



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.08.2005 Patentblatt 2005/35

(51) Int Cl.7: **G08G 1/0962, B60K 31/00**

(21) Anmeldenummer: **05100036.2**

(22) Anmeldetag: **05.01.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR LV MK YU

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**
70442 Stuttgart (DE)

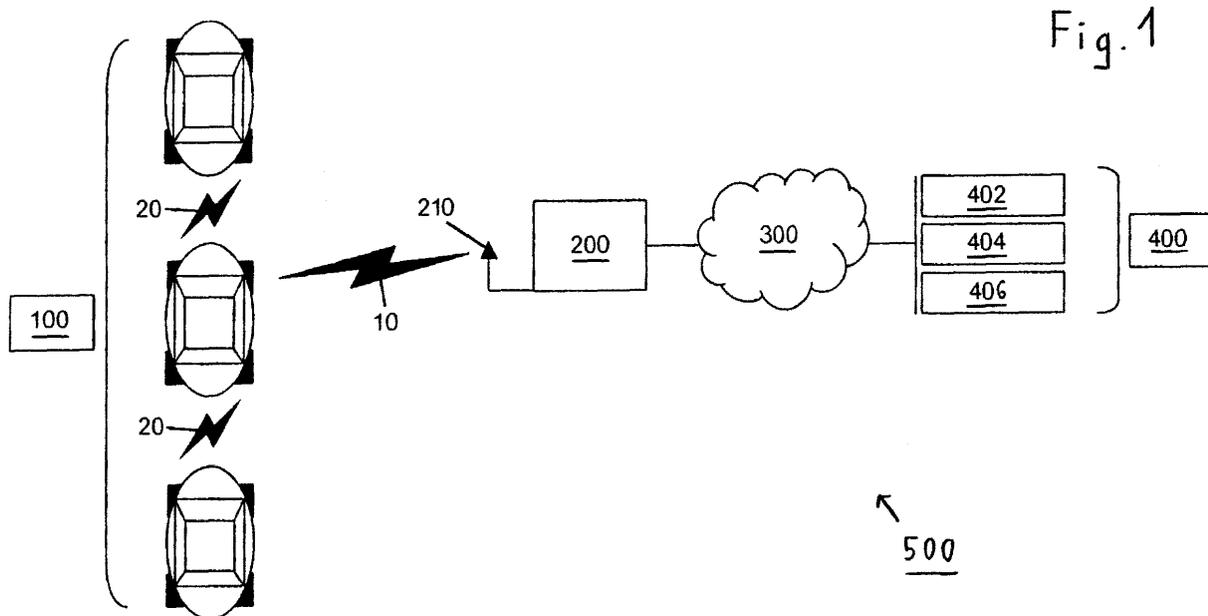
(72) Erfinder: **Vollmer, Vasco**
31188 Holle (DE)

(30) Priorität: **24.02.2004 DE 102004008895**

(54) **System zum Steuern und/oder zum Regeln von Fahrerassistenzsystemen sowie hierauf bezogenes Verfahren**

(57) Um ein System (500) zum Steuern und/oder zum Regeln mindestens eines, insbesondere mehrerer jeweils mindestens einem Fortbewegungsmittel (100), insbesondere jeweils mindestens einem Kraftfahrzeug, zugeordneter, vorzugsweise autonomer Fahrerassistenzsysteme sowie ein hierauf bezogenes Verfahren zum Betreiben eines derartigen Systems so weiterzuentwickeln, dass das Problem der Produkthaftung beim

Einsatz autonom in die Fahrzeugführung eingreifender elektronischer Systeme beseitigt wird, wird vorgeschlagen, dass die Fahrerassistenzsysteme mittels Daten und/oder Anweisungen (10) steuerbar und/oder regelbar sind, die zwischen den Fahrerassistenzsystemen und mindestens einer Zentralstation (400), insbesondere mindestens einem zentralen Rechner, über mindestens ein insbesondere drahtloses Kommunikationsnetz (300) austauschbar sind.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein das technische Gebiet der infrastrukturgestützten Fahrerassistenzsysteme, insbesondere

- ein System zum Steuern und/oder zum Regeln mindestens eines, insbesondere mehrerer jeweils mindestens einem Fortbewegungsmittel, insbesondere jeweils mindestens einem Kraftfahrzeug, zugeordneter, vorzugsweise autonomer Fahrerassistenzsysteme sowie
- ein hierauf bezogenes Verfahren zum Betreiben eines derartigen Systems.

