicht von einem Fahrzeugrad stammen, sondern muß vielmehr von einer Seitenschürze herrühren.

Der Radmittelpunkt und damit der Durchstoßpunkt der Radachse liegt auf dem Mittellot der Schnittlänge I. Der Abstand der Radachsen läßt sich somit ohne weiteres aus dem Meßprofil entnehmen. Damit ist ein weiterer Fahrzeugparameter, der das Fahrzeug 11 typisiert, bekannt. Ebenso läßt sich die Anzahl der Radachsen, hier drei, ohne weiteres aus dem Vorhandensein von drei für Fahrzeugräder charakteristischen Schnittlängen I entnehmen. Damit ist ein weiterer Fahrwerksparameter für das Fahrzeug 11 bekannt.

Die wie vorstehend abgeleiteten Fahrwerksparameter: Anzahl der Radachsen, Abstand der Radachsen und Durchmesser der Räder, werden mit einer Vielzahl von gleichen Fahrwerksparametern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen, und das vermessene Fahrzeug 11 wird als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert bzw. klassifiziert, dessen Fahrwerksparameter in der Summe die geringste Abweichung von den aus dem Meßprofil abgeleiteten drei Fahrwerksparametern aufweisen. Hier, also als Lastkraftwagen mit zwei Hinterachsen des Typs XY. Anhand des Referenzfahrzeuges können die Fahrzeugdaten angegeben werden, also maximal zulässiges Ladegewicht, Leergewicht etc..

Zur Auswertung des Meßprofils zwecks Identifikation des den Wegpunkt passierenden Fahrzeuges 11 kann auch so vorgegangen werden, daß aus den Fahrwerksparametern einer Vielzahl von bekannten Referenzfahrzeugen unter Einbeziehung der Meßhöhe D der Meßlinie 14 eine Vielzahl von synthetischen Fahrwerksprofilen, im folgenden Referenzprofile genannt, erzeugt werden, die so gestaltet sind, wie das in Fig. 3 gezeigt Meßprofil. Die so gewonnenen synthetischen Referenzprofile der Vielzahl der Referenzfahrzeuge werden nacheinander mit dem Meßprofil gemäß Fig. 3 des zu identifizierenden Fahrzeugs 11 korreliert, d. h. auf Übereinstimmung geprüft. Das zu identifizierende Fahrzeug 11 wird dann als dasjenige Referenzfahrzeug klassifiziert, dessen mit dem Meßprofil gemäß Fig. 3 korreliertes Referenzprofil den größten Korrelationsfaktor ergibt, also möglichst nahe an 1 liegt. Dabei kann gleichzeitig ein Grenzwert des Korrelationsfaktors festgelegt werden, bei dem eine solche Zuordnung des Fahrzeugs 11 zu einem Referenzfahrzeug zugelassen wird, so daß Fehlklassifizierungen weitgehend ausgeschlossen werden.

In Fig. 5 ist ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Durchführung des beschriebenen Klassifizierungsverfahrens von Fahrzeugen dargestellt. Mit 15 ist dabei ein Laserentfernungsmesser und mit 16 eine Geschwindigkeitsmeßeinrichtung bezeichnet. Laserentfernungsmesser 15 und Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 werden von einer Weckvorrichtung 17 aktiviert, wenn ein Fahrzeug 11 sich dem vorgegebenen Meßpunkt, durch den die Meßlinie 14 hindurchgeht, nähert. Die Weckvorrichtung 17 kann beispielsweise

