



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 220 181 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.07.2002 Patentblatt 2002/27

(51) Int Cl.7: **G08G 1/08**

(21) Anmeldenummer: **00128758.0**

(22) Anmeldetag: **30.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Peters, Goddert**
82544 Deining (DE)

(74) Vertreter: **Liebl, Thomas**
Neubauer - Liebl
Patentanwälte
Fauststrasse 30
85051 Ingolstadt (DE)

(71) Anmelder: **Peters, Goddert**
82544 Deining (DE)

(54) **Tunnelüberwachungssystem in einem Tunnel**

(57) Die Erfindung betrifft ein Tunnelüberwachungssystem. Erfindungsgemäß sind Ultraschallsensoren (7; 9, 10) im Längsverlauf einer Fahrspur (2, 4) angebracht, die jeweils mit einem Abstrahl- und Empfangsbereich (11, 12) Fahrzeuge (3, 5) erfassen und entsprechende Sensorsignale an eine Auswerteeinheit (16) abgeben. Dort ist eine Geschwindigkeitsmesseinheit vorgesehen, mit der die Fahrzeuggeschwindigkeit jedes Fahrzeugs

(3, 5) aus der Laufzeit zwischen zwei Ultraschallsensoren bestimmbar ist. In weiterführenden Ausgestaltungen sind Fahrzeugpositionen, Fahrtrichtungen, Fahrzeugdichten erfassbar sowie Fahrzeugtypen ermittelbar. Gefahrensituationen können selbsttätig schnell erfasst werden. Reaktionen können durch Ansteuerungen von Verkehrsleit- und Sicherungssystemen schnell und automatisch erfolgen.

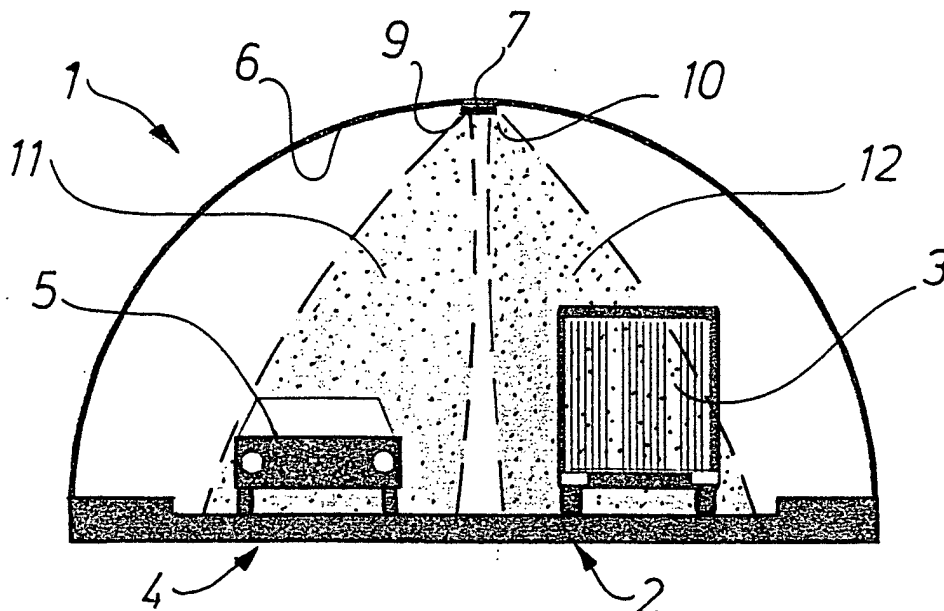


FIG. 1

EP 1 220 181 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Tunnelüberwachungssystem in einem Fahrzeugtunnel nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Tunnelüberwachungssysteme in Fahrzeugtunnels sind in unterschiedlichen Ausführungsformen allgemein bekannt:

[0003] Beispielsweise ist ein Tunnelüberwachungssystem bekannt, bei dem im Tunnel und im Längsverlauf des Tunnels Brandmelder installiert sind. Mit diesem System soll ein möglicher Brand im Tunnel, insbesondere ein brennendes Fahrzeug ermittelt und lokalisiert werden. Dieses System kann zudem eine Steuerung umfassen, welche im Falle eines erkannten Brandes automatisch Warneinrichtungen, Verkehrsleit-einrichtungen oder Absperreinrichtungen betätigt. Ein solches Überwachungssystem ist ausschließlich zur Erkennung brandbedingter Gefahrenzustände geeignet.

[0004] Ein weiteres allgemein bekanntes Tunnelüberwachungssystem ist aus mehreren Überwachungskameras, welche beabstandet im Verlauf des Tunnels installiert sind, aufgebaut. Damit können jeweils zugeordnete Tunnelabschnitte visuell überwacht werden, indem die von einer Kamera erfassten Vorgänge auf Bildschirmen in einer Tunnelüberwachungsleitstelle dargestellt und von einer Überwachungsperson ausgewertet werden. Es ist auch bekannt solche Überwachungskameras schwenkbar zu montieren, wobei eine ferngesteuerte Schwenkung von der Tunnelüberwachungsleitstelle aus möglich ist.

