

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 280 118 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.2003 Patentblatt 2003/05

(51) Int Cl.⁷: **G08G 1/01, G08G 1/04**

(21) Anmeldenummer: **01118029.6**

(22) Anmeldetag: **25.07.2001**

(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

(71) Anmelder: **Siemens Schweiz AG
8047 Zürich (CH)**

• Oberle, Stefan

8057 Zürich (CH)

• Ganz, Bruno

8200 Schaffhausen (CH)

(72) Erfinder:

• Kälin, August, Dr. sc. tech.
8906 Bonstetten (CH)

(74) Vertreter: **Berg, Peter, Dipl.-Ing. et al
European Patent Attorney,
Siemens AG,
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)**

(54) Verfahren zur Feststellung von Straßenverkehrszuständen

(57) Um die Ueberwachung von einzelnen Strassenabschnitten (2', 2'') auf kostengünstige Weise zu automatisieren, wird ein akustisches Auswerteverfahren des Umgebungslärms vorgeschlagen: Mit einer ohnehin schon vorhandenen Infrastruktur wie z.B. Notrufsäulen (3) wird der Umgebungslärm als Lärmmodus (A1) erfasst und in einer Auswerteeinheit durch die Verfahrensschritte Signalgewinnung, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion aus einem Lärmmodus erfolgt eine Zuordnung zu einem der Verkehrszustände:

(Z1) Sporadischer Verkehr;

(Z2) Mässiger Verkehr;

(Z3) Dichter Verkehr;

(Z4) Stau / "Stop and Go".

Durch die Klassierung in einer Zustandsmaschine können temporäre akustische Störungen die Robustheit des Auswerteverfahrens nicht wesentlich beeinträchtigen.

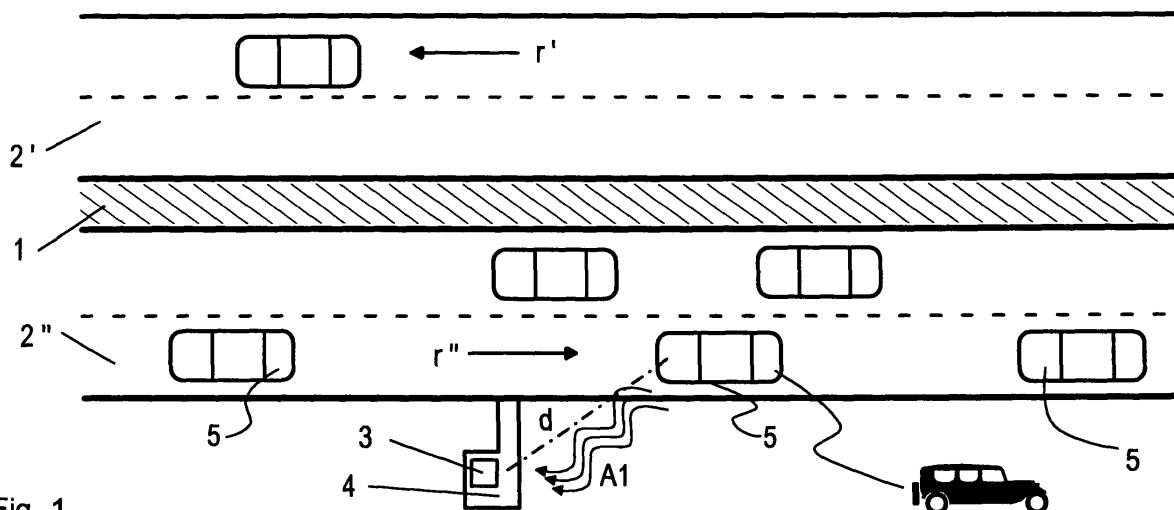


Fig. 1

EP 1 280 118 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Feststellung von Strassenverkehrszuständen aus dem Umgebungslärm einer Strasse nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Durch die Zunahme des Strassenverkehrs entstehen unliebsame Verkehrsbehinderungen, die sich als "stop and go" oder gar als Stau auswirken. Für die Menge des Strassenverkehrs können verschiedene Messgrößen herangezogen werden wie z.B. der Fluss als Anzahl Fahrzeuge pro Zeiteinheit an einem Punkt einer Strasse pro Richtung oder die Dichte als Anzahl Fahrzeuge auf einem Fahrbahnabschnitt. Verkehrszustände können beispielsweise in die folgenden vier Kategorien Z1 .. Z4 gegliedert werden:

- 10 Z1 Sporadischer Verkehr
- Z2 Mässiger Verkehr
- Z3 Dichter Verkehr
- Z4 Stau / "Stop and Go"

[0003] Für die automatisierte Feststellung des Verkehrszustandes sind fahrzeugautonome und ortsfeste Lösungen vorgeschlagen worden.

[0004] In EP 0 789 341 A1 (und EP 0 789 341 B1) wird eine fahrzeugautonome Detektion von Verkehrsstau offenbart, bei der einzelne Fahrzeuge mit einer Vorrichtung versehen sind, die die Geschwindigkeit des Fahrzeugs fortlaufend erfasst, diese Geschwindigkeit vorgegebenen Geschwindigkeitsklassen zuordnet und mit den zugeordneten Geschwindigkeitsklassen ein Integral über die Zeit bilden, dessen Wert zur Bildung eines Staumasses herangezogen wird. Zusammen mit der Lage des Fahrzeuges wird das Staumass z.B. über GSM an eine Datensammelstelle übertragen.

[0005] In WO 01/35372 ist als Beispiel einer ortsfesten Lösung ein Videoüberwachungssystem beschrieben, das mittels sogenannter Mustererkennung die Kennzeichen der Autos an zwei verschiedenen Stellen erfasst und durch einen Vergleich der Zeiten einen Verkehrszustand detektiert und einer Ueberwachungsstelle oder der Polizei meldet.

