



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
01.07.2009 Patentblatt 2009/27

(51) Int Cl.:
G08G 1/01 ^(2006.01) *G08G 1/07* ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08168655.2**

(22) Anmeldetag: **07.11.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Sachse, Thomas, Dr.**
83052 Bruckmühl (DE)

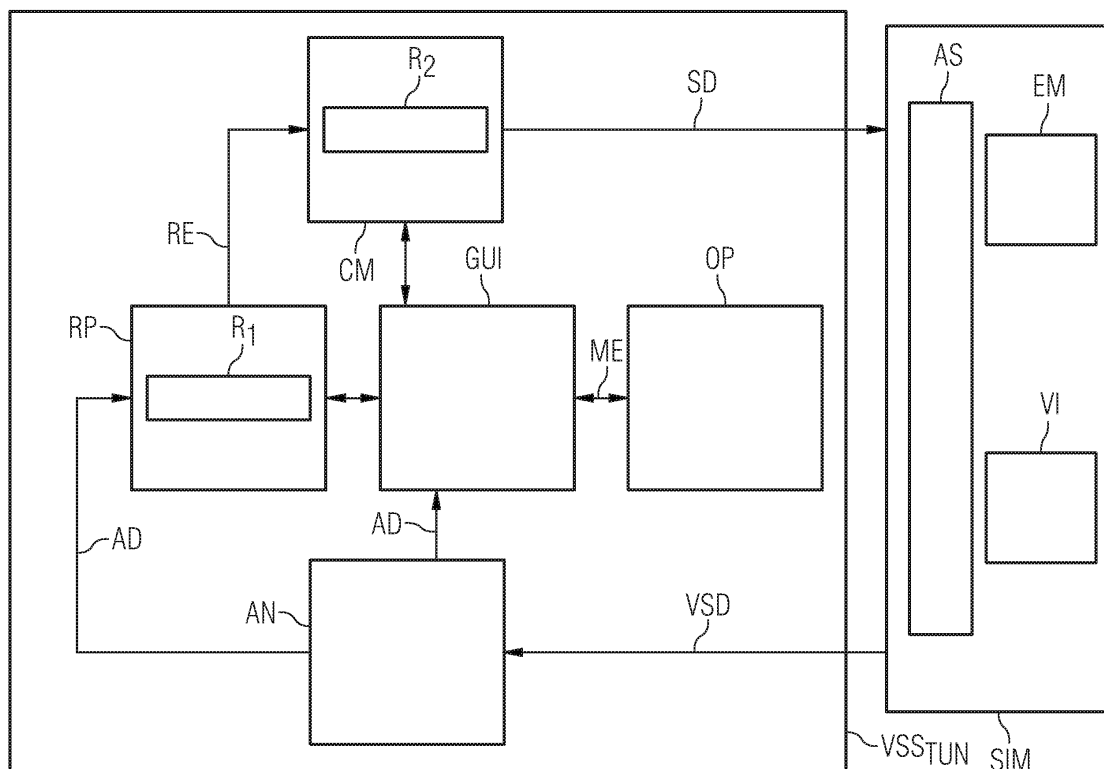
(30) Priorität: **27.12.2007 DE 102007062742**

(54) **Verfahren und Prüfeinrichtung zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems und/oder der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Prüfeinrichtung zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) für Tunnelstrecken und/oder zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke, wobei auf Basis von Steuerungsdaten (SD) des Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) eine Tunnel-Verkehrssi-

tuationsimulation erzeugt werden, die an das Verkehrssteuerungssystem (VSS_{TUN}) als Eingangsdaten übergeben werden. Dabei wird bei der Simulation (SIM) der Tunnel-Verkehrssituation eine Schadstoffkonzentration und/oder eine Sichtweite im Tunnel bzw. in Abschnitten des Tunnels berücksichtigt.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken. Des Weiteren betrifft sie ein Verfahren zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke sowie eine Prüfeinrichtung zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken bzw. zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke.

[0002] Der reibungslose Verkehrsablauf im Bereich von Tunnelstrecken ist eine der vordringlichen und gleichzeitig kompliziertesten Aufgaben im Bereich der Verkehrssteuerungstechnik. Vordringlich ist sie vor allem deshalb, weil auf Tunnelstrecken eine verschärfte Gefahrensituation für Verkehrsteilnehmer vorliegt. Mehrere Katastrophen in europäischen Tunnels in den letzten Jahren haben diese Gefahren dramatisch offenbart. Besonders kompliziert ist die Aufgabe deshalb, weil neben den üblichen Faktoren, die für Verkehrssteuerungssysteme relevant sind, wie beispielsweise Wetter, Tageszeit, Verkehrsdichte, Anzahl von Fahrstreifen usw. kritische Zusatzfaktoren eine zentrale Rolle für die Steuerung spielen. Hierunter fallen vor allem Notfallfaktoren.

[0003] Derartige Notfallfaktoren können beispielsweise durch Entstehung eines Feuers oder Schwelbrands in einem Tunnel entstehen. Innerhalb kürzester Zeit breiten sich hierdurch Schadstoffe aus; es verringert sich die Sichtweite für die anderen Verkehrsteilnehmer erheblich, wodurch es urplötzlich zu brisanten und chaotischen Verkehrsverhältnissen innerhalb des Tunnels kommen kann. Tunnels umfassen zudem Fluchtwege und damit zusätzlich zu kontrollierende Bereiche für Verkehrssteuerungs- und -monitoringsysteme, die auf die Gefahrensituation bei Notfällen vor allem insofern Einfluss haben, als durch sie im positiven Fall die Lage entspannt werden kann, jedoch im negativen Fall auch verschärft, wenn sie ihren Zweck nicht erfüllen und dadurch zusätzliches Chaos entsteht.

[0004] Bisher wurden Steuerungssysteme für Tunnelstrecken erst dann getestet und die Steuerungsparameter entsprechen eingestellt, wenn das Gesamtsteuerungssystem unter realen Bedingungen online arbeitete. Entsprechend wurde auch die Verkehrstüchtigkeit von Tunnelstrecken erst im realen Betrieb überprüft. Simulationen von Einzelfaktoren waren zwar bereits punktuell möglich, jedoch konnte das dynamische Zusammenwirken dieser Faktoren, speziell in Hinblick auf Emissionsgrenzwerte für Schadstoffe, bisher nicht ausreichend berücksichtigt werden. Aufwändige Versuche in den Tunnels zur Entwicklung und Ausbreitung von Schadstoffen und die Überprüfung der Wirkung der Verkehrssteuerung im laufenden Betrieb waren die einzigen zur Verfügung stehenden Mittel. Da Änderungen nach einer Bauausführung eines Tunnels jedoch nur unter hohem Aufwand möglich sind und einen extrem hohen Kostenfaktor darstellen, wurden nicht immer rechtzeitig die geeigneten Schritte zur Verbesserung der baulichen Rahmenbedingungen und der hierzu gehörenden Verkehrssteuerung

eingeleitet.

[0005] Es ist daher Ziel der vorliegenden Erfindung, ein Verkehrssteuerungssystem für Tunnelstrecken bzw. die Verkehrstüchtigkeit von Tunnelstrecken deutlich besser überprüfbar zu machen, im Speziellen im Vorfeld des Baus einer Tunnelstrecke bzw. der Konzeption eines entsprechenden Verkehrssteuerungssystems für eine Tunnelverkehrsstrecke.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken und/oder zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke gelöst, bei dem auf Basis von Steuerungsdaten des Verkehrssteuerungssystems eine Tunnelverkehrssituation simuliert wird und dabei Verkehrssituationsdaten erzeugt werden, die an das Verkehrssteuerungssystem als Eingangsdaten übergeben werden, wobei bei der Simulation der Tunnelverkehrssituation eine Schadstoffkonzentration und/oder eine Sichtweite im Tunnel bzw. in Abschnitten des Tunnels berücksichtigt wird.