[0005] Ein solches Tunnelüberwachungssystem mit Überwachungskameras ist kostenintensiv in der Anschaffung und in der Wartung. Insbesondere sind die Kameraobjektive bei Verschmutzungen und durch Rauchentwicklungen bei kritischen Brandfällen in ihrer Funktion eingeschränkt. Weiter sind systemimmanente automatische Erkennungen und Bewertungen von Gefahrenzuständen nicht oder nur beschränkt möglich, da von einer Überwachungskamera ein relativ großer Tunnelabschnitt mit ggf. einer Mehrzahl von Fahrzeugen erfasst wird und selbsttätige Bildauswertungen nur schwierig durchführbar sind. Somit obliegt eine Auswertung der Bildinformationen eines solchen Tunnelüberwachungssystems im wesentlichen einer Überwachungsperson in der Tunnelüberwachungsleitstelle hinsichtlich der Erkennung von Gefahrensituationen, einer Bewertung der Verkehrsdichte, von gefahrenen Geschwindigkeiten und eingehaltenen Abständen etc. Eine Schutzfunktion hängt somit wesentlich von der individuellen Aufmerksamkeit einer Überwachungsperson ab und eine schnelle Erkennung einer Gefahrensituation mit erforderlichen schnellen Reaktionen ist nicht sichergestellt.

[0006] In den beiden vorstehend beschriebenen bekannten Tunnelüberwachungssystemen sind die Brandmelder und die Überwachungskameras in der Art von Lokalisierungssensoren für Fahrzeuge verwendbar

mit denen Fahrzeuge in Normalbetrieb und/oder in Gefahrensituationen lokalisierbar sind, wobei jedoch die erläuterten Nachteile und Schwachstellen des Systems in Kauf zu nehmen sind.

5 [0007] Aufgabe der Erfindung ist es ein Tunnelüberwachungssystem zur Verfügung zu stellen, das bei guter Funktion kostengünstig herstellbar und wartungsarm betreibbar ist sowie umfangreiche und variable Überwachungsinformationen liefert mit der Möglichkeit einer selbsttätigen Auswertung.

10 [0008] Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Gemäß Anspruch 1 sind die Lokalisierungssensoren als Ultraschallsensoren ausgeführt, die jeweils mit einem Abstrahl- und Empfangsbereich auf die wenigstens eine Fahrspur gerichtet sind, dergestalt, dass beim Aufenthalt eines Fahrzeugs im Abstrahl- und Empfangsbereich eines Ultraschallsensors von diesem ein entsprechendes Sensorsignal zusammen mit einem Sensorerkennungssignal an die Auswerteeinheit abgebar ist. Die Auswerteeinheit umfasst eine Laufzeitmesseinheit, mit der mittels eines Sensorsignals entsprechend dem Aufenthalt eines Fahrzeugs in einem Abstrahl- und Empfangsbereich eines bestimmten Ultraschallsensors eine Laufzeitmessung aktivierbar ist. Mittels eines nachfolgenden Sensorsignals eines in Fahrtrichtung im Tunnel nachfolgenden Ultraschallsensors, in dessen Abstrahl- und Empfangsbereich sich das fahrende Fahrzeug später aufhält ist die Fahrzeit zwischen wenigstens diesen zwei Ultraschallsensoren erfassbar. Für die Laufzeitmessung können zur Auswertung unmittelbar aufeinanderfolgende Ultraschallsensoren oder auch weiter beabstandete Ultraschallsensoren herangezogen werden. Da die Abstände der für die Laufzeitmessung herangezogenen Ultraschallsensoren fest vorgegeben und bekannt sind, kann in einer nachgeordneten Geschwindigkeitsmesseinheit, die im wesentlichen aus einem Multiplikator besteht sofort ein Geschwindigkeitssignal für ein bestimmtes Fahrzeug ermittelt werden.

30 [0010] Vorzugsweise werden Geschwindigkeitsmessungen in der vorstehend angegebenen Art für alle in den Tunnel einfahrenden Fahrzeuge durchgeführt, wobei durch jedes Fahrzeug eine Laufzeitmessung beim Durchfahren eines ersten Ultraschallsensors in Lauf gesetzt und nach dem Durchfahren des zweiten zugeordneten Ultraschallsensors beendet wird. In der Auswerteeinheit kann ein solches Geschwindigkeitssignal für jedes Fahrzeug sehr schnell erhalten und ggf. für weitere Auswertungen abgespeichert werden, wobei die Messstrecke für ein nachfolgendes Fahrzeug und für eine neue Laufzeitmessung wieder aktivierbar ist. Solche Messstrecken können im Verlauf des Tunnels jeweils nacheinander eingerichtet sein, so dass praktisch jedes Fahrzeug an jedem Tunnelort ermittelbar ist. Daraus können einfach und schnell abgeleitete Informationen, wie beispielsweise gefahrene Durchschnittsgeschwindigkeiten oder Fahrzeugdichten bestimmt werden.

[0011] Mit dieser Anordnung kann vorteilhaft auf einfache Weise ein besonders langsam fahrendes oder stehendes Fahrzeug sehr schnell und automatisch ermittelt werden, indem ein Schwellwert für die Laufzeit zwischen zwei zugeordnete Ultraschallsensoren in der Auswerteeinheit festgelegt wird. Bei zusätzlicher Auswertung eines dem aktuellen Ultraschallsensor zugeordneten Sensorerkennungssignals kann somit selbsttätig der Ort eines liegengebliebenen oder besonders langsam fahrenden Fahrzeugs im Tunnel detektiert werden. Auch ein ermitteltes Sensorsignal, welches sich während einer festgelegten Zeit nicht ändert ergibt in der Auswerteeinheit einen Hinweis auf ein liegengebliebenes Fahrzeug.

[0012] Für eine besonders bevorzugte Ausführungsform nach Anspruch 2 wird vorgeschlagen dass die Abstrahl- und Empfangsbereiche im Längsverlauf des Tunnels aufeinander folgender Ultraschallsensoren an den Fahrzeugerfassungsbereichen aneinandergrenzen und in der Längserstreckung in Fahrzeugfahrtrichtung etwa üblichen Fahrzeuglängen entsprechen. Dadurch wird eine lückenlose Erfassung und Überwachung einer Fahrspur über die gesamte Tunnellänge möglich. Zudem kann in einem Abstrahl- und Empfangsbereich eines bestimmten Ultraschallsensors nur ein Fahrzeug erfasst werden, so dass Doppelerfassungen oder Auslassungen von Fahrzeugen praktisch ausgeschlossen sind. Damit wird das Auswertungsergebnis besonders sicher und aussagefähig.