[0006] Bei der vorgenannten Videoüberwachung tritt das Problem von Spiegelungen auf, die sich bei bestimmten Sonnenständen oder bei Regen als sehr unliebsam manifestieren. Darüber hinaus bedingt eine Videoüberwachung eine separate Infrastruktur mit Kameras und entsprechenden draht- oder drahtlos geführten Verbindungen, deren Bereitstellung und Unterhalt aufwendig ist.

[0007] Bezuglich einer akustischen Auswertung ist aus der Eisenbahntechnik bekannt, dass zur Feststellung der exakten Lärmquelle sowie der Art der Ausbreitung an einer Eisenbahnstrecke ein sogenannter Mikrofonarray aufgestellt wird und die Analyse der örtlich verschiedenen meist in der Regel auf verschiedener Höhe angeordneter Mikrofone eine Aussage über die exakte Lärmquelle an einem Zug oder an der Lokomotive und den Weg der Ausbreitung erlaubt. Eine Uebertragung und Weiterentwicklung eines solchen Verfahrens auf die Feststellung des Strassenverkehrs wäre hinsichtlich der Anordnung längs einer Strasse, z.B. im Abstand von 2 - 3 km mit einem nicht tragbaren Aufwand verbunden.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde ein Verfahren anzugeben, das erlaubt, den Strassenverkehrszustand eines Strassenabschnittes automatisiert so zu erfassen, dass eine ohnehin schon bestehende Infrastruktur genutzt werden kann.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch 1 angegebenen Massnahmen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen angegeben.

[0010] Dadurch dass der Umgebungslärm analysiert und vorgegebenen Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) zugeordnet wird, erfordert das erfindungsgemäße Verfahren vor Ort, d.h. an der Strasse keine zusätzliche Infrastruktur, da bereits vorhandene Mikrofone, von z.B. Notrufsäulen verwendet werden können.

[0011] So können sich die folgenden Vorteile zusätzlich ergeben:

- i) Durch die Verfahrensschritte:

- 50 A in der Auswerteeinheit werden aus dem Lärmmodell (A1) mehrere Abtastwerte (A1') generiert (31);
B aus den im Verfahrensschritt B generierten Abtastwerte (A1') werden Signale (S1, S2, S3) erzeugt, die einen Pegel aus verschiedenen Frequenzbändern repräsentieren (32);
C aus den im Verfahrensschritt B erzeugten Signalen (S1, S2, S3) werden durch eine Analyse im Frequenzoder im Zeitbereich Merkmale (M1, M2, M3) generiert (33);
D aus den im Verfahrensschritt C generierten Merkmalen (M1, M2, M3) wird aufgrund einer gespeicherten Zuordnung von Merkmalswertebereichen zu Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) ein Verkehrszustandsindikator (Z(t)) erzeugt (34);
werden keine Mikrofonarrays benötigt und das erfindungsgemäße monofonen Verfahren kann leicht auf

einem Computer mit allenfalls zusätzlich vorgesehenen digitalen Signalprozessoren implementiert werden und in ein Verkehrsleit- und/oder Verkehrsinformationssystem eingebunden werden (Patentanspruch 2).

5 ii) Dadurch dass

im Verfahrensschritt C für drei im hörbaren Bereich liegende Frequenzbänder (F1, F2, F3) ein zweites Merkmal (M2) generiert wird, das aus dem Quotienten der mittleren Leistung im mittleren Band (F2) und der mittleren Leistung im unteren Band (F1) gebildet wird; erfordert die Generierung des zweiten Merkmals keine grosse Rechenkapazität (Patentanspruch 7).

10 iii) Dadurch dass

die Verkehrszustände (Z1, Z2, Z3, Z4) geordnet sind und dass aus den im Verfahrensschritt B generierten Merkmalen (M1, M2, M3) zu einem unmittelbar vorangehend erzeugten Verkehrszustandsindikator ($Z(t)$) im Verfahrensschritt D nur ein benachbarter Verkehrszustandsindikator ($Z(t+\Delta t)$) erzeugt wird; ist das erfindungsgemäße Verfahren gegenüber akustischen Störeinflüssen robust (Patentanspruch 9).

15 [0012] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnung beispielsweise näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 Disposition an einer richtungsgtrennten Strasse mit einer Notrufsäule;

Figur 2 Vergrösserte Aufsicht einer Notrufsäule in der Disposition gemäss Figur 1;

20 Figur 3 Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Uebersicht;

Figur 4 Funktionseinheiten zur Vorverarbeitung;

Figur 5 Signalfluss für die Merkmalsextraktion;

Figur 6 Zustandsdiagramm mit zulässigen Zustandsübergängen.

25 [0013] Der Beschreibung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden die eingangs genannten vier Verkehrszustände zugrundegelegt, die beispielhaft wie folgt quantifiziert werden (die Abkürzung "Fz" steht für Fahrzeug):

| Symbol | Bezeichnung | Beschreibung, Quantifizierung |
|--------|----------------------|--|
| Z1 | Sporadischer Verkehr | Fluss J mit $J < 15$ [Fz/min] |
| Z2 | Mässiger Verkehr | $15 < J < 35$ [Fz/min] |
| Z3 | Dichter Verkehr | $J > 35$ [Fz/min] |
| 35 Z4 | Stau / "Stop and Go" | Dichte D hoch [Fz/100 m] und $v < 15$ [km/h] |

30 [0014] Die vom erfindungsgemäßen Verfahren benutzte und in aller Regel bereits vorhandene Infrastruktur ist in Figur 1 dargestellt. Längs einer Strasse sind in Abständen von ca. 500 m bis etwa 2 km Notrufsäulen angeordnet, die ein von einer Zentrale wie z.B. einer Polizeistation aktivierbares Mikrofon aufweisen. Diese Zentrale weist eine Auswerteeinheit auf, die aufgrund von vorgegebenen Einstellungen oder bedarfswise durch Eingriff eines Beamten die in den Notrufsäulen enthaltenen Mikrofone aktiviert. Die Disposition solcher Notrufsäulen ist meist individuell, d.h. der Abstand und die relative Lage zu der wenigstens einen Fahrbahn ist abhängig von den örtlichen Gegebenheiten und je nach Land von gesetzlichen Vorgaben. Um keine Gefährdung von Personen zu provozieren, ist meist direkt auf der Gegenseite ebenfalls an der gleichen Lage eine Notrufsäule angeordnet (nicht dargestellt in Fig. 1). In der Disposition gemäss der Figur 1 ist das Mikrofon in Fahrtrichtung r'' angeordnet, möglich ist auch eine Disposition des Empfangskegels orthogonal zur Fahrbahn $2', 2''$ oder auch gegen die Fahrtrichtung r' .