[0007] Als Steuerungsdaten werden die Signale des Verkehrssteuerungssystems verstanden, mit denen im realen Betrieb Verkehrssteuerungsaktuatoren gesteuert werden, wie z.B. Steuersignale für Lichtzeichenanlagen, Hinweistafeln, ansteuerbare Verkehrszeichen zur Vorgabe von Höchstgeschwindigkeiten, zur Sperrung von Fahrbahnen etc.

[0008] Die erzeugten Verkehrssituationsdaten entsprechen Verkehrssituationsmessdaten, wie sie von einem Verkehrs- und Emissionsdetektorsystem ermittelt würden, das im laufenden Betrieb operiert. Sie repräsentieren das aktuelle Simulationsergebnis z. B. in Form von Daten über die aktuelle Verkehrsdichte und die Durchschnittsgeschwindigkeit auf den einzelnen Fahrbahnen, die Sichtweite etc. Die an das Verkehrssteuerungssystem als Eingangsdaten übergebenen Verkehrssituationsdaten stellen somit Rückkopplungsdaten dar, die dazu dienen, dass das Verkehrssteuerungssystem eine Rückmeldung erhält, welche Verkehrssituationsdaten aufgrund seiner Verkehrssteuerungsaktivität entstehen können. Ein derartiges Verfahren berücksichtigt also in einer reinen Simulation neben herkömmlichen Steuerungsdaten die Effekte, die in einer Tunnelverkehrssituation insbesondere gefährlich werden können, nämlich die Schadstoffkonzentration und/oder die Sichtweite im Tunnel bzw. in Einzelabschnitten des Tunnels, um dadurch Rückschlüsse zu erlauben, wie in welchen Ausgangsverkehrssituationen Steuerungsdaten auf das Verkehrssystem im Tunnel wirken.

[0009] Zum Beispiel kann, ausgehend von einer durchschnittlichen Verkehrsdichte und einem Fahrbetrieb im Tunnel auf zwei Fahrstreifen pro Fahrtrichtung bei ungestörtem Verkehr simuliert werden, was geschieht, wenn das Verkehrssteuerungssystem auf einen Betrieb mit nur einem Fahrstreifen pro Richtung umgeschaltet. Hieraus ergeben sich neben einer Änderung der Geschwindigkeiten der Fahrzeuge im Tunnel durch das Abbrems- bzw. Beschleunigungsverhalten von Verkehrs-

teilnehmern andere Schadstoffkonzentrationen und in extremeren Fällen Veränderungen der Sichtweite im Tunnel.

[0010] Außerdem wird die eingangs genannte Aufgabe durch eine Prüfeinrichtung zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken und/oder zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke gelöst, wobei die Prüfeinrichtung mindestens Folgendes aufweist:

- einer Eingangsschnittstelle für Steuerungsdaten des Verkehrssteuerungssystems,
- eine Verkehrssituations-Simulationseinheit zur Simulation einer Tunnel-Verkehrssituation auf Basis der Steuerungsdaten,
- eine Verkehrssituationsdaten-Erzeugungseinheit zur Erzeugung von Verkehrssituationsdaten in Abhängigkeit von einem Simulationsergebnis,
- eine Weitergabeschnittstelle für Verkehrssituationsdaten an das Verkehrssteuerungssystem,

wobei die Verkehrssituationssimulationseinheit so ausgebildet ist, dass sie bei der Simulation der Tunnelverkehrssituation eine Schadstoffkonzentration und/oder eine Sichtweite im Tunnel bzw. in Abschnitten des Tunnels berücksichtigt.

[0011] Die Eingangsschnittstelle und die Weitergabeschnittstelle sowie Verkehrssituationssimulationseinheit und die Verkehrssituationsdatenerzeugungseinheit können jeweils sowohl hardwaremäßig also auch in Form von miteinander gekoppelten Untereinheiten eines Prozessors, gegebenenfalls softwaregesteuert, ausgeführt sein. Zusätzlich kann speziell die Verkehrssituationssimulationseinheit und die Verkehrssituationsdaten-Erzeugungseinheit über weitere Eingangsschnittstellen mit Datenquellen, speziell Referenzdatenquellen, verbunden sein. Mit Hilfe einer derartigen Prüfeinrichtung kann sowohl ein Verfahren zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems als auch ein Verfahren zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke durchgeführt werden - sofern über eine entsprechende Schnittstelle tunnelspezifische Konstruktionsdaten in die Prüfeinrichtung eingegeben werden können.

[0012] Die Prüfeinrichtung kann ganz oder zum Teil in Hardware oder in Software realisiert werden. Software hat den Vorteil einer schnellen und kostengünstigen Realisierung. Daher wird zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt ein Computerprogrammprodukt verwendet, welches direkt in eine Rechereinrichtung ladbar ist, mit Programmcodemitteln, um alle Schritte eines wie eben beschriebenen Verfahrens auszuführen.

[0013] Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung. Dabei kann die erfindungsgemäße Prüfeinrichtung bzw. das Verfahren zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke auch ent-

sprechend den abhängigen Ansprüchen zu dem Verfahren zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems weitergebildet sein.

[0014] Als Grundbasis der Simulation der Tunnelverkehrssituation dienen wie oben erläutert vornehmlich Steuerungsdaten des Verkehrssteuerungssystems.

[0015] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird die Tunnelverkehrssituation zusätzlich zu den Steuerungsdaten des Verkehrssteuerungssystems auf Basis weiterer Eingangsgrößen und/oder Eingangsfaktoren simuliert. Hierunter fallen sowohl langfristig konstante Größen und Faktoren als auch variierbare Größen und Faktoren.

[0016] Als langfristig konstante Größen können beispielsweise die konstruktiven Gegebenheiten der Fahrbahn, das Vorhandensein von natürlichen Verkehrshindernissen oder das kulturelle Umfeld des jeweiligen Landes, in dem ein Tunnel betrieben wird, angesehen werden. Variierbare Größen betreffen beispielsweise Verkehrsstörungen, die Entwicklungen der Verkehrsdichte, die Tageszeit, Wettereinflüsse und Umwelteinflüsse. Durch Berücksichtigung weiterer relevanter Eingangsgrößen bzw. Faktoren im Simulationsprozess erhält das Verkehrssteuerungssystem eine umfassende Datenbasis für die Simulation, aufgrund derer es ein differenziertes Simulationsbild entwerfen kann.

[0017] Bei der Simulation können langfristig konstante Größen wie die konstruktiven Gegebenheiten oder das kulturelle Umfeld als eine Art Basisgröße in die Simulation einfließen, während zu Bestimmung eines bestimmten Verkehrsszenarios und eines daraus abzuleitenden Steuerungsablaufs durch das Verkehrssteuerungssystem die variierbaren Größen üblicherweise bei jeder Simulation neu definiert und während der Simulation verändert (bzw. aktualisiert) werden können.

[0018] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfassen die Steuerungsdaten Parameter für Steuerungsaktuatoren, die die Schadstoffkonzentration im Tunnel regulieren. Hierdurch berücksichtigt das Verfahren nicht nur die üblichen Steuerungsdaten zur Verkehrssteuerung, sondern auch Steuerungsdaten zur Regulierung von tunnelspezifischen Gefahreneinflüssen. Gemäß einer besonders bevorzugten Weiterbildung dieser Form werden als Steuerungsaktuatoren Ventilatoren verwendet. Hierunter fallen nicht nur Gebläse, die Schadstoffe bzw. Luft von einer Seite des Tunnels in Richtung der anderen Öffnung des Tunnels ventilieren, sondern auch Ventilationen für näherungsweise vertikal verlegte kaminähnliche Abzüge.

[0019] Die Steuerungsdatenparameter umfassen vorteilhafterweise Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren, die Verhaltensgebote bzw. Verbote anzeigen. Unter diese Steuerungsaktuatoren fallen zahlreiche Verkehrsschilder und variable Anzeigen. Erfahrungsgemäß wird auch durch Verkehrsgebote eine schnelle und effektive Verhaltensänderung von Verkehrsteilnehmern bewirkt, wodurch sich sowohl eine Verkehrssituation als auch eine Schadstoffkonzentrations-

situation relativ einfach variieren lassen.