[0013] Ein erfindungsgemäßes Tunnelüberwachungssystem, auch in der vorstehenden bevorzugten Ausführung für eine lückenlose Überwachung, ist aus relativ preisgünstigen und funktionssicheren Komponenten herstellbar. Insbesondere sind Ultraschallsensoren relativ preisgünstige, funktionssichere und wartungsarme Gebereinheiten, die unter rauen Betriebsbedingungen, beispielsweise auch im maritimen Einsatz bewährt sind. Vorteilhaft sind solche Ultraschallsensoren weitgehend unempfindlich gegen Verschmutzungen und liefern auch im Brandfall bei Rauchentwicklungen verwertbare Signale zur Lokalisierung von Fahrzeugen. Zudem ist die Auswertung der Sensorsignale zusammen mit den jeweiligen Sensorerkennungssignalen relativ einfach möglich. Die Installationskosten und Betriebskosten sind ebenfalls relativ gering.

[0014] Mit dem erfindungsgemäßen Tunnelüberwachungssystem sind gemäß Anspruch 3 in einer einfachen Ergänzung und Weiterbildung der Auswerteeinheit die genauen Fahrzeugdurchgänge anhand jedes einzelnen Fahrzeugs mittels einer Verfolgungseinheit möglich. Dazu wird ein Fahrzeug bei der Tunneleinfahrt durch einen ersten Ultraschallsensor erfasst und der Fahrzeugdurchgang durch die nachfolgenden Ultraschallsensoren bis zum Tunnelausgang durch eine Weitergabe- und Übergabeschaltung erfasst und kontrolliert. Auch mittels einer solchen Verfolgungseinheit kann ein liegengebliebenes Fahrzeug ermittelt werden, wenn eine Unterbrechung in der Weitergabe von einem Ultra-

schallsensorbereich auf den nächsten Ultraschallsensorbereich von der Auswerteeinheit festgestellt wird. Zusammen mit einem zugeordneten Sensorerkennungssignal kann dabei der genaue Ort festgestellt werden.

[0015] Weiter kann die Auswerteeinheit gemäß Anspruch 4 eine Abstandsmesseinheit umfassen, wobei zwei Sensorsignale ausgewertet werden, die aufeinanderfolgenden Fahrzeugen zugeordnet sind, wodurch einfach ein Relativabstand der Fahrzeuge ermittelbar ist.

[0016] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden die Sensorsignale der Ultraschallsensoren gemäß Anspruch 5 auch in ihrer Signalintensität ausgewertet. Da unterschiedliche Fahrzeugtypen unterschiedliche Reflexionsintensitäten für Ultraschall haben, können damit in einer Fahrzeugtyp-Erkennungseinheit unterschiedliche Fahrzeugtypen unterschieden werden. Damit kann beispielsweise vorteilhaft unterschieden werden ob ein liegengebliebenes Fahrzeug ein Motorrad, ein Personenkraftwagen oder ein Lastkraftwagen ist, was ggf. unterschiedliche Gefahrenpotentiale darstellt und auch unterschiedliche Reaktionen erfordert. Weiter kann beispielsweise die Fahrzeugtyp-Erkennung zu statistischen Zwecken genutzt werden.

[0017] In einer Weiterbildung nach Anspruch 6 kann in der Auswerteeinheit einfach eine Zähleinheit aufgenommen sein, mit der über die Sensorsignale eine Fahrzeugzählung durchführbar ist.

[0018] Die vorstehenden Auswertungen mit den angegebenen einzelnen Einheiten können in an sich bekannter Art und Weise kompakt in einer Auswertelektronik integriert sein, die beim Vorsehen entsprechender Programmiermöglichkeiten einfach auf konkrete Einbaugegebenheiten anpassbar ist.

[0019] Mit den Merkmalen des Anspruchs 7 wird vorgeschlagen die Ultraschallsensoren an der Tunneldecke anzuordnen, wobei eine Reihe von funktionsmäßig verbundenen Ultraschallsensoren den Fahrspuren in einer Fahrtrichtung, vorzugsweise jeweils einer einzigen Fahrspur sowie Pannenplätzen zugeordnet sind. Für eine einfache Erkennungsfunktion von liegengebliebenen Fahrzeugen wäre es auch denkbar zwei Fahrspuren unterschiedlicher Fahrtrichtung mit nur einer darüber angebrachten Reihe von Ultraschallsensoren zu überwachen. Eine wesentlich aussagefähigere Überwachung ergibt jedoch die Zuordnung einer Ultraschallsensorreihe zu jeder einzelnen Fahrspur in einer Fahrtrichtung. Insbesondere ist damit auch eine Fahrtrichtungserkennung möglich, wodurch eventuelle Geisterfahrer sofort ermittelbar sind. Für eine optimale Anordnung können die Sensorabstände bis ca. 10 m betragen, wobei etwa 50 Ultraschallimpulse pro Sekunde abgestrahlt und empfangen werden.