Stand der Technik

[0002] In der Vergangenheit hat es viele Entwicklungen hin zu autonom fahrenden oder zumindest den Führer eines Fortbewegungsmittels, insbesondere eines Kraftfahrzeugs, aktiv unterstützenden elektronischen Systemen gegeben. Eine breite Einführung und Marktpenetration derartiger Systeme scheiterte in diesem Zusammenhang nur zum Teil an technischen Schwierigkeiten.

[0003] Ein wesentliches Argument gegen den Einsatz aktiver Fahrerassistenzsysteme war stets die Frage der Sicherheit und der Produkthaftung, denn ein wesentliches Element dieser konventionellen Systeme besteht darin, dem Führer des Fortbewegungsmittels zumindest in Teilfunktionen die Kontrolle über das Fortbewegungsmittel abzunehmen und diese Kontrolle elektronischen Systemen im Fortbewegungsmittel zu übertragen.

[0004] Beispielhafte Anwendungen sind

- der Spurwechselassistent, bei dem das elektronische System autonom einen Spurwechsel verhindert, wenn sich daraus eine gefährliche Situation ergeben könnte,
- der Überholassistent, der autonom in der Lage ist, Überholvorgänge einzuschätzen und unter Umständen auch durchzuführen,
- der Kreuzungsassistent, der ein Einfahren in eine Kreuzung verhindert, wenn sich daraus eine gefährliche Situation ergeben könnte, oder auch
- das Platooning (sogenannte elektronische Deichsel), bei dem mehrere Fahrzeuge ihre sämtlichen Fahrfunktion autonom aufeinander abstimmen und dadurch in der Lage sind, ohne Fahrereingriff einem ersten Fahrzeug zu folgen.

[0005] All diese Systeme stellen unterschiedlich hohe Anforderungen

- an die zum Beispiel mittels Radar, Ultraschall und/

oder Video realisierbare Sensorik, mit der ein Bild der Umgebung erstellt wird, sowie

- an die Kommunikation der verschiedenen beteiligten Fortbewegungsmittel untereinander.

[0006] In der Vergangenheit wurden bzw. derzeit werden in verschiedenen Projekten weltweit entsprechende technologische Grundlagen sowohl in der Sensorik als auch in der Fahrzeug-zu-Fahrzeug-Kommunikation geschaffen.

Darstellung der Erfindung: Aufgabe, Lösung, Vorteile

[0007] Ausgehend von den vorstehend dargelegten Nachteilen und Unzulänglichkeiten sowie unter Würdigung des umrissenen Standes der Technik liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein System der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzuentwickeln, dass das Problem der Produkthaftung beim Einsatz autonom in die Fahrzeugführung eingreifender elektronischer Systeme beseitigt wird.

[0008] Diese Aufgabe wird durch ein System mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen sowie durch ein Verfahren mit den im Anspruch 6 angegebenen Merkmalen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und zweckmäßige Weiterbildungen der vorliegenden Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0009] Die Erfindung basiert auf dem Prinzip bzw. auf der Methode eines infrastrukturunterstützten Fahrerassistenzsystems, wobei die vorliegende Erfindung eine Lösung für das Problem der Produkthaftung beim Einsatz autonom in die Fahrzeugführung eingreifender elektronischer Systeme vorstellt.

[0010] Grundlage der vorliegenden Erfindung ist hierbei der Einsatz von sich derzeit in der Entwicklung und im Aufbau befindlichen hochratigen und hochverfügbaren Mobilfunknetzen der dritten und vierten Generation, um mindestens eine Zentralstation, insbesondere mindestens einen zentralen Rechner, in den Prozess der Steuerung und Regelung der insbesondere autonomen Fahrerassistenzsysteme einzubinden und dieser Zentralstation, insbesondere diesem Zentralrechner, die Verantwortung zu übertragen.

[0011] Das System gemäß der vorliegenden Erfindung wie auch das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung gehen von autonomen Fahrerassistenzsystemen aus, die

- mit Hilfe ihrer Sensorik und/oder
- durch Kommunikation mit anderen Fortbewegungsmitteln

in der Lage sind, den Führer des Fortbewegungsmittels in komplexen oder potentiell gefährlichen Situationen zu unterstützen, indem sie autonom in die unmittelbaren Fahrfunktionen, wie etwa das Beschleunigen, das

Bremsen, Lenken oder das Geben von Warnsignalen und von sonstigen Signalen, eingreifen.