40 [0015] Die Mikrofone der einzelnen Notrufsäulen können von der erwähnten Zentrale aktiviert bzw. deaktiviert werden. Für das erfindungsgemäße Verfahren ist in einer Ausführungsform vorgesehen, dass eine zentrale Auswerteeinheit die verschiedenen Notrufsäulen bzw. die darin enthaltenen Mikrofone aktiviert und während eines vorgängig konfigurierten, d.h. einstellbaren Intervalls während einer ebenfalls einstellbaren Dauer aktiviert und den Umgebungsgeräusche aufnimmt und als ein sogenanntes Lärmprofil an die zentrale Auswerteeinheit übermittelt. Selbstverständlich ist dadurch die Benutzung der Notrufsäule durch eine Person in einem Notfall nicht beeinträchtigt. In einem solchen Fall würde die Übertragung des Lärmprofils abgebrochen und zu einem späteren Zeitpunkt erfolgt dann eine weitere Aktivierung des Mikrofons.

45 [0016] Fig. 3 zeigt in der Uebersicht die verschiedenen Verfahrensschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den in einer Auswerteeinheit implementierten Blöcken 31, 32, 33 und 34.

50 [0017] Der Umgebungsgeräusche wird durch das in der Notrufsäule 3 enthaltene Mikrofon 6 aufgenommen. Dieses Mi-

5 krofon 6 wird durch die erwähnte Auswerteeinheit aktiv geschaltet, beispielsweise wird der Umgebungslärm periodisch während einem Intervall von z.B. 60 s durch das Mikron aufgenommen und als Lärmuster A1 (auch Frame genannt) an die Auswerteeinheit übermittelt. Die Periodizität beträgt beispielsweise 15 Minuten. Im Block 31 als Teil der Auswerteeinheit wird ein Lärmuster A1 mit einer Frequenz von z.B. 8 kHz abgetastet und dadurch Abtastwerte A1' generiert, die einzeln Abschnitte von 125 µs Dauer repräsentieren. Diese Abtastwerte sind vorzugsweise in digitaler Form vorliegend mit einer Auflösung von z.B. 16 Bit.

10 [0018] Im Block 32 erfolgt eine Vorverarbeitung der Abtastwerte, z.B. der vorstehend beschriebenen 60x8000 digitalen Abtastwerte A1', die ein Lärmuster A1 von 1 Minute Dauer repräsentieren. Die detaillierten Verfahrensschritte im Block 32 zeigt die Figur 4 mit den Verfahrensschritten bzw. Einheiten 411 .. 434. Die Abtastwerte A1' werden je einem Tiefpass 411, einem Bandpass 412 und einem Hochpass 413 zugeführt, deren Frequenzen folgende disjunkte Bänder F1, F2 und F3 umfassen:

- 15 F1 Tiefpass : bis 200 Hz;
 F2 Bandpass : 200 - 2000 Hz;
 F3 Hochpass : 2000 - 4000 Hz.

20 [0019] Anschliessend werden die digitalen Audiosignale der vorgenannten drei Bänder in den Einheiten 413, 423 und 433 einer Glättung ("Smoothing") unterzogen und durch eine Unterabtastung in den Einheiten 414, 424 und 434 erfolgt eine Reduktion der Anzahl Abtastwerte, ohne dass dadurch ein Informationsverlust eintritt, diese letzte Feststellung ist auf das Shannon-Whittaker-Theorem gestützt. Die von den Einheiten 414, 424 und 434 erzeugten Signale werden mit S1, S2 und S3 bezeichnet, wobei das Signal S1 für das Frequenzband bis 200 Hz steht und S2 und S3 entsprechend in der Ordnung für die anderen beiden vorgenannten Frequenzbänder . Ein Signal Sx (x= 1, 2, 3) umfasst beispielsweise 60x8 bis 60x16 Abtastwerte, das im betreffenden Frequenzband eine Lärmuster A1 von 1 Minute Dauer repräsentieren. Die Zahl 60 bezieht sich auf die Expansion von 1 s auf eine Minute. Die Signale S1, S2, S3 selber repräsentieren einen Pegel, der dem Schalldruck entspricht, wobei dieser bis auf eine Skalierung die Einheit [N/m²] aufweist.

25 [0020] Im Block 33 erfolgt eine Merkmalsextraktion, die detaillierter in der Figur 5 mit den Einheiten 51, 52, 53 dargestellt ist. In der Einheit 51 wird aus dem Signal S2 die Welligkeit der Leistung durch Differentiation nach der Zeit t bestimmt, wobei von der Ableitung der Betrag gebildet wird. Ebenso wäre es auch möglich, anstelle der Betragbildung die Ableitung zu quadrieren. Die so ermittelte Welligkeit kann als Merkmal M1 für die Verkehrszustände Z1 "mässiger Verkehr" und Z3 "Dichter Verkehr" zur Unterscheidung des Zustands Z4 "Stau" verwendet werden. Die Signale S1 und S2 werden von der Einheit 52 einem spektralen Leistungsvergleich unterzogen: Aufgrund von ausgedehnten Messungen hat sich gezeigt, dass der nachfolgend aufgeführte Quotient im Verkehrszustand Z4 Stau einigermassen konstant ist und deshalb als Merkmal M2 für den Verkehrszustand Z4 herangezogen werden kann:

35
$$\frac{\text{mittlere Leistung } P \text{ im Band } 200 - 2000 \text{ Hz}}{\text{mittlere Leistung } P \text{ im Band bis } 200 \text{ Hz}}$$

40 [0021] Ebenfalls aufgrund von Messungen an einer Tunneleinfahrt hat sich gezeigt, dass der Wert dieses Quotienten in einem resistent ist gegenüber Witterungseinflüssen wie z.B. Regen und zwar solange, dass Geräusch des Regens einen bestimmten Anteil des von den Fahrzeugen entstammenden Lärms nicht übersteigt.