[0020] Die Sensorsignale, insbesondere wenn auch die Intensität der Sensorsignale bewertet wird sind für eine elektronische Auswertung in üblicher Weise zu digitalisieren. Nach Anspruch 8 ist es dabei zweckmäßig

A/D-Wandler bereits an den Ultraschallsensoren anzubringen und die digitalisierten Signale über ein serielles Bussystem an die Auswerteeinheit weiterzuleiten. Zur Feststellung von welchem Ultraschallsensor ein bestimmtes Sensorsignal kommt ist es in an sich bekannter Weise erforderlich jeweils ein Sensorerkennungssignal zusammen mit den Messwertsignal an die Auswerteeinheit zu senden. Für eine einfache Installationstechnik kann dazu ein Zweileitersystem verwendet werden, über das auch die Spannungsversorgung der Ultraschallsensoren und der A/D-Wandler durchführbar ist. Besonders vorteilhaft ist hierzu nur eine Spannungsversorgung im Niederspannungsbereich erforderlich, so dass davon keine weiteren Sicherheitsrisiken für den Tunnelbetrieb ausgehen können. Alternativ oder zusätzlich kann auch eine Signalübermittlung von den Ultraschallsensoren zur Auswerteeinheit über Funk vorgesehen sein. Damit wird je nach den Gegebenheiten der Installationsaufwand weiter verringert und eine einwandfreie Signalübertragung auch für den Fall, dass möglicherweise bei einem Brand Kabel zerstört werden könnten, sichergestellt.

[0021] Da mit dem erfindungsgemäßen Tunnelüberwachungssystem Auswertungsergebnisse weitgehend automatisiert und ohne die Notwendigkeit einer subjektiven Bewertung durch eine Überwachungsperson zur Verfügung gestellt werden, bietet es sich gemäß Anspruch 9 an auch Reaktionen auf bestimmte Auswertungsergebnisse zu automatisieren. Dazu wird vorgeschlagen der Auswerteeinheit eine Steuereinheit nachzuschalten, mit der in Abhängigkeit bestimmter Auswertungsergebnisse vor oder im Tunnel angebrachte verkehrsleitende und/oder warnende Stelleinrichtungen selbsttätig ansteuerbar sind. Damit wird die Sicherheit wesentlich erhöht, da keine ggf. individuell bedingten Zeitverzögerungen in Kauf zu nehmen sind. Solche Stelleinrichtungen können Ampelanlagen, Blinkanlagen, Sirenen, Warntafeln mit steuerbaren Texten, oder andere an sich bekannte Leit- und Warnsysteme, sowie Tunnelsicherungseinrichtungen sein. Auch Durchsagen im Tunnel oder über Rundfunkstationen können selbsttätig ausgelöst oder veranlasst werden.

[0022] Nach Anspruch 10 kann das erfindungsgemäße Tunnelüberwachungssystem vorteilhaft in Straßen- und/oder Schientunnels eingesetzt werden. Durch den einfachen Aufbau ist eine einfache und kostengünstige Nachrüstung in bestehenden Tunnels ebenso möglich wie eine Ergänzung oder Kombination mit bereits bestehenden Überwachungseinrichtungen.

[0023] Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

[0024]

Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Tunnel

Fig. 2 eine Draufsicht auf eine Fahrbahn in einem Tunnel

Fig. 3 ein Funktionsschema einer Tunnelüberwachungseinrichtung und

Fig. 4 ein Schaltschema für die Tunneleinrichtung nach Fig. 3

[0025] In Fig. 1 ist ein Querschnitt durch einen zweispurigen Tunnel 1 für Kraftfahrzeuge dargestellt. Auf der Fahrspur 2 auf der rechten Seite des Tunnelquerschnitts ist schematisch ein Lastkraftwagen 3 dargestellt und auf der Gegenfahrspur 4 ein Personenkraftwagen 5.

[0026] An der Tunneldecke 6, hier im mittleren Bereich, sind Ultraschallsensoren-Einheiten 7 angeordnet, die im Längsverlauf des Tunnels 1 in gleichen Sensorabständen 8 angeordnet sind. Jede der Ultraschallsensoren-Einheiten 7 umfasst zwei Ultraschallsensoren 9 und 10, die mit ihrem jeweils zugeordneten kegelförmigen Abstrahl- und Empfangsbereich 11, 12 nebeneinanderliegend auf die Fahrspur 2 und Gegenfahrspur 4 gerichtet sind. Wie aus Fig. 1 ersichtlich werden die Abstrahl- und Empfangsbereiche 11, 12 passierende Kraftfahrzeuge 3, 5 erfasst.

[0027] In Fig. 2 ist eine schematische Draufsicht auf die Fahrspur 2 und Gegenfahrspur 3 aus Fig. 1 dargestellt mit den Fahrzeugen 3 und 5. Die etwa kegelförmigen Abstrahl- und Empfangsbereiche 11, 12 ergeben auf den Fahrspuren 2 und 4 die eingezeichneten etwa kreisförmigen Bereiche. Die Anordnung der Ultraschallsensoren 9, 10 ist ersichtlich so durchgeführt, dass die Abstrahl- und Empfangsbereiche 11, 12 entsprechend den eingezeichneten Kreisen sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung etwa aneinandergrenzen, so dass bezüglich passierenden Fahrzeugen eine lückenlose Erfassung auf den Fahrspuren 2 und 4 möglich ist. Gegebenenfalls können die Abstrahl- und Empfangsbereiche aufeinanderfolgender Ultraschallsensoren geringfügig überlappen oder auch geringfügig beabstandet sein. Wesentlich ist bei den Anordnungen, dass die Abstände nicht so groß gewählt werden, dass dazwischen ein Fahrzeug unerkannt Platz findet oder dass aufgrund von Bereichsüberlappungen oder zu großen Bereichen mehrere darin befindliche Fahrzeuge ggf. nur als ein Fahrzeug dedektiert werden könnten.