[0020] Zu den Steuerungsdaten gehören daher bevorzugt Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren, die Verkehrsflüsse in ihrer Höchstgeschwindigkeit regulieren. Die Regulierung von Geschwindigkeiten in Tunnels stellt eine der wichtigsten Einflussmöglichkeiten von Verkehrssteuerungssystemen zur Gewährleistung von Verkehrssicherheit und Schadstoffregulierung dar. Deshalb ist es besonders vorteilhaft, derartige Steuerungsdaten in der Simulation zu berücksichtigen.

[0021] Ebenso gehören zu den Steuerungsdaten bevorzugt Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren, die Verkehrsflüsse in ihrem Streckenverlauf regulieren. Die Regulierung eines Streckenverlaufs kann beispielsweise durch Sperrung einzelner Fahrstreifen erfolgen. Im Tunnelbereich kann es weiterhin in manchen Situationen vorteilhaft sein, eine Blockabfertigung durchzuführen. Bei Tunnels mit nur einer Tunnelröhre und Fahrbahnen für beide Fahrtrichtungen, die nicht voneinander getrennt sind, kann weiterhin eine Umleitung des Richtungsverkehrs von einem Fahrstreifen auf einen Fahrstreifen, der eigentlich für den entgegengesetzten Richtungsverkehr vorgesehen ist, erfolgen. Solche Maßnahmen können auch zum Zwecke der Regulierung der Schadstoffbelastung genutzt werden. Auch derartige Maßnahmen beeinflussen das Verkehrsverhalten, den Verkehrsfluss und die Schadstoffemissionen von Fahrzeugen maßgeblich.

[0022] Die Verkehrssteuerung durch Verhaltensgebote bzw. Verbote, insbesondere durch Höchstgeschwindigkeitsvorschriften bzw. durch Streckenleitsysteme stellen besonders wichtige Einflussfaktoren auf das Verkehrsverhalten von Verkehrsteilnehmern dar. Insofern ist ihre Berücksichtigung von besonderem Vorteil bei der Simulation von Verkehrssteuerungssituationen. Werden einzelne oder die Gesamtheit dieser Parameter berücksichtigt, so kann mit großer Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass die Genauigkeit der Verkehrssimulation bereits in etwa einen kritischen Wert überschritten hat, ab dem man von sehr realistischen Prüfbedingungen ausgehen kann.

[0023] Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform wird bei der Tunnelverkehrssituation eine Notfallfluchtsituation im Tunnel bzw. Abschnitten des Tunnels berücksichtigt. Auf diese Art und Weise kann erstens grundsätzlich auf Tunnelverkehrssituationen bei der Simulation speziell eingegangen werden, sodass das Verkehrssteuerungssystem auf seinen konkreten Einsatzbereich und seine entsprechende Tauglichkeit hierfür geprüft wird. Außerdem werden hier ganz besonders die konstruktiven Gegebenheiten eines konkreten Anwendungsbeispiels eines Tunnels in einer sehr tiefgehenden Art und Weise mit berücksichtigt. Insbesondere kann damit die Tauglichkeit der Fluchtwege innerhalb des Tunnels, der Notrufeinrichtungen und anderer Hilfseinrichtungen mit überprüft werden. Es ergibt sich daher bei einem Verfahren gemäß dieser bevorzugten Ausführungsform für Verkehrsfachleute der Vorteil, dass an kon-

kretem Beispiel unter Einbeziehung von Extremsituationen das Verkehrssteuerungssystem grundlegend geprüft werden kann.

[0024] Neben externen und internen Einflussfaktoren des Tunnels bzw. des Verkehrssteuerungssystems spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung von Verkehrssituationen das Verkehrsverhalten der Verkehrsteilnehmer. Die Erfahrung zeigt, dass die Qualität einer Verkehrssimulation entscheidend von der Genauigkeit der Simulation des Verkehrssimulationsverhaltens von Verkehrsteilnehmern abhängig ist. Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung repräsentieren daher die Verkehrssituationsdaten das Verkehrsverhalten einzelner Verkehrsteilnehmer und/oder einzelner Kleingruppen von Verkehrsteilnehmern und die Simulation erfolgt unter Berücksichtigung des Verkehrsverhaltens der einzelnen Verkehrsteilnehmer und/oder einzelnen Kleingruppen.

[0025] Eine derartige mikroskopische Betrachtungsweise von Verkehrsverhalten stellt bei der Simulation von Verkehrssituationen im Tunnel ganz besonders transparent dar, welche Gefahrensituationen und sich daraus ergebende Notfallszenarien sich entwickeln können. Derartige mikroskopische Verkehrssimulationssysteme sind derzeit für Verkehrssimulationen im städtischen Verkehr bekannt, doch für Tunnelstrecken bisher noch nicht verwendet worden. In der konkreten Anwendung für Tunnelstrecken besteht ihre besondere Leistung darin, die bereits erwähnten tunnelspezifischen Ein- und Ausgangsparameter einer Verkehrssteuerung systematisch mit einzubeziehen. Es stellt damit einerseits eine besondere Herausforderung für ein Verkehrssteuerungssystem dar, doch gleichzeitig erhöht sich die Effektivität des Verkehrssteuerungssystems bzw. die Effektivität der Überprüfung des Verkehrssteuerungssystems um ein Vielfaches.

[0026] In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden auf Basis zumindest eines Teils der Steuerungsdaten Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen von Verkehrsteilnehmern ermittelt und erfolgt eine Simulation der Verkehrssituation unter Verwendung der Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen. D. h. es werden verschiedenen Steuerungsdaten Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen zugeordnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Verkehrsteilnehmer auf das betreffende Steuerungsdatum, beispielsweise eine vorgegebene Höchstgeschwindigkeit oder ein Fahrspurempfehlung reagieren.

[0027] Mit der Simulation auf Basis von Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen von Verkehrsteilnehmern werden statistische Methoden verwendet, deren Datengrundlagen in der Regel auf langjähriger Praxiserfahrung aus Messreihen basieren. Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen beziehen sich dabei auf bestimmte Bezugsgrößen, die wieder Einfluss auf die Verkehrssituation haben, wie zum Beispiel die Geschwindigkeit von Fahrzeugen. Sie können in einer Wahrscheinlichkeitskurve aufgetragen werden. Sie geben Auf-

schluss darüber, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein bestimmtes, zufällig ausgewähltes Fahrzeug zum Beispiel mit einer bestimmten Geschwindigkeit fährt. Per Zufallsprinzip können auf Basis der Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilung Fahrzeugen Geschwindigkeiten zugeordnet werden. Damit wird es möglich, in der Gesamtheit aller Verkehrsteilnehmer sehr genau zu simulieren, was einzelne Verkehrssensoren in einem realen Betrieb des Verkehrssteuerungssystems erfassen würden. Das Verfahren weist damit unter anderem den Vorteil auf, dass es dynamisch ausgebildet ist und auf Basis empirisch erhobener Daten und stochastischer Erfahrungswerte ein möglichst genaues Abbild von realen Verkehrssituationen gewährleisten kann.

[0028] Gemäß einer Weiterbildung dieser Ausführungsform werden den Steuerungsdaten und/oder weiteren Eingangsgrößen und/oder -faktoren und/oder Kombinationen hiervon Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen aus einem Datenbanksystem zugeordnet. Dies bedeutet, dass in oder in Verbindung mit einer Verhaltenswahrscheinlichkeits-Ermittlungseinheit eine Zuordnungsdatenbank vorgesehen ist, in der z.B. matrixartig bestimmten Steuerungsdaten bzw. Eingangsgrößen bzw. bestimmten Kombinationen dieser Steuerungsdaten und Eingangsgrößen Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen, beispielsweise in Form von Wahrscheinlichkeitskurven zugeordnet sind. Im Betrieb sucht die Verhaltenswahrscheinlichkeits-Ermittlungseinheit in dieser Datenbank bzw. Matrix jeweils die Konstellation von Eingangsgrößen bzw. Steuerungsdaten oder Kombinationen davon, die einer definierten Datenbankangabe am nächsten kommt und speist die dieser Datenbankangabe zugeordnete Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilung in die Verkehrssituationssimulations-Einheit ein. Eine derartige datenbankbasierte Zuordnung von Konstellationen zu Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen bewirkt unter anderem vorteilhafterweise, dass das System im Betrieb nicht mit unnötigen Berechnungsaufgaben von Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen belastet wird, sondern auf vorab generierte, empirisch und systematisch akquirierte Daten zu Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen zurückgreifen kann. Damit werden das System und das Verfahren effektiviert und speziell bei einer Vielzahl von berücksichtigten Einflussfaktoren trotzdem betriebsfähig gehalten.