[0022] Im Block 53 erfolgt aus dem Signal S3 eine Leistungsspitzenbestimmung. Das so gewonnene Merkmal M3 ist geeignet für die Bestimmung der Verkehrszustände Z1, Z2 und Z3.

[0023] Die vorstehend definierten Merkmale werden der Einheit 34 - siehe dazu die Figur 3 - zugeführt zur Abbildung

45
$$Z(t) : \{M1, M2, M3\} \rightarrow \{Z1, Z2, Z3, Z4\}.$$

50 Z(t) wird als Zustandsindikator bezeichnet und ordnet den im Block 33 ermittelten Merkmalstrippeln {M1, M2, M3} einen Strassenverkehrszustand aus dem Bildbereich Z1, Z2, Z3 Z4 zu. Diese Abbildung erfolgt aufgrund vorgängig gespeicherter Merkmalswerte und Merkmalswertebereiche aus den jeweiligen Wertebereich von M1, M2 und M3 zu. Da der Strassenverkehrszustand zwar diskret jedoch in der zeitlichen Abfolge geordnet bzw. stetig ist, beinhaltet die vorgenannte Abbildung Z(t) eine Zustandsmaschine (auch Zustandsautomat genannt) gemäss der Fig. 6. Dadurch wird erreicht, dass der Zustandsindikator zeitlich hintereinander nur im Sinne der Ordnung benachbarte Zustände Z(t) und Z(t+Δt) generiert. In diesem Kontext muss die vorgenannte Abbildung nach einer erfolgten Initialisierung gesehen werden als:

$$Z(t) : \{M1..M3; Z1..Z4\} \rightarrow \{Z1, Z2, Z3, Z4\}$$

5 [0024] Mit einem solchen Zustandsautomaten lässt sich die Robustheit des erfindungsgemäßen Verfahrens erheblich steigern, in dem Ausreisser den tatsächlichen Verkehrszustand nicht falsch wiedergeben können.

10 [0025] Da mehrere Notrufsäulen längs einer Strasse hintereinander angeordnet sind, kann die Robustheit weiter gesteigert werden, in dem allenfalls mit einer zeitlichen Verzögerung die festgestellten Verkehrszustände analysiert werden, dabei ist einerseits der Fall "Kollision" bei einem Auseinanderdriften von Verkehrszuständen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Erfassungspunkten direkt feststellbar. Andererseits ist im besonderen bei den Zuständen Z1 und Z2 die zeitliche Verzögerung zwischen den beiden erwähnten Erfassungspunkten analysierbar und gibt dadurch eine noch bessere Qualität der Erfassung der Verkehrszustände.

15 [0026] Vorstehend ist eine zentrale Ausführungsform, d.h. Implementierung des erfindungsgemäßen Verfahrens beschrieben worden, bei dem die angegebene Werte als Beispiele anzusehen sind, die insbesondere von der Art der Uebertragung und damit von der Bandbreite zwischen Notrufsäule und Mikrofon abhängig sind. Um von dieser Bandbreite bzw. deren Beschränkung unabhängig zu werden, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch dezentral implementierbar, das heisst, jede Notrufsäule weist direkt eine Auswerteeinheit der vorgenannten Art auf und übermittelt den Verkehrszustandsindikator Z(t) an eine übergeordnete Ueberwachungsstelle.

20 [0027] Die Art der Merkmalsextraktion ist weder auf die drei angegebenen Frequenzbänder F1, F2 und F3 noch auf die angegebene Welligkeitsbestimmung, den spektralen Leistungsvergleich durch Quotientenbildung oder die Leistungsspitzenbestimmung beschränkt.

Liste der verwendeten Bezugszeichen

[0028]

| | | |
|----|---------------|---|
| 25 | 1 | Mittelstreifen |
| | 2', 2" | Fahrstreifen |
| 30 | 3 | Notrufsäule |
| | 4 | Zugangsbereich zur Notrufsäule 3 |
| 35 | 5 | Fahrende Fahrzeuge |
| | 6 | in Notrufsäule eingelassenes Mikrofon 6 |
| | 7 | Blinklicht |
| 40 | 31 | Signalgewinnung und Signalwandlung |
| | 32 | Vorverarbeitung |
| | 33 | Merkmalsextraktion |
| 45 | 34 | Klassierung der Merkmale und Zuordnung zu Verkehrszuständen |
| | 411 | Tiefpass |
| 50 | 421 | Bandpass |
| | 431 | Hochpass |
| | 412, 422, 432 | Leistungsermittlung |
| 55 | 413, 423, 433 | Glättung "Smoothing" |
| | 414, 424, 434 | Abtastwert-Reduktion |

| | |
|----------------|---|
| 51 | Bestimmung der Welligkeit der Leistung |
| 52 | Spektraler Leistungsvergleich |
| 5 53 | Leistungsspitzenbestimmung |
| A1 | Lärmuster, Frame, Audiosignal analog |
| 10 A1' | 60x8000 Abtastwerte von A1, Audiosignal digital |
| d | momentaner Weg des Schalls zum Mikrofon 6 |
| F1, F2, F3 | Disjunkte und geordnete Frequenzbänder |
| 15 M1, M2, M3 | aus den Signalen S1, S2, S3 extrahierte Merkmale |
| r', r'' | für die Fahrstreifen 2', 2'' vorgesehene Fahrrichtungen |
| 20 S1, S2, S3 | Signal in verschiedenen Frequenzbändern |
| Z (t) | Verkehrszustandsindikator |
| Z1, Z2, Z3, Z4 | Verkehrszustände, Ausprägungen von Z(t) |