[0028] In Fig. 3 ist ein Funktionsschema des Tunnelüberwachungssystems dargestellt mit einer schematischen Draufsicht auf die Fahrspuren 2 und 4. In der Längserstreckung sind zehn Ultraschallsensor-Einheiten 7_1 bis 7_{10} angeordnet, wobei der Tunnel weiter fortsetzbar ist. Im Bereich der Ultraschallsensor-Einheit 7_5 ist eine Pannenbucht 13 neben der Fahrspur 5 vorgesehen, die ebenfalls mit Ultraschallsensoren 7_{5a} , 7_{5b} und 7_{5c} überwacht wird. Auf der Fahrspur 2 befindet sich wieder der Lastkraftwagen 3 und in der Pannenbucht ist ein Kraftfahrzeug 14 liegengeblieben.

[0029] In einer Tunnelüberwachungsleitstelle 15 ist eine Auswerteeinheit 16 installiert, an die die Ultraschallsensoreinheiten 7 mit ihren jeweiligen Ultraschallsensoren 9, 10 über einen seriellen Bus 17 angeschlossen sind. Der Auswerteeinheit ist hier ein Prozessleitsystem 18 nachgeschaltet welches Visualisierungs- und Dokumentationseinrichtungen umfasst. Für eine weitere Verwertung der Auswerteergebnisse sind schematisch und beispielhaft zwei Steuerungen vorgesehen: Eine Steuerung betrifft eine Einfahrt-Ampel 19 am Tunneleingang, die beispielsweise bei einem liegengebliebenen Fahrzeug auf der Fahrspur 2 oder bei einer festgestellten Verkehrsüberlastung auf "rot" schaltbar ist. Weiter ist eine Ansteuerung einer Hinweistafel 20 im Tunnel eingezeichnet, mit der beispielsweise in blinkender Leuchtschrift verkehrsleitende Hinweise gegeben werden können.

[0030] In Fig. 4 ist beispielhaft ein Schaltschema für das Tunnelüberwachungssystem dargestellt. Den einzelnen Ultraschallsensoren 9, 10 der Ultraschallsensoreinheiten 7 ist jeweils ein Analog-Digital-Wandler 21 zugeordnet und nachgeschaltet und an den seriellen Bus 17 angeschlossen. Der serielle Bus 17 kommuniziert mit der Auswerteeinheit 16. Diese Auswerteeinheit 16 kann je nach gewünschter Funktion und je nach Aufrüstgrad mehrere ggf. miteinander integrierte Mess- und Bewertungseinheiten aufweisen. Insbesondere ist über eine Lokalisierungseinheit eine Lokalisierung von Fahrzeugen entsprechend ihrer Position in einem bestimmten Abstrahl- und Empfangsbereich durchführbar. Über einen Zeitgeber sind Laufzeitmessungen und damit Geschwindigkeitsmessungen mittels einer Geschwindigkeitsmesseinheit zur Bestimmung von Fahrzeuggeschwindigkeiten möglich. Zudem kann der Durchgang eines bestimmten Fahrzeugs durch den Tunnel mittels einer Verfolgungseinheit verfolgt werden, wobei eine Verfolgung des Durchgangs vom Tunneleingang bis zum Tunnelausgang lückenlos möglich ist. Weiter sind Abstandsmessungen zwischen Fahrzeugen durchführbar, ebenso wie Fahrtrichtungserkennungen und Pannenplatzüberwachungen. Durch Auswertungen der Intensität von Sensorsignalen ist bei einem entsprechenden Ausbau der Auswerteeinheit durch Ermittlung von Höhen und Längen von Fahrzeugen auch eine Fahrzeugtyperkennung durchführbar. Alle oder ein Teil der vorstehend genannten Auswertungsergebnisse können zu statistischen Zwecken, zu Steuereingriffen oder Warnhinweisen verknüpft werden.

[0031] Der Auswerteeinheit 16 ist hier als Ausgabeinheit beispielhaft ein Bildschirm 22 als Visualisierungseinrichtung nachgeschaltet, womit eine Überwachungsperson die Vorgänge im Tunnel visuell nachvollziehen kann. Zudem sind auch weitere an sich bekannte Einheiten zur Dokumentation, wie beispielsweise Speicher und Drucker möglich.

[0032] Weiter sind hier die Ergebnisse der Auswerteeinheit 16 einer Steuereinheit 23 zugeführt, womit selbsttätig nachgeschaltete Stellglieder beispielsweise

zur Verkehrsleitung, zur Warnung, zur Sicherung, etc. angesteuert werden. Beispielhaft sind hier mit einer Lampe 24 Ampeln und/oder Blinklampen und/oder Leuchtschriften angedeutet. Weiter sind mit einem Lautsprecher 25 Sirenen und/oder Durchsageeinrichtungen schematisch angegeben. Mit einem Lüfterrad 26 sollen Einrichtungen zur Tunnelsicherung, wie Lüftungen, automatisierte Löschanlagen, Absperreinrichtungen, etc. umfasst sein.