eine passive Sensorik sein, wie z. B. Magnetsensoren, die eine von dem Fahrzeug bei Annäherung hervorgerufene Änderung des Magnetfeldes registrieren. Mit Aktivierung treten der Laserentfernungsmesser 15 und die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 in ihren Meßmodus, d. h. der Laserentfernungsmesser 15 vermißt fortlaufend mit der Meßfrequenz F die Entfernung E längs der Meßlinie 14 zu dem durch die Meßlinie 14 hindurchfahrenden Fahrzeug 11. Gleichzeitig vermißt die Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 die momentane Fahrgeschwindigkeit des Fahrzeugs 11 beim Passieren der Meßlinie 14. Die vom Laserentfernungsmesser 15 ausgegebenen Meßwerte werden über ein Filter 18 geführt, in welchem fehlerhafte Entfernungsmesswerte, z. B. aufgrund gestörter Laserreflexion, erkannt und entfernt werden. Die so gefilterten Entfernungsmesswerte werden einer Meßwert-Auswerteeinheit 19 zugeführt, die zusätzlich noch ein die Fahrzeuggeschwindigkeit v darstellendes Meßsignal von der Geschwindigkeitsmeßeinrichtung 16 und ein die Meßfrequenz F angegebendes Signal vom Laserentfernungsmesser 15 erhält. Die Meßwert-Auswerteeinheit 19 berechnet die räumlichen Abstände der einzelnen Meßwerte in Richtung der Fahrzeuglängsachse aus dem Quotienten von Fahrzeuggeschwindigkeit v und Meßfrequenz F gemäß

$$L = \frac{v}{F} \quad (2)$$

Mit diesem Meßwertabstand wird von der Meßwert-Auswerteeinheit 19 das Meßprofil gemäß Fig. 3 erstellt und einer Parameter-Extraktionseinheit 20 zugeführt. Die Extraktionseinheit 20 ermittelt, wie vorstehend beschrieben, aus dem Meßprofil typische Fahrwerksparameter, wie Raddurchmesser, Anzahl der Radachsen und Radabstände und gibt die so ermittelten Fahrwerksparameter an einen Vergleicher 21. In einem Referenzspeicher 22 sind eine Vielzahl von gleichen Fahrwerksparametern aus bekannten Referenzfahrzeugen in Zuordnung zu diesen Referenzfahrzeugen abgespeichert. Diese Fahrwerksparameter werden nacheinander in den Vergleicher 21 ausgelesen. Der Vergleicher 21 ermittelt den Grad der Übereinstimmung aller Fahrwerksparameter des gleichen Referenzfahrzeugs mit den Fahrzeugparametern des zu identifizierenden Fahrzeugs 11 und gibt dasjenige Referenzfahrzeug aus, bei dem der Grad an Übereinstimmung maximal ist. Dieses bedeutet, daß das zu identifizierende Fahrzeug 11 als das ausgegebene Referenzfahrzeug klassifiziert ist.

Anstelle der Blöcke 20 und 21 können die Blöcke 23 und 24 vorgesehen werden, wobei der Block 23 eine Rechenvorrichtung und Block 24 eine Korrelationseinheit darstellt. Mit der Rechenvorrichtung 23 wird aus der Vielzahl von im Referenzspeicher 22 abgespeicherten, jeweils zu einer Vielzahl von Referenzfahrzeugen gehörenden Fahrzeugparametern unter Berücksichtigung der Meßhöhe D ein synthetisches Referenzprofil für jedes der abgespeicherten Referenzfahrzeuge erstellt, das gleich konfiguriert ist, wie das Meßprofil für das Fahrwerk des Fahrzeugs 11 in Fig. 3. Das in der Meßwert-Auswerteeinheit 19 erstellte Meßprofil von dem Fahrwerk des Fahrzeugs 11 wird der Korrelationseinheit 24 zugeführt. Die Korrelationseinheit 24 korreliert dieses Meßprofil aufeinanderfolgend mit jedem des von der Rechenvorrichtung 23 errechneten Referenzprofils vom Fahrwerk eines bekannten Referenzfahrzeugs und ermittelt den Korrelationsfaktor. Aus der Vielzahl der Korrelationsfaktoren wird der maximale Korrelationsfaktor bestimmt, der vorzugsweise noch zusätzlich eine Mindestgröße überschreiten muß. Das Referenzfahrzeug, das diesen maximalen Korrelationsfaktor ergibt, wird als Klassifizierungsfahrzeug ausgegeben, d. h. das zu detektierende Fahrzeug 11 wird als das am Ausgang der Korrelationseinheit 24 ausgegebene Referenzfahrzeug klassifiziert.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Ausführungsbeispiel beschränkt. So kann z. B. bei Böschungen neben der Fahrstraße 10, die wenig Platz für die Einrichtung des Meßortes 13 in Nähe der Fahrstraße 10 lassen, unmittelbar am Rand der Fahrstraße 10 eine Optik mit einer Ein- und Austrittspupille in Meßhöhe D installiert werden, deren optische Achse mit der Meßlinie 14 zusammenfällt. Die Optik wird über ein Lichtleitkabel mit dem an einem hinter der Böschung eingerichteten Meßort installierten Laserentfernungsmesser verbunden, und zwar dort an Lasersender und Empfänger angekoppelt. Das Lichtleitkabel kann dabei beliebig verlegt, auch durch die Böschung hindurchgeführt oder in die Erde eingegraben werden. Bei der Entfernungsmessung ist dann die Länge des Lichtleitkabels zu berücksichtigen. Es ist möglich, in der Optik eine separate Ein- und Austrittspupille vorzusehen, die jeweils über separate Lichtleitkabel mit dem Lasersender und dem Empfänger verbunden werden. Es ist jedoch auch möglich, die Ein- und Austrittspupille zusammenzulegen, so daß nur noch ein Lichtleitkabel zu dem Laserentfernungsmesser führt.