25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Feststellung von Strassenverkehrszuständen, beim dem Umgebungslärm von einem an einer Straße (2', 2'') angeordneten Mikrofon (6) aufgenommen wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Umgebungslärm analysiert und vorgegebenen Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) zugeordnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Umgebungslärm von den Mikrofonen (6) als ein Lärmuster (A1) an eine Auswerteeinheit übertragen wird;
gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:
 - A in der Auswerteeinheit werden aus dem Lärmuster (A1) mehrere Abtastwerte (A1') generiert (31);
 - B aus den im Verfahrensschritt A generierten Abtastwerten (A1') werden Signale (S1, S2, S3) erzeugt, die einen Pegel aus verschiedenen Frequenzbändern (F1, F2, F3) repräsentieren (32);
 - C aus den im Verfahrensschritt B erzeugten Signalen (S1, S2, S3) werden **durch** eine Analyse im Frequenz- oder im Zeitbereich Merkmale (M1, M2, M3) generiert (33);
 - D aus den im Verfahrensschritt C generierten Merkmalen (M1, M2, M3) wird aufgrund einer gespeicherten Zuordnung von Merkmalswertebereichen zu Verkehrszuständen (Z1, Z2, Z3, Z4) ein Verkehrszustandsindikator (Z(t)) erzeugt (34).
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
 das Lärmuster (A1) in einem einstellbaren Zeitintervall während einer einstellbaren Dauer aus dem Umgebungslärm vom Mikrofon (6) aufgenommen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
 im Verfahrensschritt B ein erstes, zweites und drittes Signal (S1, S2, S3) generiert wird, das je einem bestimmten Frequenzband des Lärmusters (A1) entstammt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, dass
 ein erstes Merkmal (M1) generiert wird, das die Welligkeit des im Verfahrensschritt B generierten zweiten Signals

(S2) repräsentiert.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,

dadurch gekennzeichnet, dass

5 im Verfahrensschritt B die Signale (S1, S2, S3) die Leistung repräsentieren.

7. Verfahren nach Anspruch 6,

dadurch gekennzeichnet, dass

10 im Verfahrensschritt C für drei im hörbaren Bereich liegende Frequenzbänder (F1, F2, F3) ein zweites Merkmal (M2) generiert wird, das aus dem Quotienten der mittleren Leistung im mittleren Band (F2) und der mittleren Leistung im unteren Band (F1) gebildet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,

dadurch gekennzeichnet, dass

15 im Verfahrensschritt C ein drittes Merkmal (M3) generiert wird, das Leistungsspitzen repräsentiert.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8,

dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Verkehrszustände (Z1, Z2, Z3, Z4) geordnet sind und dass aus den im Verfahrensschritt B generierten Merkmalen (M1, M2, M3) zu einem unmittelbar vorangehend erzeugten Verkehrszustandsindikator (z(t)) im Verfahrensschritt D nur ein benachbarter Verkehrszustandsindikator (Z(t+Δt)) erzeugt wird.