Patentansprüche

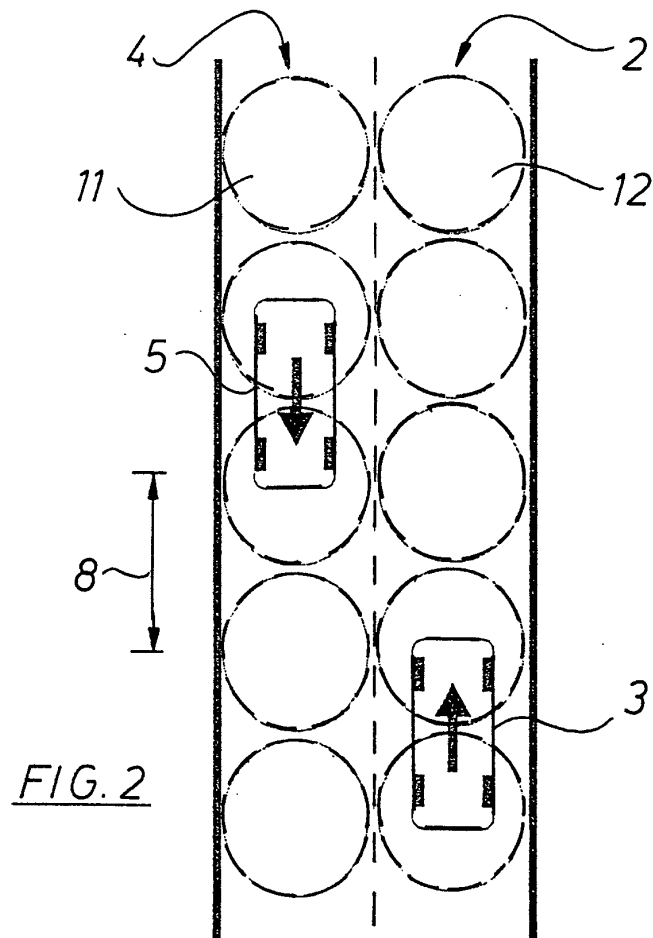
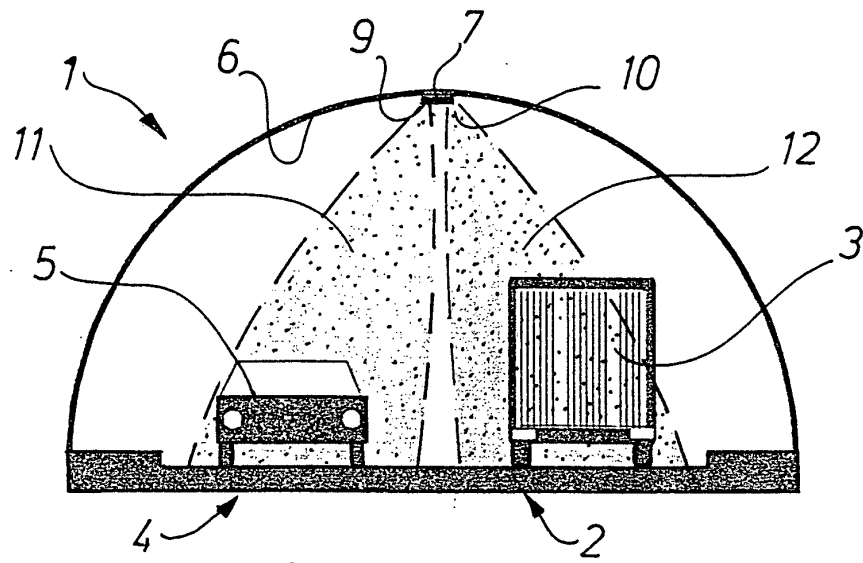
1. Tunnelüberwachungssystem in einem Fahrzeugtunnel mit wenigstens einer Fahrspur, mit im Längsverlauf der wenigstens einen Fahrspur (2, 4) und verteilt im Tunnel angebrachten Lokalisierungssensoren als Bestandteile einer Fahrzeuglokalisierungseinrichtung, mit einer Auswerteeinheit (16), der Sensorsignale der Lokalisierungssensoren zuführbar sind, und mit einer Ausgabeinheit, die der Auswerteeinheit (16) nachgeordnet ist und mit der Auswerteergebnisse darstellbar sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Lokalisierungssensoren Ultraschallsensoren (7; 9, 10) sind, die jeweils mit einem Abstrahl- und Empfangsbereich (11, 12) auf die wenigstens eine Fahrspur (2, 4) gerichtet sind, dergestalt, dass beim Aufenthalt eines Fahrzeugs (3, 5) im Abstrahl- und Empfangsbereich (11, 12) eines Ultraschallsensors (7; 9, 10) von diesem ein entsprechendes Sensorsignal (16) an die Auswerteeinheit abgebar ist,
dass die Auswerteeinheit (16) eine Laufzeitmesseinheit umfasst, mit der mittels eines Sensorsignals entsprechend dem Aufenthalt eines Fahrzeugs (3, 5) in einem Abstrahl- und Empfangsbereich (11, 12) eines bestimmten Ultraschallsensors (7; 9, 10) eine Laufzeitmessung aktivierbar ist und mittels eines nachfolgenden Sensorsignals entsprechend dem späteren Aufenthalt des selben Fahrzeugs in einem Abstrahl- und Empfangsbereich eines in Fahrtrichtung im Tunnel nachfolgenden Ultraschallsensors die Fahrzeit zwischen wenigstens diesen zwei Ultraschallsensoren erfassbar ist, und
dass der Laufzeitmesseinheit eine Geschwindigkeitsmesseinheit nachgeordnet, mit der aus der erfassten Laufzeit und dem bekannten Sensorabstand ein Geschwindigkeitssignal für das Fahrzeug (3, 5) errechenbar ist.
2. Tunnelüberwachungssystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** **dass** die Abstrahl- und Empfangsbereiche (11, 12) im Längsverlauf des Tunnels (1) aufeinanderfolgender Ultraschallsensoren (7; 9, 10) an den Fahrzeugerfassungsberei-

chen aneinandergrenzen und in der Längserstreckung in Fahrzeugfahrtrichtung kleiner als eine übliche Fahrzeuglänge sind.