55 Patentansprüche

1. Verfahren zum Klassifizieren von einem vorgegebenen Wegpunkt passierenden Fahrzeugen, dadurch gekennzeichnet, daß von einem querab des Weges (10) liegenden Meßort (13) aus längs einer durch

den Wegpunkt verlaufenden festen Meßlinie (14) fortlaufend die Entfernung zum Fahrwerk des jeweils den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs (11) optisch aktiv vermessen wird, daß die Geschwindigkeit (v) des jeweils den Wegpunkt passierenden Fahrzeugs (11) gemessen wird, daß aus der Fahrzeuggeschwindigkeit (v) und der Meßfrequenz (F) der räumliche Abstand (ΔL) der Meßwerte in Fahrzeuglängsachse bestimmt wird und daß durch eine durch die Abstände (ΔL) vorgegebene Aneinanderreihung der Meßwerte in Richtung der Fahrzeuglängsachse ein Meßprofil des Fahrwerks des Fahrzeugs (11) erstellt wird, das mittelbar durch Ableiten von Fahrwerksparemtern oder unmittelbar mit einer Vielzahl von bekannten Referenzfahrzeugen verglichen wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Ableitung von Fahrwerksparemtern, wie Anzahl der Fahrzeugräder, Abstand der Radachsen, Durchmesser der Fahrzeugräder und dgl., in dem Meßprofil Schnittlängen (I) durch Addition der Meßwertabstände (ΔL) aufeinanderfolgender Meßwerte mit annähernd gleich großer Meßwertgröße definiert und die Lage der einzelnen Schnittlängen (I) bestimmt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" aus der Schnittlänge (I) gemäß der Gleichung