25

30

35

40

45

50

55

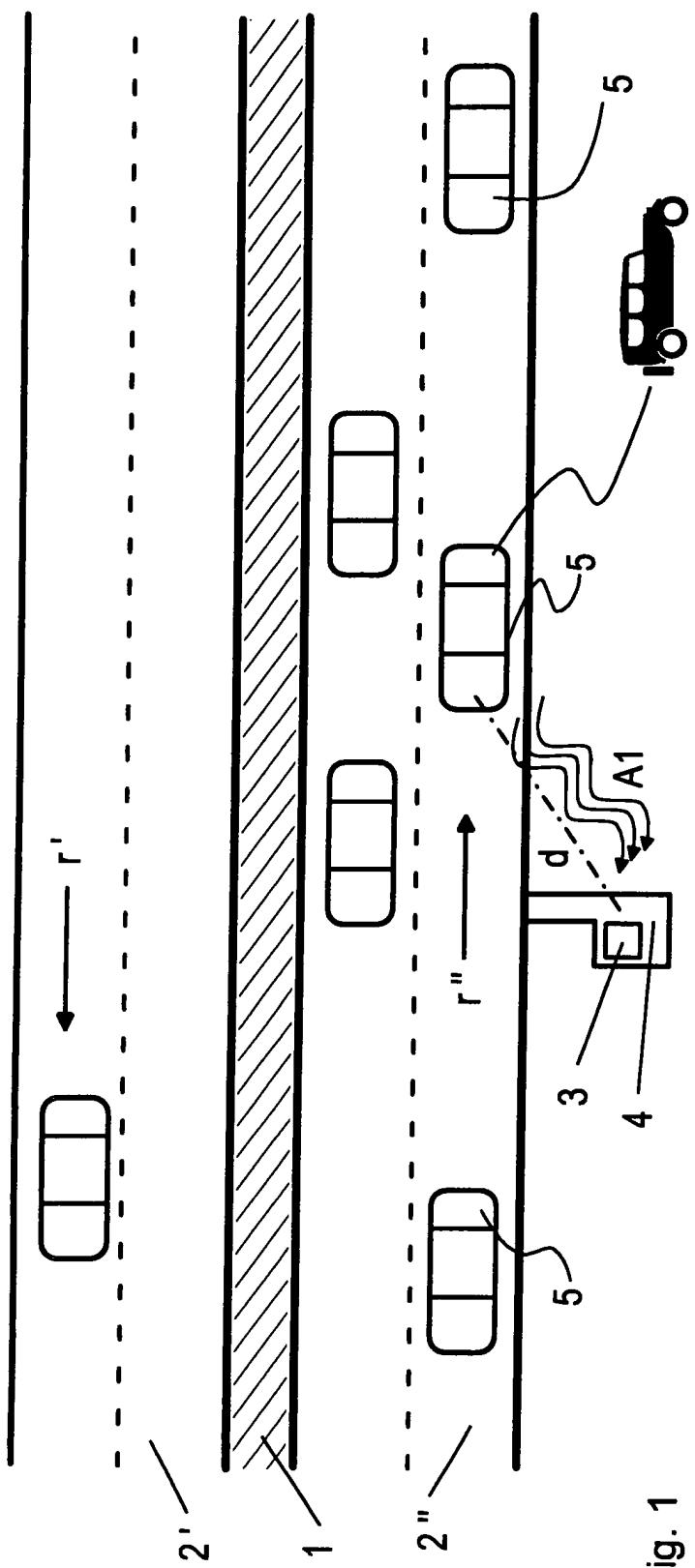


Fig. 1

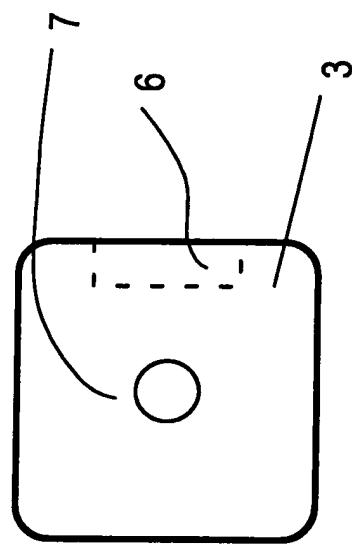


Fig. 2

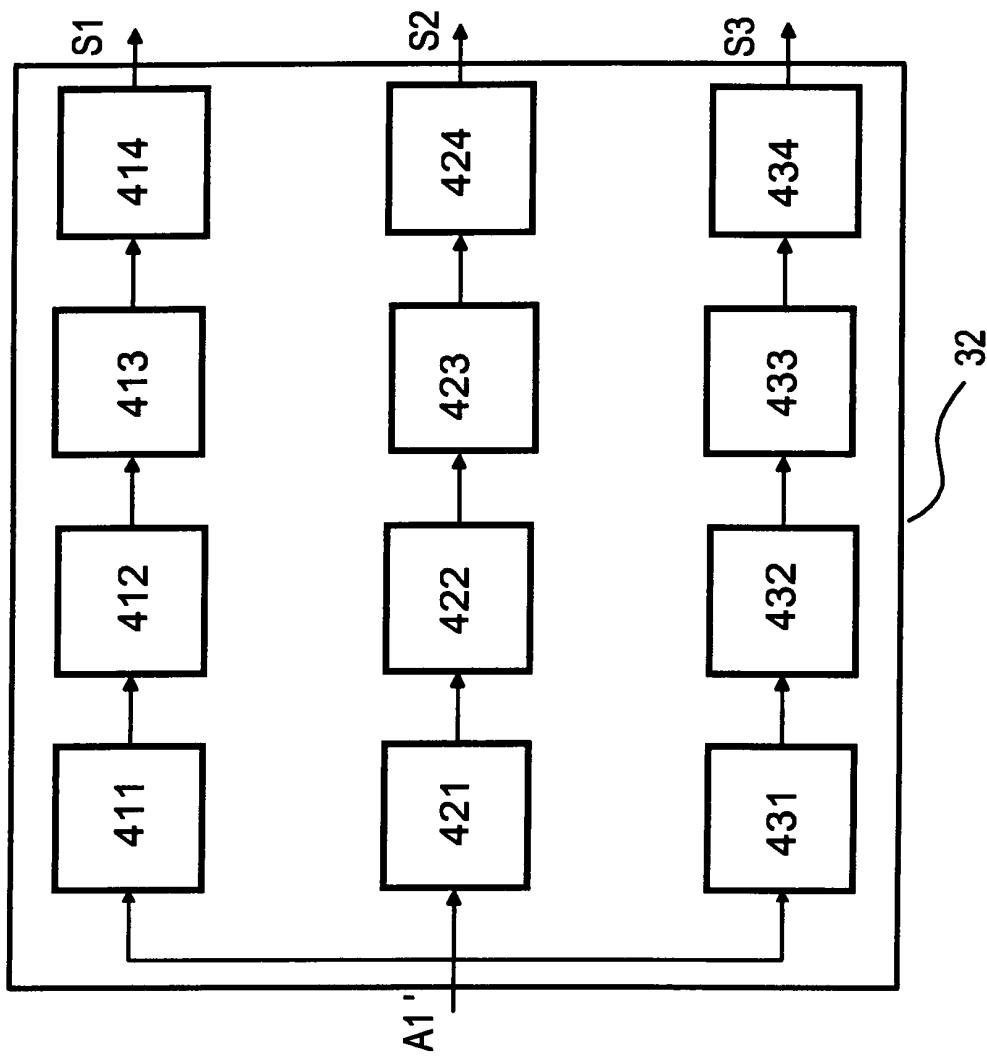


Fig. 4

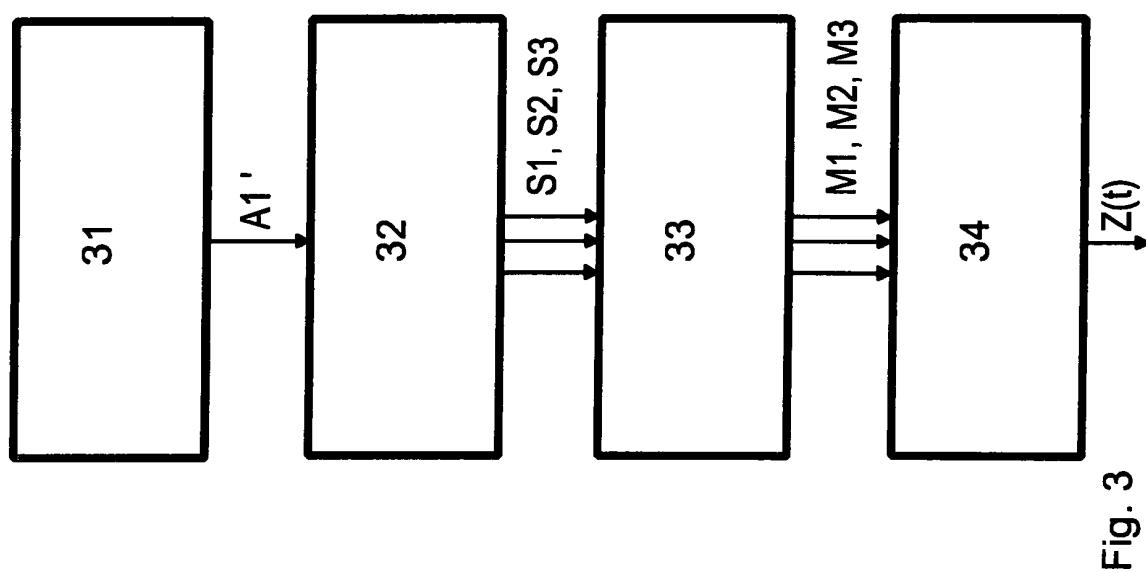


Fig. 3

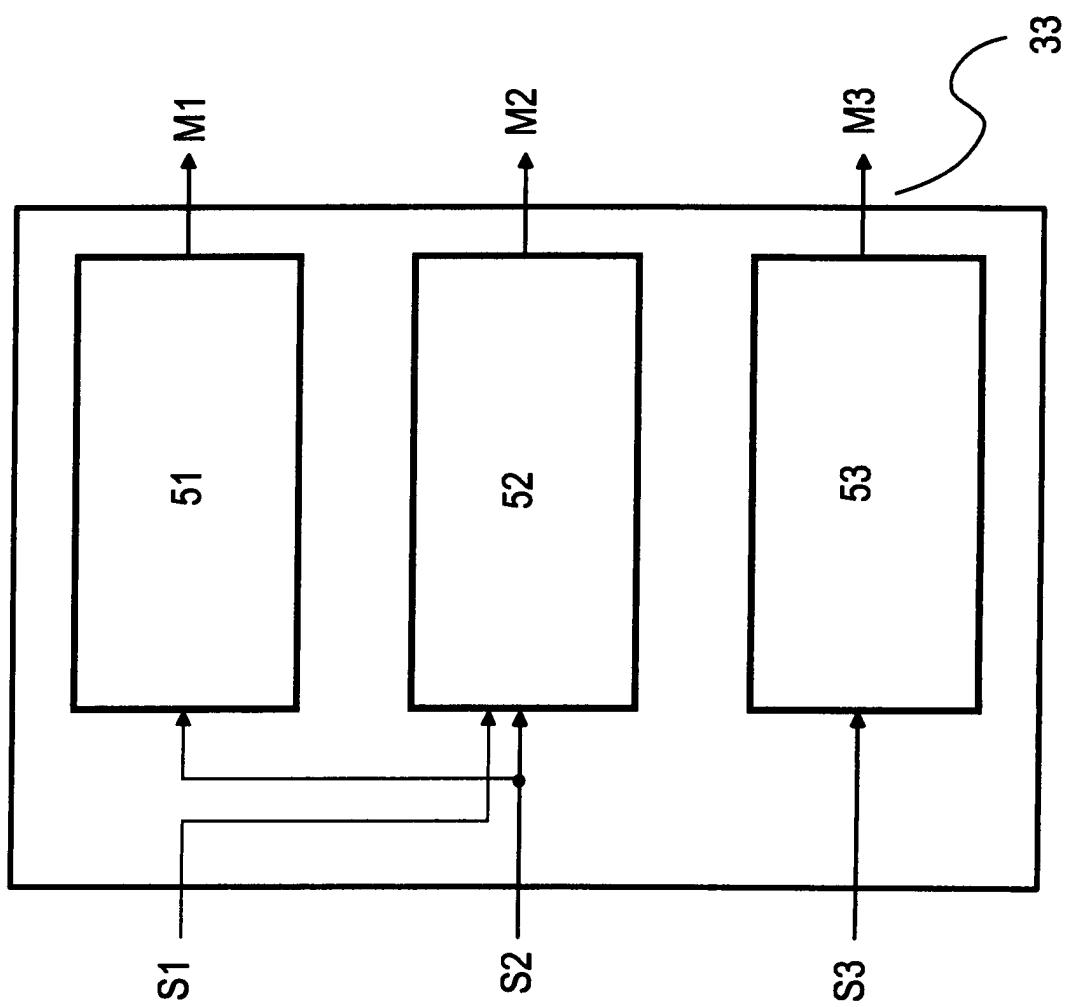


Fig. 5

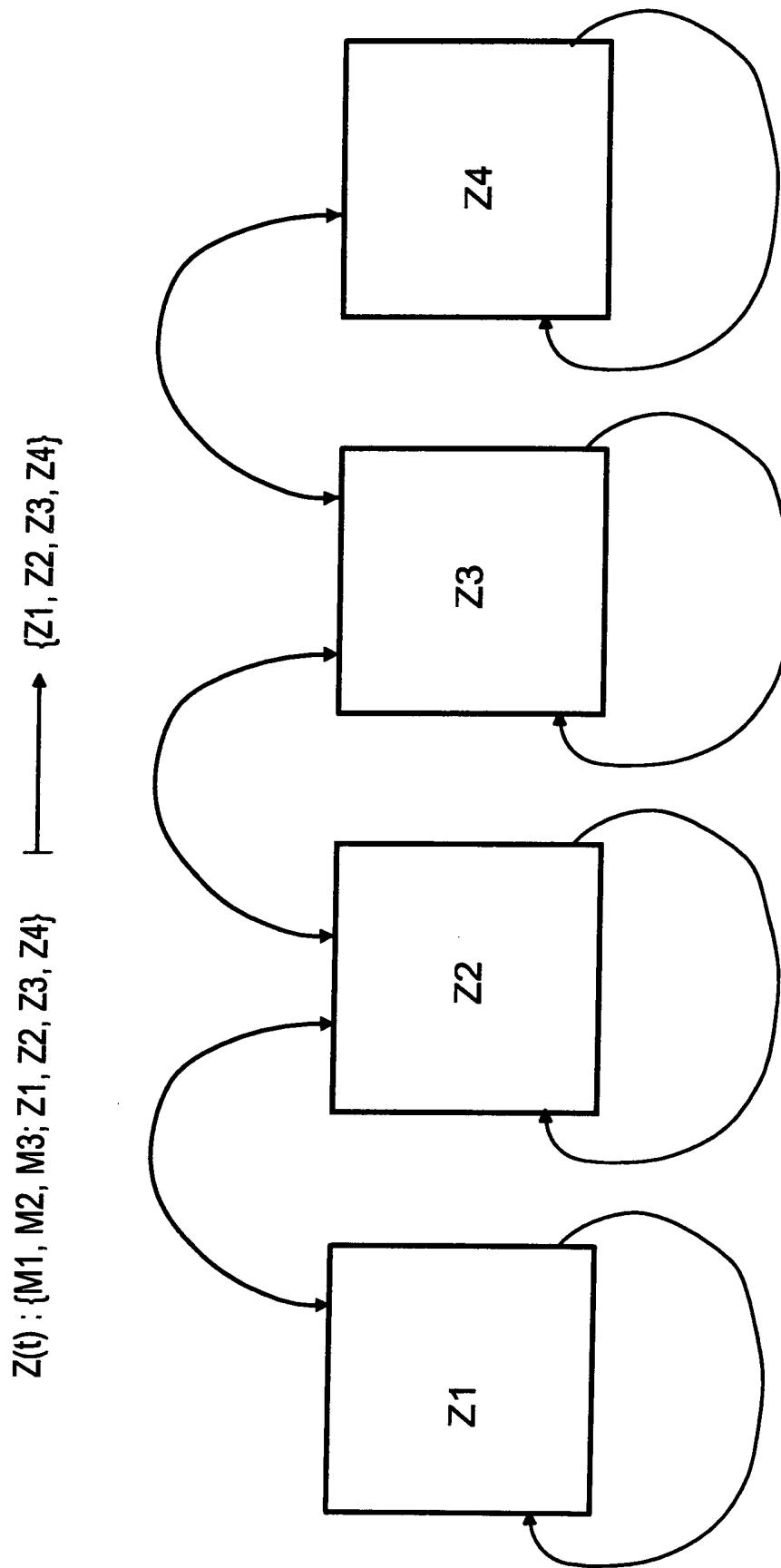


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 8029

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE | | | |
|---|---|------------------|---|
| Kategorie | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile | Betreff Anspruch | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7) |
| X | US 5 717 391 A (RODRIGUEZ OTTO M) 10. Februar 1998 (1998-02-10) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 13 – Spalte 3, Zeile 3; Abbildungen 1,2 * | 1 | G08G1/01 G08G1/04 |
| Y | US 6 195 608 B1 (KUHN JOHN PATRICK ET AL) 27. Februar 2001 (2001-02-27) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 49 – Spalte 4, Zeile 19; 2,4 Abbildung 1 * * Spalte 4, Zeile 52 – Spalte 7, Zeile 25; Abbildungen 3-5 * | 1 | |