[0029] Gemäß einer weiteren, alternativen und zusätzlichen Weiterbildung der Ausführungsform werden bestimmten Steuerungsparametertypen bestimmte Basis-Verhaltenswahrscheinlichkeitskurven zugeordnet und die Basis-Verhaltenswahrscheinlichkeitskurven in Abhängigkeit eines Steuerparameterwerts und/oder von weiteren Parametern gemäß einer vorgegebenen Regel verändert.

[0030] Üblicherweise verändert sich eine Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilung bei Änderung von Steuerungsdaten nicht nur hinsichtlich eines Kurvenparameters der Wahrscheinlichkeitskurve, sondern hinsichtlich mehrerer solcher Parameter. Würde beispielsweise die

zulässige Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h auf 160 km/h heraufgesetzt, so würde sich die Wahrscheinlichkeitskurve nicht formgleich von einem Geschwindigkeitsbereich um die 100 km/h in Richtung eines Geschwindigkeitsbereichs um die 160 km/h verschieben. Vielmehr ist zu erwarten, dass bei einer Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h zahlreiche Verkehrsteilnehmer tendenziell leicht mehr als diese Höchstgeschwindigkeit fahren würden und sich daher eine hohe Wahrscheinlichkeit im Bereich in etwa von 100 km/h ergibt. Dagegen ist bei einer Beschränkung auf 160 km/h davon auszugehen, dass zahlreiche Verkehrsteilnehmer weniger als diese Geschwindigkeit fahren möchten und sich daher eine ausgeglichene Kurve ergibt, die eher langgestreckt und weniger bauchig ist als die vorher erwähnte, und dass eine deutlich geringere Anzahl von Verkehrsteilnehmern die zulässige Höchstgeschwindigkeit von 160 km/h überschreiten wird. Dies ist damit zu erklären, dass die Wunschgeschwindigkeit vieler Verkehrsteilnehmer, also die Geschwindigkeit, die sie unter den durch Fahrzeug und Fahrweg gegebenen Bedingungen zu fahren wünschen, tendenziell unterhalb der angegebenen zulässigen Höchstgeschwindigkeit liegt, so dass die Verkehrsteilnehmer einfach diese Wunschgeschwindigkeit anstreben und jedenfalls keinen Grund dafür sehen, eine Geschwindigkeitsübertretung zu riskieren.

[0031] Um die zahlreichen Veränderungen der Verhaltenswahrscheinlichkeitskurven bei Variierung nur eines Steuerungsparameterwerts, also beispielsweise eines Steuerungsdatums, abzubilden, nutzt diese Weiterbildung also Basis-Verhaltenswahrscheinlichkeitskurven und vorgegebene Regeln zur Veränderung dieser Kurven. Hierdurch wird unter anderem vorteilhafterweise erreicht, dass für einen variierbaren Steuerungsparameter bereits eine Berechnungsgrundlage besteht, die dann nur noch in begrenztem Umfang je nach Steuerungsparameterwert variiert werden muss, um zu der gewünschten konkreten Verhaltenswahrscheinlichkeitskurve zu gelangen. Hierdurch wird die Kapazität der Prüfeinrichtung effektiver ausgenutzt. Besonders deutlich kommt der Vorteil dieser Ausführungsform dann zum Tragen, wenn bei den Steuerungsparametertypen unterschieden wird zwischen Geboten und Verboten. Bei Geboten wird die Basis-Verhaltenswahrscheinlichkeitskurve tendenziell eine breitere Ausdehnungsform annehmen als bei Verboten. Besteht zum Beispiel ein Geschwindigkeitsgebot von 130 km/h, so werden sich weniger Verkehrsteilnehmer daran halten als wenn es sich bei den 130 km/h um eine zulässige Höchstgeschwindigkeit handelt. Es ist daher zu erwarten, dass mehr Verkehrsteilnehmer auch deutlich schneller als 130 km/h fahren, während sich bei der Höchstgeschwindigkeit die Ausreißer nach oben in engen Grenzen halten.

[0032] Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Dabei sind in den verschiedenen Figuren gleiche Komponenten mit identischen Bezugsziffern versehen.

Es zeigen:

[0033]

- Figur 1 eine vereinfachte Blockdarstellung eines Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken gemäß dem Stand der Technik zur Erläuterung des Ablaufs einer Verkehrssteuerung,
- Figur 2 eine vereinfachte Blockdarstellung des Verkehrssteuerungssystems mit einem Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung zur Erläuterung des Ablaufs eines möglichen erfindungsgemäßen Verfahrens zum Prüfen des Verkehrssteuerungssystems für Tunnelstrecken,
- Figur 3 ein detailliertes Ablaufschema einer Simulation im Rahmen einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,
- Figur 4 eine schematische Blockdarstellung einer erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung.

[0034] In Figur 1 ist ein Verkehrssteuerungssystem VSS mit folgenden Komponenten dargestellt: einem Detektionssystem DE, einem Analyse- und Vorhersagemodul AN, einem Response-Plan-Modul RP, einem Kontrollmodellmodul CM, einem Verkehrsaktuatorensystem VA und eine graphischen Benutzeroberfläche GUI.

[0035] Das Detektionssystem DE umfasst mehrere Sensoren $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{EM}, S_{VI}$, die an unterschiedlichen Stellen im Verkehrsbereich aufgestellt sind. Hierbei handelt es sich zum Beispiel um Video-Überwachungskameras und Induktionsschleifen sowie - speziell für den Tunnelbereich - um Schadstoffsensoren S_{EM} und Sichtweitendetektoren S_{VI} . Analog umfasst das Verkehrsaktuatorensystem VA mehrere Aktuatoren A_1, A_2, A_3 , beispielsweise in Form von variablen Geschwindigkeitsanzeigen, variabel adaptierbaren Richtungspfeilen für Fahrbahnen und Anzeigen für Warnhinweise in einem Tunnelabschnitt sowie Ventilatoren, Abluftklappen etc., wobei in Figur 1 nur schematisch ein Ventilator A_V dargestellt ist

[0036] Im Betrieb des Verkehrssteuerungssystems ergibt sich folgender prinzipieller Ablauf: Die aktuelle Verkehrssituation VSI im Verkehrsbereich wird mit Hilfe der Sensoren $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{EM}, S_{VI}$ des Detektionssystems DE erfasst. Die Sensoren $S_1, S_2, S_3, S_4, S_{EM}, S_{VI}$ generieren Messdaten MD in Form von Rohdaten oder aufbereiteter Rohdaten, die an das Analyse- und Vorhersagemodul AN weitergeleitet werden. Rohdaten können beispielsweise einfache Signale für jedes Fahrzeug sein, das über den Sensorbereich einer Induktionsschleife fährt. Aufbereitete Rohdaten wären in diesem Beispiel Informationen über die Verkehrsdichte, die darauf basieren, dass eine Schaltung durch Zählen der erwähnten Signale über eine Messzeit einen Wert bildet. Das Analyse- und Vorhersagemodul AN generiert aus den Messdaten MD Analyse- und Vorhersagedaten AD, die