$$R = D + \frac{I^2}{4D} \quad (1)$$

berechnet wird, wobei D der Abstand der Meßlinie (14) von der Wegoberfläche ist, und daß der Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" nur dann zugelassen wird, wenn $D/2 < R < 3 \text{ m}$ ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß aus den als Fahrzeugparameter "Raddurchmesser (R)" zugelassenen Schnittlängen (I) und deren Relativlage im Meßprofil der Fahrwerksparemtern "Radabstände" bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die abgeleiteten Fahrwerksparemtern mit einer Vielzahl von gleichen Fahrwerksparemtern bekannter Referenzfahrzeuge verglichen wird und daß das den Wegpunkt jeweils passierende Fahrzeug (11) als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert wird, dessen Fahrwerksparemtern in der Summe die geringsten Abweichungen von den aus dem Meßprofil abgeleiteten Fahrwerksparemtern aufweisen.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß aus den Fahrwerksparemtern der Vielzahl bekannter Referenzfahrzeuge unter Einbeziehung der Meßhöhe (D) der Meßlinie (14) eine Vielzahl von jeweils einem Referenzfahrzeug zugehörigen synthetischen Fahrwerksprofilen (Referenzprofilen) erzeugt wird, daß das Meßprofil mit der Vielzahl der Referenzprofile korreliert wird und daß das den Wegpunkt jeweils passierende Fahrzeug (11) als dasjenige Referenzfahrzeug identifiziert wird, dessen mit dem Meßprofil korreliertes Referenzprofil den größten Korrelationsfaktor ergibt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßlinie (14) im wesentlichen horizontal und im rechten Winkel zur Fahrtrichtung (12) des Fahrzeugs (11) ausgerichtet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (D) der Meßlinie (14) von der Wegoberfläche möglichst klein gehalten wird, typischerweise etwa 20 cm beträgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur optisch aktiven Entfernungsmessung ein an sich bekannter Laserentfernungsmesser, vorzugsweise Infrarot-Laserentfernungsmesser, mit einem Lasersender, der einen scharf gebündelten Lichtstrahl aussendet, einem Empfänger, der das reflektierte Licht empfängt, und einer Auswerteeinheit, die die Entfernung berechnet, verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das vom Lasersender ausgesendete Licht und das vom Empfänger aufgenommene reflektierte Licht über eine am Wegrand in Meßhöhe (D) installierte Optik mit einer Aus- und Eintrittspupille abgegeben bzw. aufgenommen wird, die über mindestens ein Lichtleitkabel mit dem Lasersender und Empfänger verbunden ist.

5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeuge (11) im Abstand vor dem Wegpunkt detektiert und mit dem Detektionssignal die Entfernungsmessung aktiviert wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