| A | US 5 878 367 A (CHEN YIE-MING ET AL) 2. März 1999 (1999-03-02) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 18 – Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen 1-4 * | 2,4 | |
| Y | US 5 878 367 A (CHEN YIE-MING ET AL) 2. März 1999 (1999-03-02) * Zusammenfassung * * Spalte 2, Zeile 18 – Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen 1-4 * | 1 | |
| A | EP 1 056 063 A (SIEMENS SCHWEIZ AG) 29. November 2000 (2000-11-29) * Seite 2, Zeile 3 – Zeile 18 * * Seite 8, Zeile 54 – Zeile 57 * | 2,6,8 | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) |
| A | EP 1 056 063 A (SIEMENS SCHWEIZ AG) 29. November 2000 (2000-11-29) * Seite 2, Zeile 3 – Zeile 18 * * Seite 8, Zeile 54 – Zeile 57 * | 1 | G08G |
| A | US 5 778 332 A (CHANG JAMES SHIH-TSIH ET AL) 7. Juli 1998 (1998-07-07) * Zusammenfassung * * Spalte 3, Zeile 10 – Spalte 4, Zeile 53; Abbildungen 2,3 * | 2,9 | |
| | | 1-3 | |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt | | | |
| Recherchenort | Abschlußdatum der Recherche | Titular | |
| MÜNCHEN | 1. Oktober 2001 | Heß, D | |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE | | | |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze | | |
| Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie | E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist | | |
| A : technologischer Hintergrund | D : in der Anmeldung angeführtes Dokument | | |
| O : nichtschriftliche Offenbarung | L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument | | |
| P : Zwischenliteratur | S : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument | | |

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

EP 01 11 8029

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

01-10-2001

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | | Datum der Veröffentlichung | | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|----|-------------------------------|----------|-----------------------------------|--|-------------------------------|
| US 5717391 | A | 10-02-1998 | EP WO | 1057154 A2 9836396 A2 | | 06-12-2000 20-08-1998 |
| US 6195608 | B1 | 27-02-2001 | US | 6021364 A | | 01-02-2000 |
| US 5878367 | A | 02-03-1999 | | KEINE | | |
| EP 1056063 | A | 29-11-2000 | EP | 1056063 A1 | | 29-11-2000 |
| US 5778332 | A | 07-07-1998 | | KEINE | | |