einerseits zur graphischen Darstellung an die graphische Benutzeroberfläche GUI und andererseits an das Response-Plan-Modul RP weitergeleitet werden. Das Response-Plan-Modul RP erarbeitet auf dieser Basis unter Verwendung von hinterlegten Regeln R_1 eine Response-Plan-Eingabe RE und gibt diese an das Kontrollmodellmodul CM weiter. Die Regeln R_1 und/oder die Response-Plan-Eingabe RE kann sich ein Operator OP über die graphische Benutzeroberfläche GUI anzeigen lassen und ggf. auch verändern. Das Kontrollmodellmodul CM erhält weiterhin optional über die graphische Benutzeroberfläche GUI von einem Operator OP Eingabebefehle ME. Auf Basis der Response-Plan-Eingabe RE und der Eingabebefehle ME und mit Hilfe hinterlegter Regeln R_2 entwickelt das Kontrollmodellmodul CM Steuerungsdaten für das Verkehrsaktuatorensystem VA bzw. für dessen Aktuatoren A_1, A_2, A_3, A_V . Die graphische Benutzeroberfläche GUI kommuniziert sowohl mit dem Response-Plan-Modul RP als auch mit dem Kontrollmodellmodul CM und bereitet deren Informationen bzw. Daten graphisch auf. Durch die Aktuatoren A_1, A_2, A_3, A_V des Verkehrsaktuatorensystems VA nimmt das Verkehrssteuerungssystem VSS steuernd Einfluss auf die Verkehrssituation VSI im Verkehrsbereich. Es entsteht ein geschlossener Regelkreis, da die veränderte Verkehrssituation VSI wiederum über das Detektionssystem DE zurück in das Verkehrssteuerungssystem VSS rückgekoppelt wird.

[0037] In Figur 2 ist ein Verkehrssteuerungssystem VSS_{TUN} für einen Tunnel gezeigt, das im Wesentlichen die gleichen Elemente wie in Figur 1 aufweist mit dem Unterschied, dass das Detektionssystem DE und das Verkehrsaktuatorensystem VA hier nicht verwendet werden. Stattdessen finden die Steuerungsdaten SD des Kontrollmodellmoduls CM Eingang in eine Simulation SIM, in der simulierte Verkehrssimulationsdaten VSD generiert werden. Die Simulation SIM ist in mehrere Simulationsbereiche unterteilbar: In einem allgemeinen Simulationsmodul AS werden übliche verkehrsrelevante Aspekte wie der Verkehrsfluss, die Verkehrsdichte uvm. virtuell nachgestellt. Außerdem wird in einem Schadstoffsimulationsmodul EM eine Schadstoffkonzentration und/oder in einem Sichtweitensimulationsmodul VI eine Sichtweite im Tunnel simuliert. Diese Module EM, VI können in das allgemeine Simulationsmodul AS integriert oder mit diesem über Schnittstellen verknüpft sein.

[0038] Die Steuerungsdaten SD werden darauf hin überprüft, inwieweit sie mittelbar oder unmittelbar Einfluss auf die Entwicklung der Schadstoffkonzentration und/oder der Sichtweite haben. Dieser Einfluss der Messdaten MD auf die Entwicklung der Schadstoffkonzentration und/oder der Sichtweite fließt in die Simulation SIM insofern mit ein, als daraus Verkehrssimulationsdaten generiert werden, die Rückschlüsse auf einen oder beide dieser Verkehrsparameter im Tunnel zulassen. Insbesondere berücksichtigt die Simulation SIM beispielsweise Steuerdaten SD für Ventilatoren A_V , die die Schadstoffkonzentration VS und die Sichtweite VV ver-

bessern können.

[0039] Ein Ablauf eines besonders bevorzugten Simulationsverfahrens im Rahmen der Erfindung ist in Figur 4 dargestellt. In eine Verkehrssituations-Simulationseinheit 5 werden Steuerungsdaten SD, insbesondere solche Steuerungsdaten SD, die die Schadstoffkonzentration und/oder die Sichtweite im Tunnel betreffen, aus einem zu prüfenden Verkehrssteuerungssystem VSS und optional zusätzliche Eingangsdaten ED von weiteren Informationsquellen IQ eingespeist. Zusätzliche Eingangsdaten ED können beispielsweise Angaben zur Jahreszeit oder zu Ferienzeiten sein, denn erfahrungsgemäß ergibt sich hierdurch in vielen größeren Tunnels ein erhöhtes Verkehrsaufkommen, das üblicherweise je nach Wochentag wiederum nur eine Fahrtrichtung betrifft.

[0040] Eine Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungsermittlungseinheit 15 wählt aus einer Datenbank DB, in der Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen VWV_1 , VWV_2 , VWV_3 enthalten sind, die Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilung VWV_2 aus, die den Steuerungsdaten SD und den zusätzlichen Eingangsdaten ED entspricht. Sie weist aus dieser Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilung VWV_2 heraus den Fahrzeugkategorien Personenkraftwagen PKW, Lastkraftwagen LKW, Busse BUS und Krafträder KRAD jeweils fahrzeugkategoriebezogene Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen VWV_{2PKW} , VWV_{2LKW} , VWV_{2BUS} , VWV_{2KRAD} zu. Hieraus wird für Einzelfahrzeuge jeweils ein Verkehrsverhalten VV_{2PKW1} , VV_{2PKW2} , VV_{2PKW3} , VV_{2KRAD1} , VV_{2KRAD2} nach dem Zufallsprinzip zugeteilt. Daraus ergibt sich in der Simulation als Simulationsergebnis eine virtuelle Verkehrssituation VSI, die sich beispielsweise in der aktuellen Verkehrsdichte VD, dem Verkehrsfluss VF, eine Schadstoffkonzentration VS und eine mittlere Sichtweite VV manifestiert. Die Verkehrssituation kann sich weiter in Angaben zu Verkehrsproblemen, der durchschnittlichen Geschwindigkeit des Verkehrs uvm. widerspiegeln. Diese weiteren, die Verkehrssituation VSI beschreibenden Parameter sind hier der Übersichtlichkeit wegen nicht alle aufgeführt. Basierend auf diese Verkehrssituation VSI generiert die Verkehrssituations-Simulationseinheit 5 simulierte Verkehrssimulationsdaten VSD, entsprechend der Messdaten MD des Verkehrssteuerungssystems VSS, die sie zurück in das Verkehrssteuerungssystem einspeist, um den Regelkreis zu schließen.

[0041] Figur 4 zeigt schematisch den Aufbau einer erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung 1. Sie weist eine Eingangsschnittstelle 3 für Steuerungsdaten SD eines Verkehrssteuerungssystems VSS_{TUN} für Tunnels auf. Weiterhin umfasst sie eine Verkehrssituations-Simulationseinheit 5, eine Verkehrssimulationsdaten-Erzeugungseinheit 7, eine Eingangsschnittstelle 11 für umwelt- und sichtrelevante Steuerungsdaten ENV, eine Analyseeinheit 13, eine Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungsermittlungseinheit 15 und eine Weitergabeschnittstelle 9.

[0042] Über die Eingangsschnittstelle 3 gelangen Steuerungsdaten SD in die Prüfeinrichtung 1, wo sie in

der Verkehrssituations-Simulationseinheit 5 in die Simulation einer Tunnel-Verkehrssituation Eingang finden. Zusätzlich oder im Rahmen der Einspeisung der Steuerungsdaten SD werden über die Eingangsschnittstelle 11, die hier der Anschaulichkeit halber als eigenständige Einheit dargestellt ist, üblicherweise jedoch im Zusammenhang mit der Eingangsschnittstelle 3 für Steuerungsdaten SD steht, umwelt- und sichtrelevante Steuerungsdaten ENV in die Verkehrssituations-Simulationseinheit 5 zur Simulation eingespeist. Im Rahmen einer Simulation, die wie oben beschrieben auf der Zuweisung von Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen VWV basiert, werden von der Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungsermittlungseinheit 15 solche Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen VWV ermittelt und in die Verkehrssituations-Simulationseinheit 5 eingespeist. Aus der simulierten Tunnel-Verkehrssituation werden in der Verkehrssimulationsdaten-Erzeugungseinheit 7 Verkehrssimulationsdaten VSD generiert und über die Weitergabeschnittstelle 9 an das Verkehrssteuerungssystem VSS_{TUN} weitergegeben. Die Analyseeinheit 13 analysiert, wie und mit welchen Ergebnissen das Verkehrssteuerungssystem VSS_{TUN} in einem Tunnel-Umfeld den Verkehr und damit auch die Schadstoffkonzentration VS bzw. die Sichtweite VV beeinflusst. Hieraus kann sowohl eine Bewertung des Verkehrssteuerungssystems VSS_{TUN} abgeleitet werden als auch (bei einem bekannten und geprüften Verkehrssteuerungssystem VSS_{TUN}) eine Bewertung der Verkehrstüchtigkeit des Tunnels.