3. Tunnelüberwachungssystem nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (16) eine Verfolgungseinheit umfasst, mit der ein Fahrzeug (3, 5) bei der Tunnелеinfahrt durch einen ersten Ultraschallsensor erfasst und der Durchgang durch die nachfolgenden Ultraschallsensoren bis zum Tunnelausgang durch eine Weitergabeschaltung erfassbar und kontrollierbar ist, und **dass** bei einer Unterbrechung der Weitergabe ein Stillstandssignal für das Fahrzeug (3, 5) in Verbindung mit einem Sensorerkennungssignal entsprechend dem Ort des nicht mehr durchfahrenen Ultraschallsensors abgebbbar ist. 5 10 15
4. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit (16) eine Abstandsmesseinheit umfasst, der die zwei aufeinanderfolgenden Fahrzeugen (3, 5) zugeordneten Sensorsignale zur Ermittlung eines Relativabstands aus den bekannten Sensorabständen zuführbar sind. 20 25
5. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit eine Fahrzeugtyp-Erkennungseinheit umfasst, der aktuelle Sensorsignale zuführbar und hinsichtlich ihrer ermittelten Signalintensität auswertbar sind. 30
6. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswerteeinheit eine Zähleinheit umfasst, der von wenigstens einem Ultraschallsensor Sensorsignale für eine Zählung von erfassten Fahrzeugen (3, 5) zuführbar sind. 35 40
7. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet; dass** die Ultraschallsensoren (7; 9, 10) an der Tunneldecke (6) angeordnet sind, und **dass** eine Reihe von funktionsmäßig verbundenen Ultraschallsensoren (7; 9, 10) den Fahrspuren (2, 4) einer Fahrtrichtung, vorzugsweise jeweils einer einzigen Fahrspur sowie Pannenplätzen (13) zugeordnet sind. 45 50
8. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ultraschallsensoren (7; 9, 10) einen A/D-Wandler (21) enthalten und über ein serielles Bussystem (17) mit der Auswerteeinheit (16) kommunizieren. 55
9. Tunnelüberwachungssystem nach einem der An-

sprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Auswerteeinheit (16) eine Steuereinheit (23) nachgeschaltet ist, mit der in Abhängigkeit von Auswerteergebnissen vor oder im Tunnel (1) angebrachte, verkehrsleitende und/oder warnende Stell-einrichtungen selbsttätig ansteuerbar sind.

10. Tunnelüberwachungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Tunnelüberwachungssystem in einem Straßen- und/oder Schienentunnel eingesetzt ist.