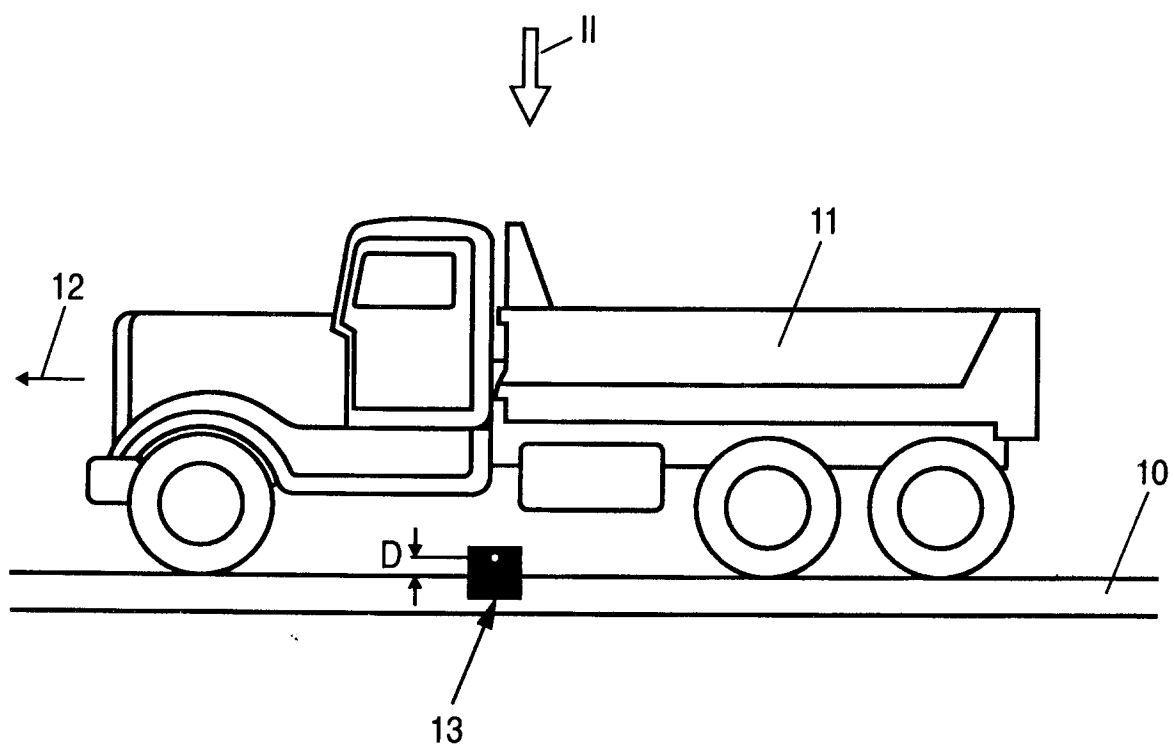


Fig. 1

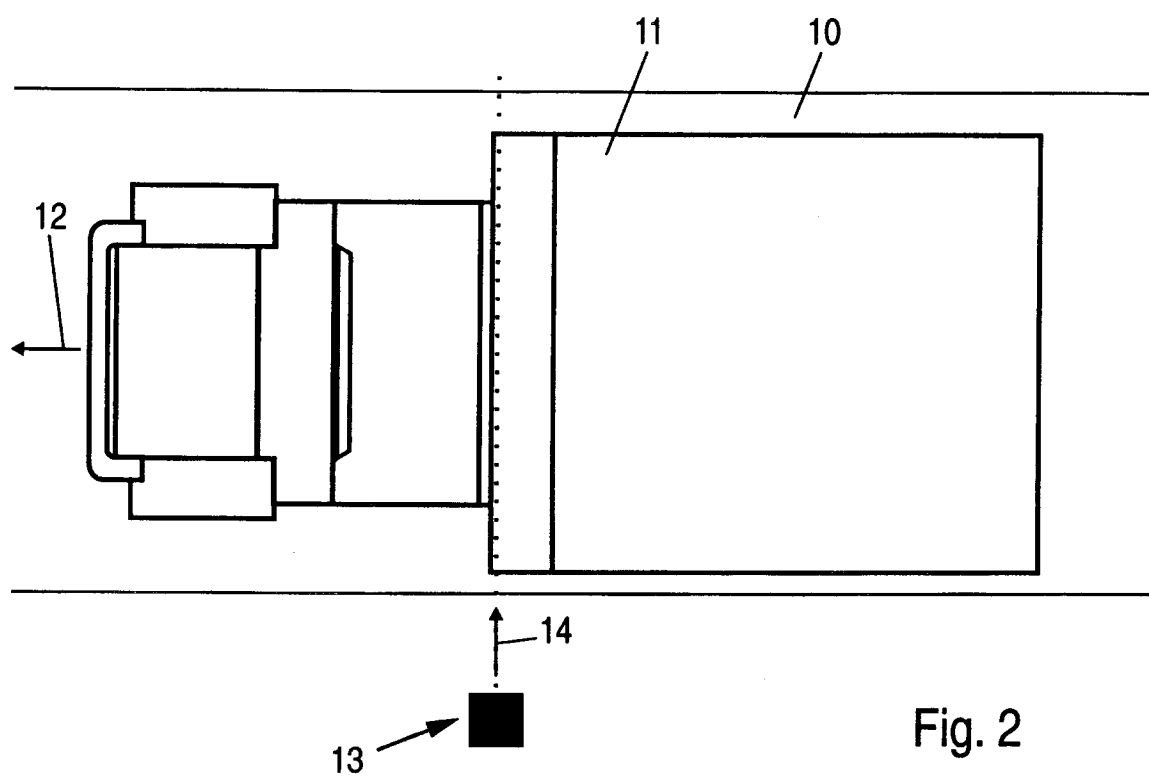


Fig. 2

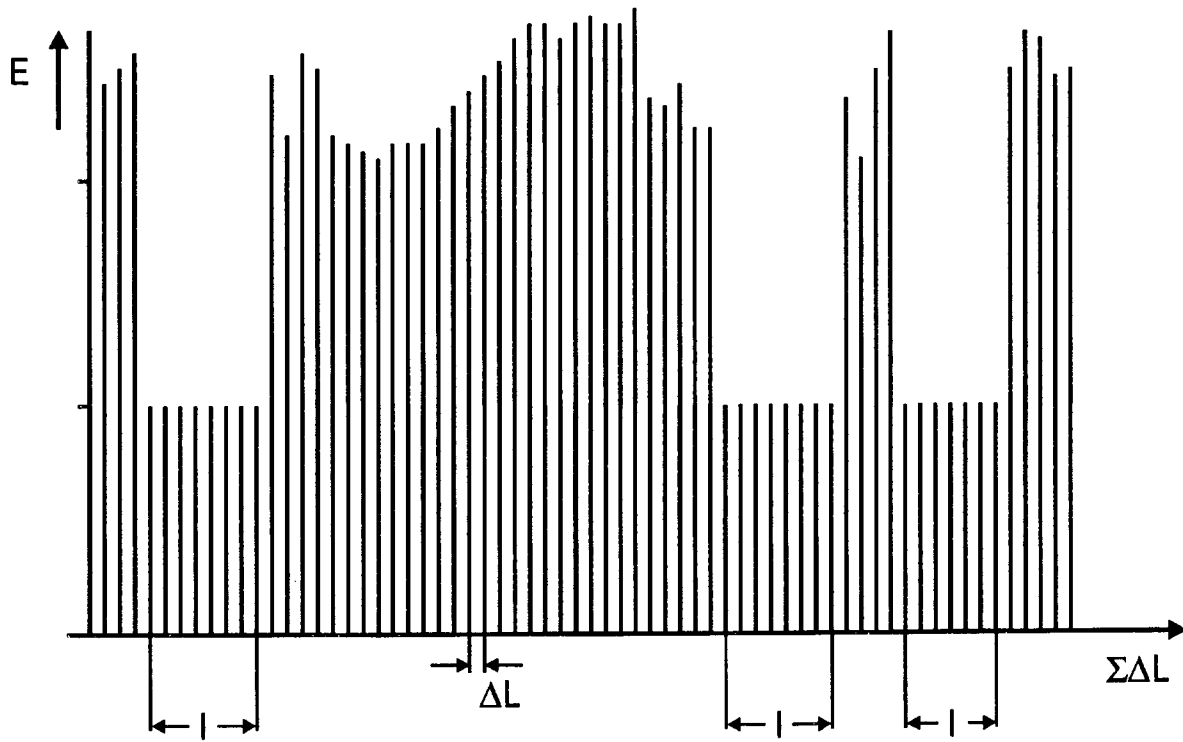


Fig. 3

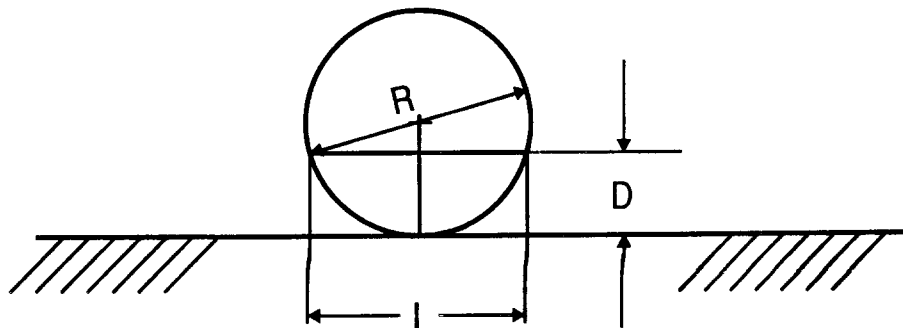


Fig. 4

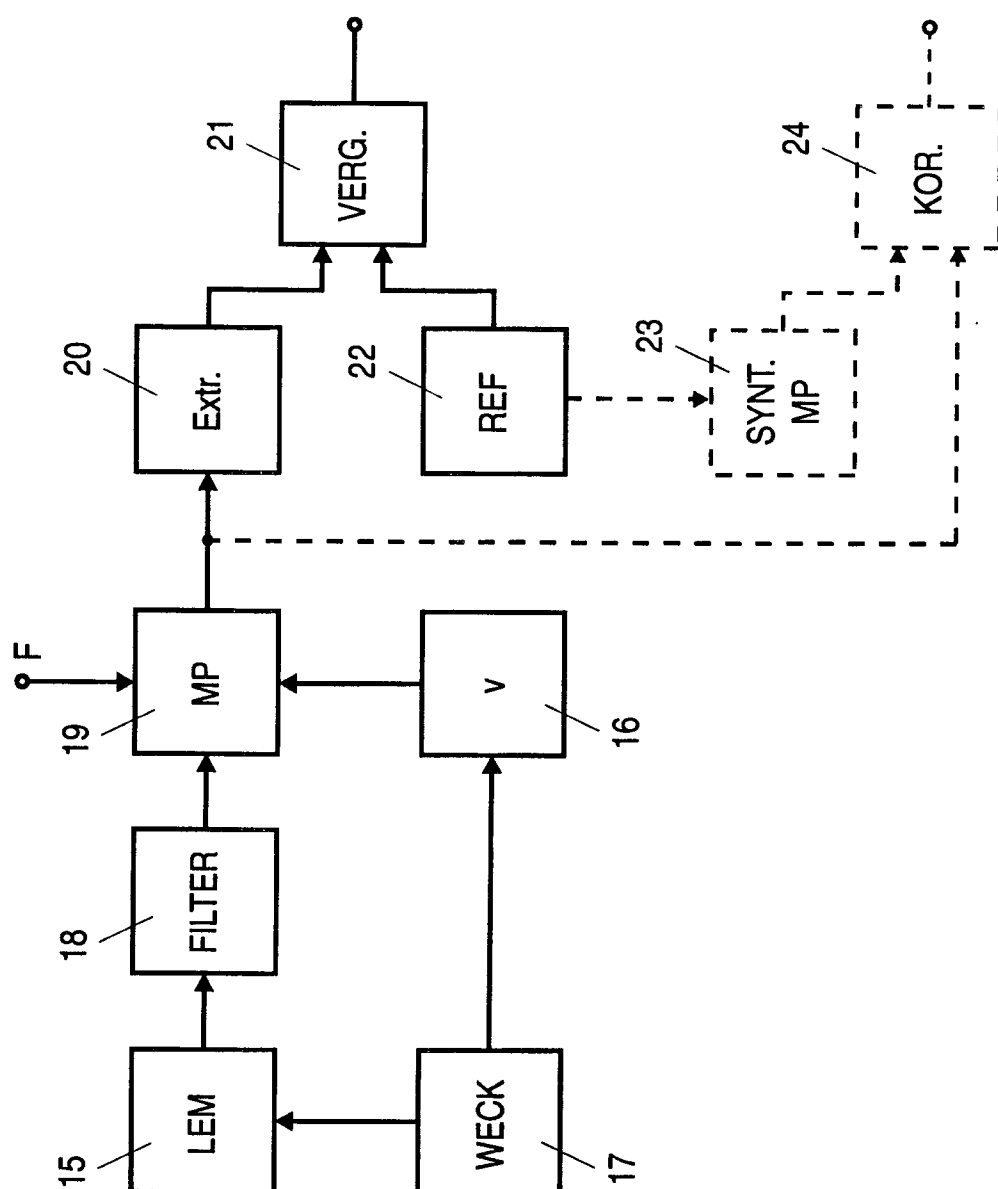


Fig. 5



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 8481

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A	US-A-4 247 768 (ELMER ET AL.) * das ganze Dokument * ---	1,2,5-9	G08G1/015
A	FR-A-2 670 404 (DASSAULT ELECTRONIQUE S.A.) * Zusammenfassung; Ansprüche 1-3,14-26 * ---	1,2,5-9	
A	EP-A-0 318 260 (COMBUSTION DEVELOPMENTS LIMITED) * das ganze Dokument * -----	1,5,9	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abchlußdatum der Recherche 19. Mai 1994	Prüfer Reekmans, M
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	