[0043] Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei dem vorhergehend detailliert beschriebenen Verfahren sowie bei den dargestellten Ermittlungs- bzw. Verkehrssteuerungssystemen lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Weiterhin schließt die Verwendung der unbestimmten Artikel "ein" bzw. "eine" nicht aus, dass die betreffenden Merkmale auch mehrfach vorhanden sein können. Außerdem können Module und Einheiten aus einer oder mehreren Komponenten bestehen.

45 Patentansprüche

1. Verfahren zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) für Tunnelstrecken und/oder zum Prüfen der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke, bei dem auf Basis von Steuerungsdaten (SD) des Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) eine Tunnel-Verkehrssituation (VSI) simuliert wird und dabei Verkehrssimulationsdaten (VSD) erzeugt werden, die an das Verkehrssteuerungssystem (VSS_{TUN}) als Eingangsdaten übergeben werden, wobei bei der Simulation (SIM) der Tunnel-Verkehrssituation (VSI) eine Schadstoffkonzentration (VS) und/oder eine Sichtweite (VV) im Tunnel bzw. in Abschnitten des

Tunnels berücksichtigt wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die Tunnel-Verkehrssituation (VSI) zusätzlich zu den Steuerungsdaten (SD) des Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) auf Basis weiterer Eingangsgrößen und/oder -faktoren simuliert wird. 5
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsdaten (SD) Parameter für Steuerungsaktuatoren (A₁, A₂, A₃) umfassen, die die Schadstoffkonzentration (VS) im Tunnel regulieren. 10
4. Verfahren gemäß Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass Ventilatoren (A_V) als Steuerungsaktuatoren (A₁, A₂, A₃) verwendet werden. 15
5. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsdaten (SD) Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren (A₁, A₂, A₃) umfassen, die Verhaltensgebote und/oder Verbote anzeigen. 20 25
6. Verfahren gemäß Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsdaten (SD) Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren (A₁, A₂, A₃) umfassen, die Verkehrsflüsse in ihrer Höchstgeschwindigkeit regulieren. 30
7. Verfahren gemäß Anspruch 5 oder 6,
dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerungsdaten (SD) Parameter für solche Verkehrssteuerungsaktuatoren (A₁, A₂, A₃) umfassen, die Verkehrsflüsse in ihrem Streckenverlauf regulieren. 35 40
8. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass bei der Tunnel-Verkehrssituation (VSI) eine Notfall-Fluchtsituation im Tunnel bzw. in Abschnitten des Tunnels berücksichtigt wird. 45
9. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Verkehrssimulationsdaten (VSD) das Verkehrsverhalten einzelner Verkehrsteilnehmer und/oder einzelner Kleingruppen von Verkehrsteilnehmern repräsentieren und die Simulation (SIM) unter Berücksichtigung der Verkehrsverhalten der einzelnen Verkehrsteilnehmer und/oder einzelner Kleingruppen erfolgt. 50 55
10. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden An-

sprüche,

dadurch gekennzeichnet, dass auf Basis zumindest eines Teils der Steuerungsdaten (SD) Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen (VWV, VWV₁, VWV₂, VWV₃, VWV_{2PKW}, VWV_{2LKW}, VWV_{2BUS}, VWV_{2KRAD}) von Verkehrsteilnehmern ermittelt werden und die Simulation (SIM) der Verkehrssituation (VSI) unter Verwendung der Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen (VWV, VWV₁, VWV₂, VWV₃, VWV_{2PKW}, VWV_{2LKW}, VWV_{2BUS}, VWV_{2KRAD}) erfolgt.

11. Verfahren gemäß Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass den Steuerungsdaten (SD) und/oder weitere Eingangsgrößen und/oder -faktoren (ED) und/oder Kombinationen hiervon Verhaltenswahrscheinlichkeitsverteilungen (VWV, VWV₁, VWV₂, VWV₃, VWV_{2PKW}, VWV_{2LKW}, VWV_{2BUS}, VWV_{2KRAD}) aus einem Datenbanksystem (DB) zugeordnet werden. 15 20
12. Verfahren gemäß Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass bestimmten Steuerungsparametertypen bestimmte Basis-Verhaltenwahrscheinlichkeitskurven zugeordnet werden und die Basis-Verhaltenwahrscheinlichkeitskurven in Abhängigkeit eines Steuerparameterwerts und/oder von weiteren Parametern gemäß einer vorgegebenen Regel verändert wird. 25 30
13. Prüfeinrichtung (1) zum Prüfen eines Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}) für Tunnelstrecken und/oder der Verkehrstüchtigkeit einer Tunnelstrecke, mindestens aufweisend: 35 40 45 50 55
 - eine Eingangsschnittstelle (3) für Steuerungsdaten (SD) des Verkehrssteuerungssystems (VSS_{TUN}),
 - eine Verkehrssituations-Simulationseinheit (5) zur Simulation (SIM) einer Tunnel-Verkehrssituation (VSI) auf Basis der Steuerungsdaten (SD),
 - eine Verkehrssimulationsdaten-Erzeugungseinheit (7) zur Erzeugung von Verkehrssimulationsdaten (VSD) in Abhängigkeit von einem Simulationsergebnis,
 - eine Weitergabeschnittstelle (9) für Verkehrssimulationsdaten (VSD) an das Verkehrssteuerungssystem (VSS_{TUN}),
 - wobei die Verkehrssituations-Simulationseinheit ((5) so ausgebildet ist, dass sie bei der Simulation (SIM) der Tunnel-Verkehrssituation (VSI) eine Schadstoffkonzentration (VS) und/oder eine Sichtweite (VV) im Tunnel bzw. in Abschnitten des Tunnels berücksichtigt.
14. Computerprogrammprodukt, welches direkt in einen Prozessor einer Rechneinrichtung ladbar ist, mit

ProgrammcodeMitteln, um alle Schritte eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 12 auszuführen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1 Stand der Technik