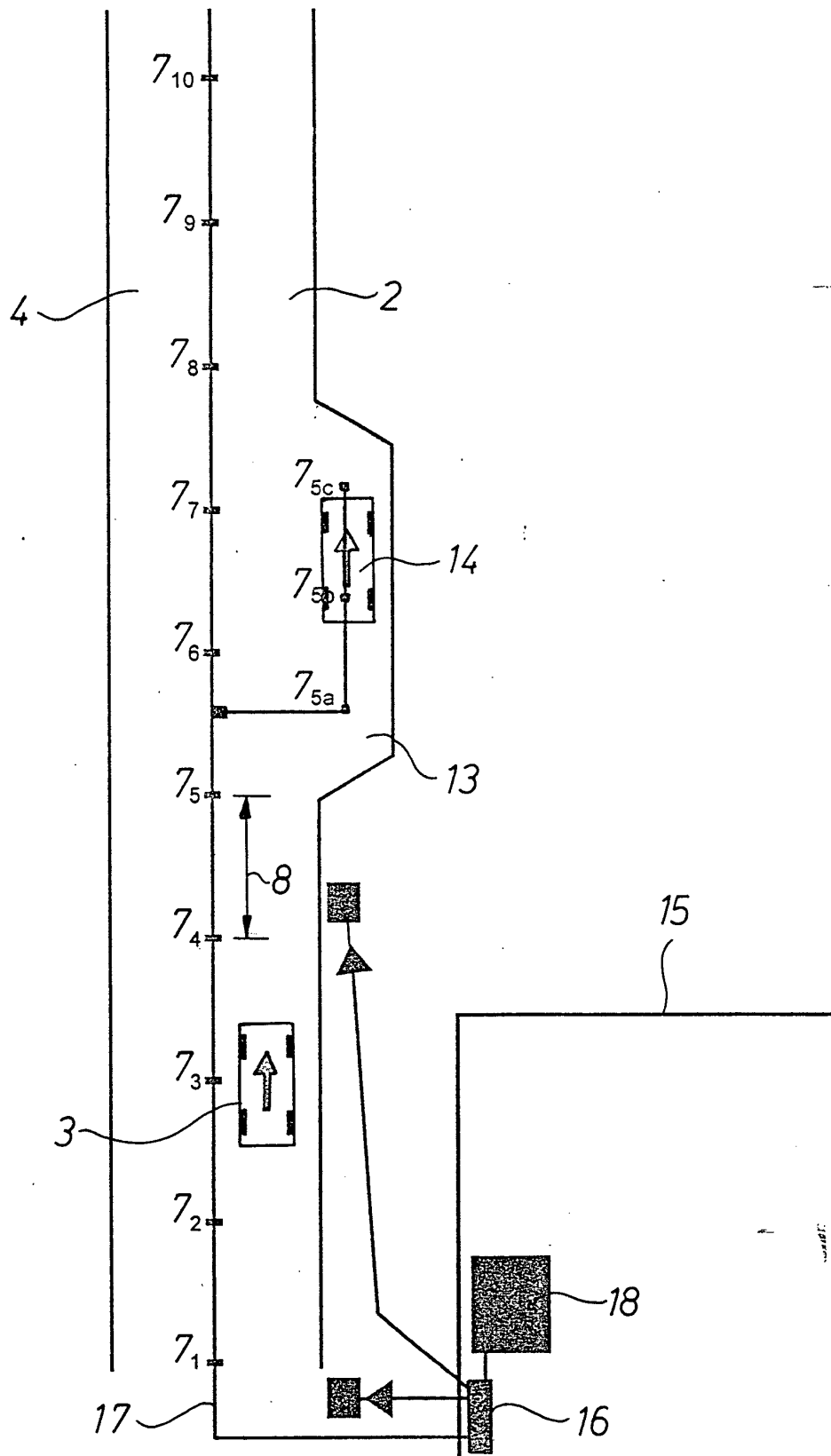
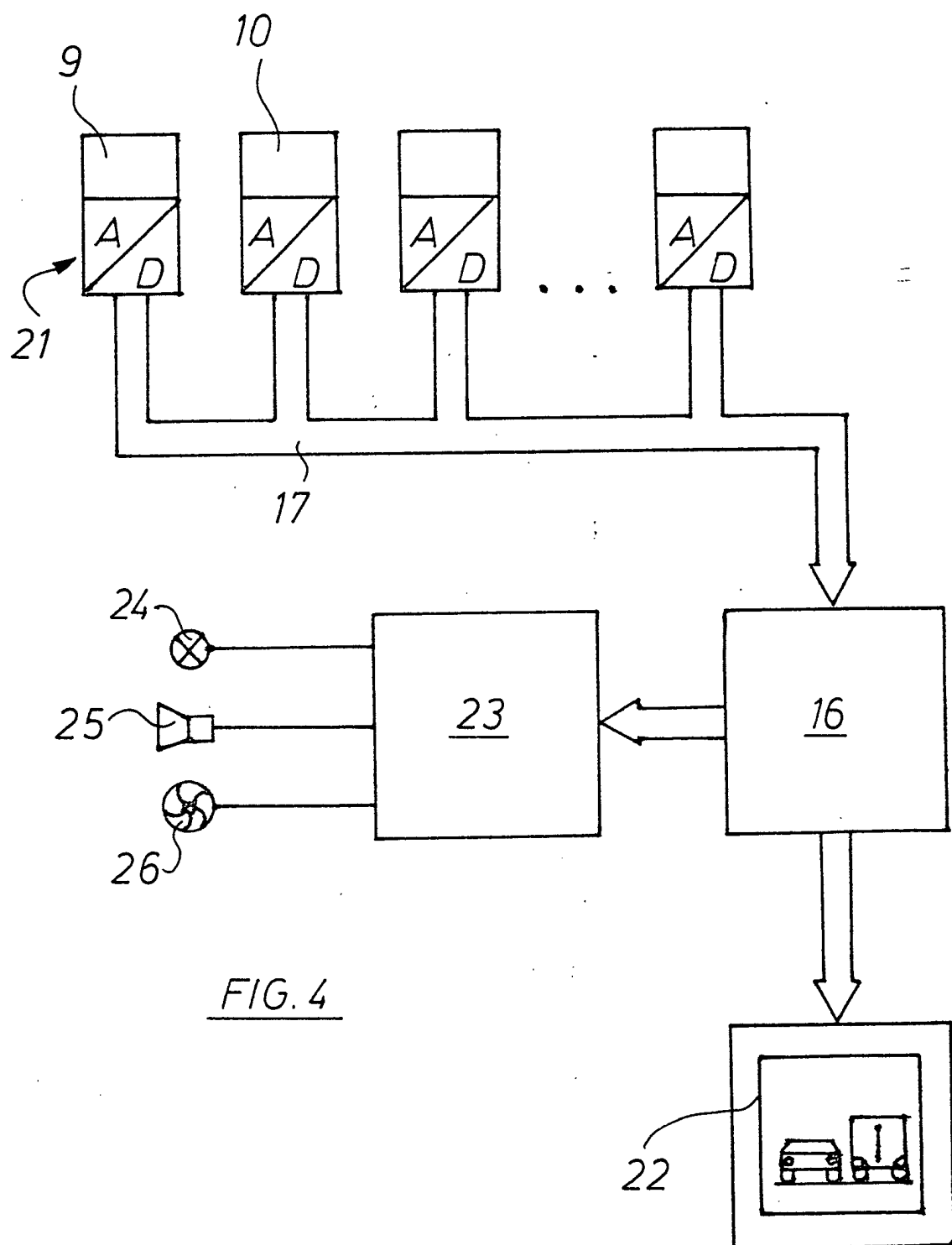


FIG. 3





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 12 8758

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 02, 30. Januar 1998 (1998-01-30) & JP 09 282581 A (HITACHI LTD; HITACHI ENG & SERVICES CO LTD), 31. Oktober 1997 (1997-10-31) * Zusammenfassung *	1-6,8-10	G08G1/08
Y	US 5 528 234 A (MANI SIVA A ET AL) 18. Juni 1996 (1996-06-18) * Abbildungen 1A, 3A * * Spalte 3, Zeile 1-70 * * Spalte 4, Zeile 25-70 * * Spalte 5, Zeile 20-35 *	1-6,8-10	
E	DE 199 29 645 A (GERHAHER CHRISTIANE) 11. Januar 2001 (2001-01-11) * Abbildung 1 * * Spalte 1, Zeile 1-70 * * Spalte 2, Zeile 40-70 * * Spalte 3, Zeile 40-70 * * Spalte 4, Zeile 1-55 *	1-4,8-10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 09, 31. Juli 1998 (1998-07-31) & JP 10 088996 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD), 7. April 1998 (1998-04-07) * Zusammenfassung *	7	G08G G01S B60R
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. Juni 2001	Prüfer Coffa, A
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 00 12 8758

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

18-06-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP 09282581 A	31-10-1997	KEINE	
US 5528234 A	18-06-1996	KEINE	
DE 19929645 A	11-01-2001	WO 0101368 A	04-01-2001
JP 10088996 A	07-04-1998	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82