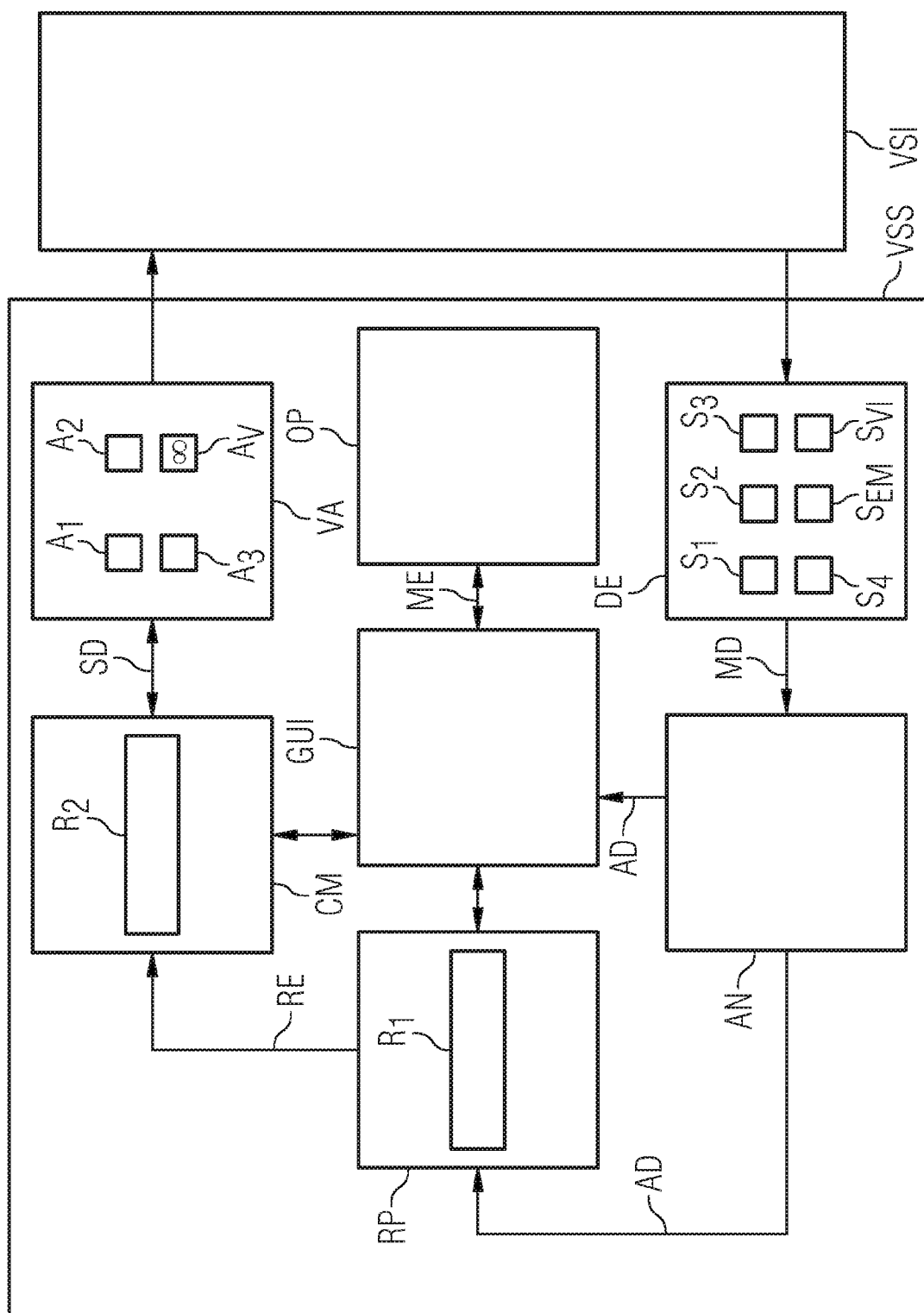


FIG 2

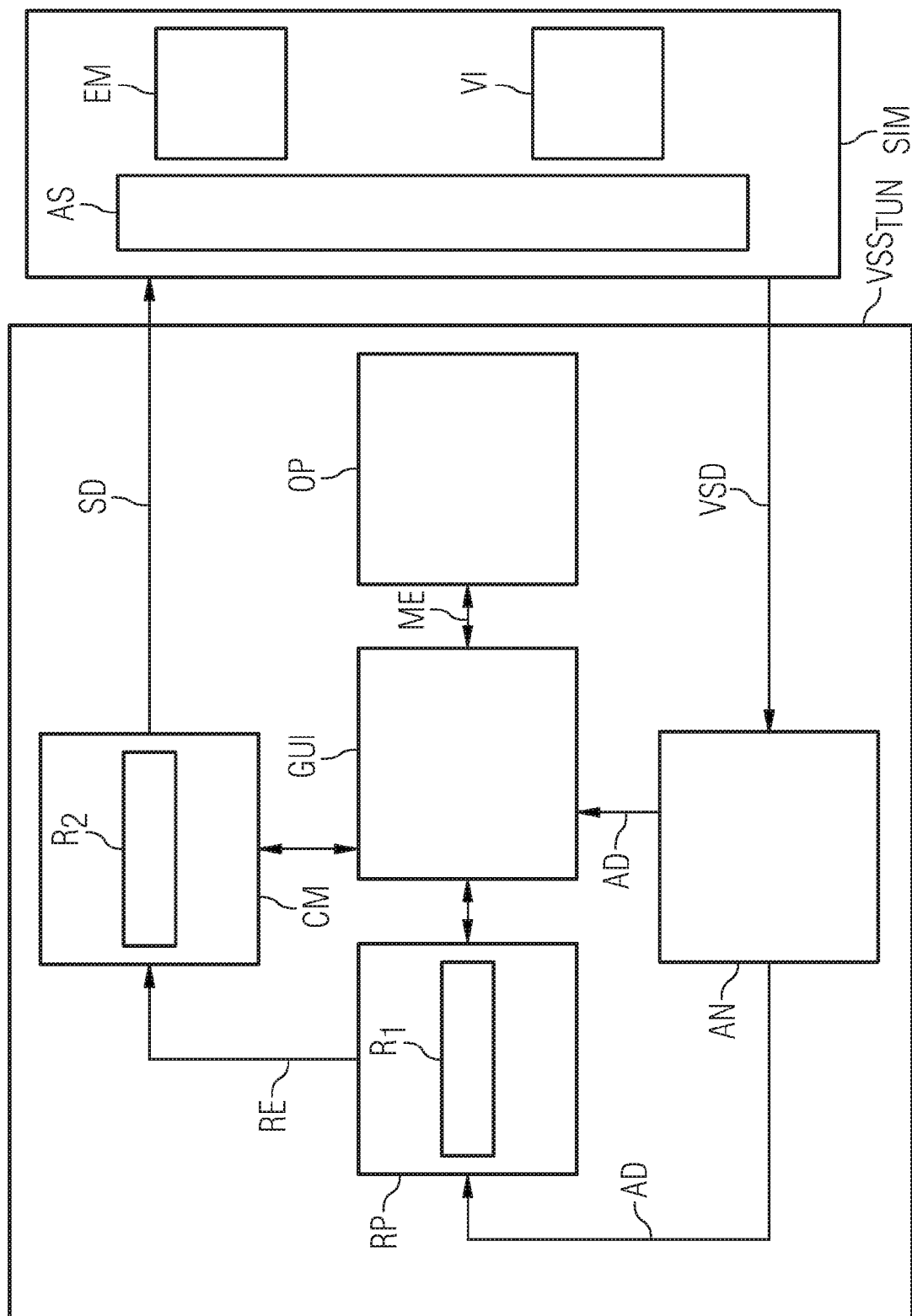


FIG 3

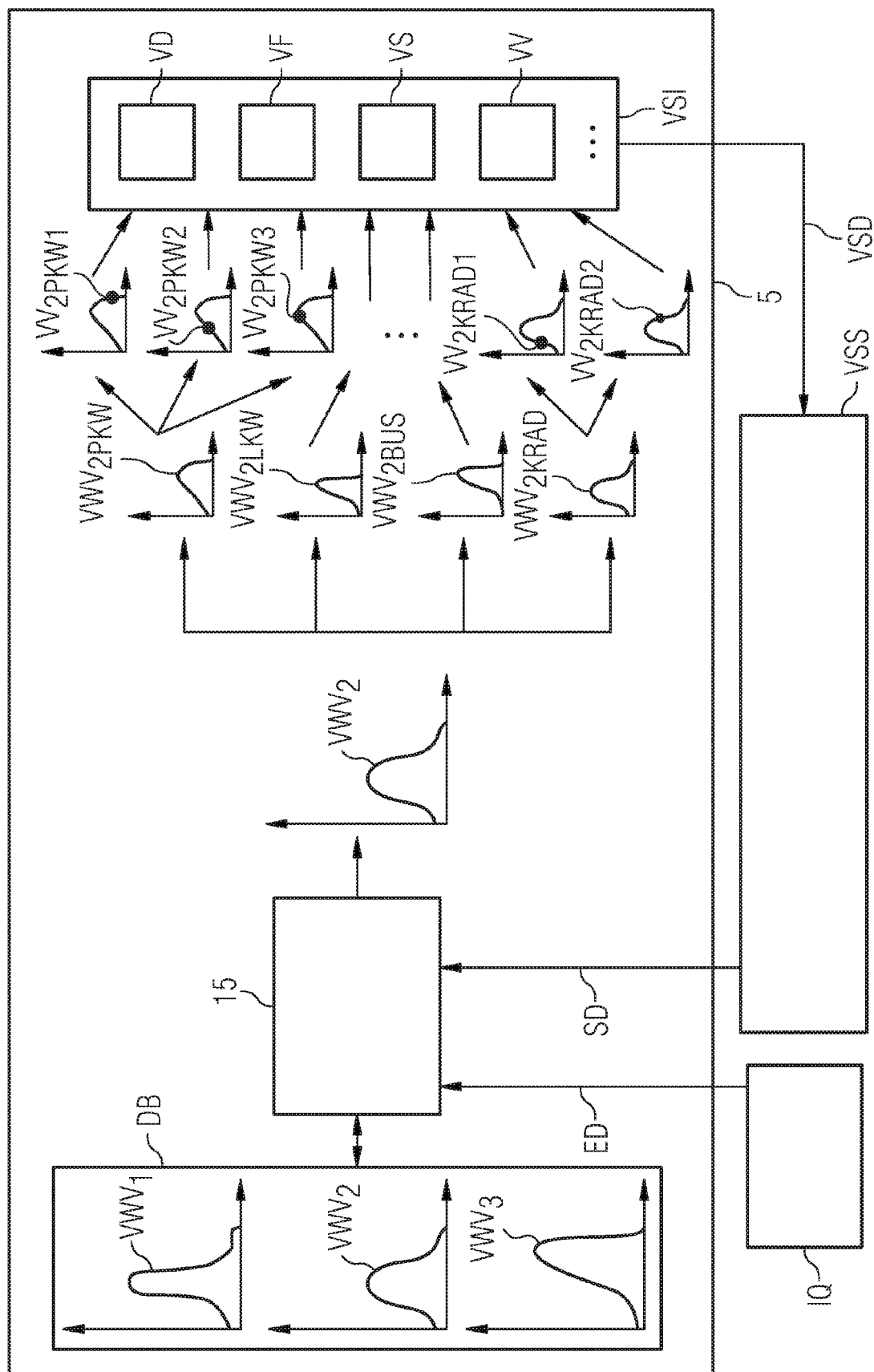
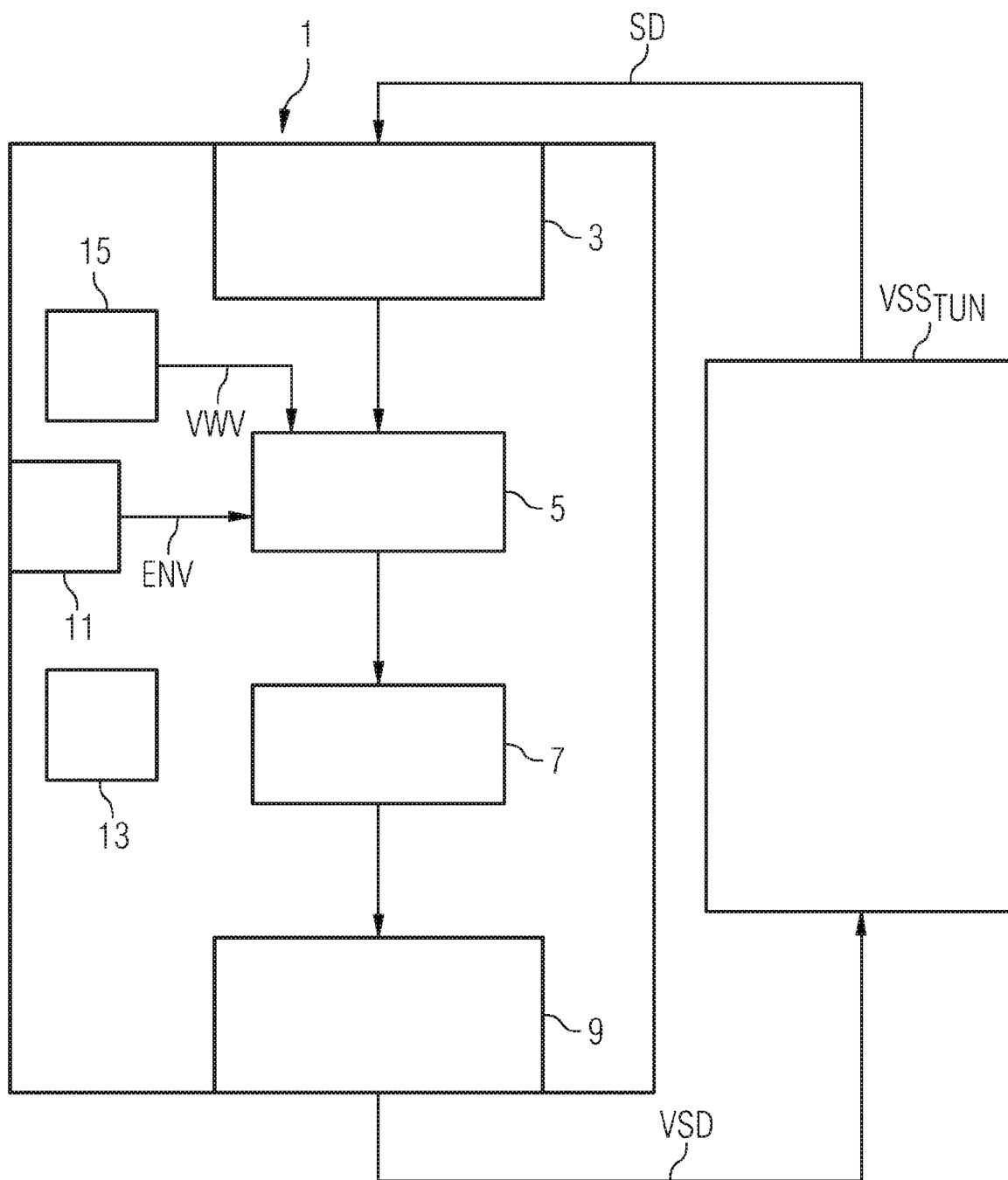


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 08 16 8655

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2004/083037 A1 (YAMANE KENICHIRO [JP] ET AL) 29. April 2004 (2004-04-29) * Absatz [0016] * * Absatz [0047] - Absatz [0048]; Abbildung 1 * * Absatz [0054] - Absatz [0055]; Abbildungen 7,8 * * Absatz [0070] * * Absatz [0079]; Abbildung 14 * * Absatz [0081] * * Anspruch 10 *	1,2,5,6,9,13,14	INV. G08G1/01 ADD. G08G1/07
A	N.N.: "Modernste Tunneltechnik für die Schwarzmeer-Autobahn" ITS MAGAZINE, [Online] Nr. 2, Mai 2007 (2007-05), XP002512100 Siemens, München Gefunden im Internet: URL: http://www.industry.siemens.de/traffic/DE/pdf/news/itsmagazine/0705_de.pdf [gefunden am 2009-01-26] * Seite 22 - Seite 23 *	1-4,8,13,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
A	JP 2003 272090 A (NISSIN ELECTRIC CO LTD) 26. September 2003 (2003-09-26) * Zusammenfassung *	1,3,4,13,14	G08G
A	EP 0 171 098 A (PHILIPS NV [NL]) 12. Februar 1986 (1986-02-12) * Seite 4, Zeile 36 - Seite 5, Zeile 28; Abbildung 1 *	1,5,7,13,14	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 27. Januar 2009	Prüfer Heß, Rüdiger
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 Patentedokument, 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	

 2
EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)

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

EP 08 16 8655

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.

27-01-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2004083037	A1	29-04-2004	KEINE		
JP 2003272090	A	26-09-2003	JP	3807332 B2	09-08-2006
EP 0171098	A	12-02-1986	DE	3567980 D1	02-03-1989
			JP	2031904 C	19-03-1996
			JP	7060478 B	28-06-1995
			JP	61025299 A	04-02-1986
			NL	8402094 A	03-02-1986
			US	4750129 A	07-06-1988

EPO FORM P0461

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