[0012] Hierbei beruht das System gemäß der vorliegenden Erfindung wie auch das Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung auf der Verfügbarkeit mindestens einer insbesondere drahtlosen Fahrzeug-zu-Infrastruktur-Kommunikation, die die gestellten Anforderungen erfüllt.

[0013] Diese Kommunikation kann sowohl

- auf aktuellen oder auch auf zukünftigen zellularen Mobilfunksystemen, wie etwa
 - auf Bluetooth,
 - auf G[eneral]P[acket]R[adio]S[ervice],
 - auf G[lobal]S[y]stem for M[obile] C[ommunicati]on],
 - auf U[n]iversal M[obile] T[elecommunication] S[y]stem],
 - auf W[ireless] A[pplication] P[rotocol] und/oder
 - auf W[ireless] L[ocal] A[rea] N[etwork],
- auf Rundfunkdiensten, wie etwa auf D[igital] A[udio] B[roadcasting],
- auf direkter Fahrzeug-zu-Bake-Basis und/oder
- auf Multihopbasis, bei der zunächst ein oder mehrere Fahrzeuge als Relaisstation dienen,

aufbauen.

[0014] Diese exemplarische(n) Kommunikationsart(en) mit der Infrastruktur nutzend, kommuniziert ein Fahrzeug entweder in kritischen Situationen, periodisch oder auch permanent mit einem oder mehreren (Zentral-)Rechnersystemen, die vorteilhafterweise von mindestens einer vertrauenswürdigen Institution verwaltet werden und vorteilhafterweise hohe Sicherheitsanforderungen erfüllen.

[0015] Dieses mindestens eine (Zentral-)Rechnersystem überwacht in zweckmäßiger Weise laufend den Zustand der Fahrerassistenzsysteme und ist jederzeit dazu berechtigt, in die Steuerung des jeweiligen Fahrzeugs einzugreifen, wenn eine Situation kritisch zu werden droht oder bereits kritisch ist.

[0016] Um etwaigen Fehlfunktionen vorzubeugen, ist es vorteilhaft, für die Zentralstation oder den Zentralrechner leistungsfähige redundante Entscheidungssysteme einzusetzen, zum Beispiel drei voneinander unabhängige Entscheidungssysteme, die

- eine Mehrheitsentscheidung treffen können und
- gleichzeitig eine Plausibilitätsprüfung von empfangenen Daten und Anweisungen durchführen können.

[0017] Unabhängig hiervon oder in Verbindung hiermit entspricht es einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die Entscheidungen und die Reaktionen hierauf zumindest für eine gewisse Zeit

zentral und/oder im Fortbewegungsmittel zu speichern, um im Falle eines Systemversagens die Ursache nachvollziehen zu können und auf diese Weise die Frage des Vorliegens eines Produkthaftungsfalls in zuverlässiger Weise klären zu können.

[0018] Die vorliegende Erfindung betrifft schließlich die Verwendung mindestens eines Systems gemäß der vorstehend dargelegten Art und/oder eines Verfahrens gemäß der vorstehend dargelegten Art zum Erhöhen der Sicherheit, insbesondere zum Vermeiden von Unfällen, im Straßenverkehr, zum Beispiel

- beim Platooning und/oder
- im Rahmen eines Fahrerassistenzsystems, etwa
 - eines Abstandsregelassistentensystems,
 - eines A[utomatischen] N[ot] B[rems]-Systems,
 - eines Einfädelassistentensystems,
 - eines Kreuzungsassistentensystems,
 - eines Spurwechselassistentensystems,
 - eines Überholassistentensystems,

die die wesentlichen Voraussetzungen der Nutzung einer Kommunikation zwischen Fahrzeugen und/oder eines Eingriffs in die Fahrfunktion ohne Einbeziehung des Fahrers erfüllen.

[0019] Das System gemäß der vorstehend dargelegten Art wie auch das Verfahren gemäß der vorstehend dargelegten Art bedarf einer Normung, denn hier werden sicherheitskritische Funktionen in verschiedensten Fahrzeugen ausgeführt. Der Nachweis ist hierbei zum Beispiel durch die Konformität zu einer derartigen Norm gegeben.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Wie bereits vorstehend erörtert, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die Lehre der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise auszugestalten und weiterzubilden. Hierzu wird einerseits auf die den Ansprüchen 1 und 6 nachgeordneten Ansprüche verwiesen, andererseits werden weitere Ausgestaltungen, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung nachstehend anhand des durch Figur 1 veranschaulichten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

[0021] Es zeigt:

Fig. 1 in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel für ein System gemäß der vorliegenden Erfindung, das auf einem Kommunikationsmodell gemäß der vorliegenden Erfindung basiert und nach dem Verfahren gemäß der vorliegenden Erfindung arbeitet.

Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

[0022] Eine exemplarische Ausführung der vorliegenden Erfindung ist in Figur 1 dargestellt.

[0023] Hierbei fährt ein sogenanntes Platoon 100 aus drei Fahrzeugen mit Hilfe der Kommunikation untereinander und mit der erfindungsgemäß gegebenen, nachfolgend erläuterten Infrastruktur. Die Kommunikation mit der Infrastruktur erfolgt über ein Gateway oder eine Basisstation 200.

[0024] Der Transport der für das jeweilige Fahrerassistenzsystem der Kraftfahrzeuge 100 bestimmten Daten und Anweisungen 10 erfolgt über ein drahtloses Kommunikationsnetz 300 zu einem zentralen Rechner 400, der sich in Figur 1 aus drei redundanten Entscheidungseinheiten 402, 404, 406 zusammensetzt.

[0025] Hierbei werden die Daten und Anweisungen 10 durch das Gateway bzw. durch die Basisstation 200 gebündelt, gesammelt und aufbereitet, wobei die Antenne 210 des Gateways bzw. der Basisstation 200 ein Empfangen bzw. Senden der Daten und Anweisungen 10 ermöglicht.

[0026] Im Platoon 100 aus drei (oder mehr) Fahrzeugen kann nun zum Beispiel bei Erkennen einer potentiell gefährlichen Situation das Rechnersystem 400 das letzte, in der Darstellung gemäß Figur 1 unterste Fahrzeug mit neunzig Prozent der maximalen Bremskraft verzögern lassen, das vorletzte, in der Darstellung gemäß Figur 1 zweitunterste Fahrzeug mit achtzig Prozent der maximalen Bremskraft und so weiter. Auf diese Weise wird ein eng fahrender, autonom gesteuerter Konvoi wirkungsvoll und gefahrlos auseinandergezogen, was zu einer signifikanten Herabsetzung der Unfallgefahr im Platoon 100 führt.

[0027] Alternativ oder in Ergänzung hierzu können beim Aufbau eines Platoon 100 aus vier Fahrzeugen die fahrdynamikrelevanten Parameter der einzelnen Fahrzeuge ausgetauscht werden, so zum Beispiel

- die maximale Beschleunigung,
- die maximale Bremsverzögerung,
- die maximale Querschleunigung und
- die maximale (Wunsch-)Geschwindigkeit.

[0028] Anhand dieser Werte werden die jeweiligen Führer der vier Kraftfahrzeuge mittels der vom System 500 übermittelten Daten und Informationen 10 angewiesen, eine bestimmte Reihenfolge im Platoon 100 einzunehmen, wobei das am schwächsten bremsende Fahrzeug vorne, das heißt in der Darstellung gemäß Figur 1 oben angeordnet sein sollte.

[0029] Ein von der vorliegenden Erfindung umfasstes Szenario geht nun davon aus, dass sich die Fahrer nicht an diese Anweisung 10 halten und eine andere Reihenfolge einnehmen, wobei der zentrale Rechner 400 des Systems 500 aufgrund einer kurzen oder temporären Fehlfunktion die Information über die Reihenfolge nicht korrekt erhalten und daher von der angewiesenen Reihenfolge ausgehen soll.

[0030] Während der Fahrt weist nun der zentrale Rechner 400 das Platoon 100 an, eine Notbremsung durchzuführen. Die Plausibilitätsprüfung in den Fahr-

zeugen ergibt jedoch in diesem Fall eine hohe Gefährdung durch das fälschlicherweise im hinteren, in der Darstellung gemäß Figur 1 unteren Bereich einsortierte schwächer bremsende Fahrzeug, so dass die vor diesem schwächer bremsenden Fahrzeug fahrenden Fahrzeuge im Einklang mit der vorliegenden Erfindung nur eine auf den maximalen Bremswert des schwächsten dahinter fahrenden Fahrzeugs begrenzte Bremsung durchführen.

[0031] Auf diese Weise werden die Geschwindigkeitsunterschiede zwischen den Fahrzeugen so gering gehalten, dass eine dynamische Regelung auf den maximalen Bremswert des Gesamtplatoons 100 möglich ist. Die sich hinter, das heißt in der Darstellung gemäß Figur 1 unter dem schwächer bremsenden Fahrzeug befindlichen Fahrzeuge bremsen vorteilhafterweise mit ihrer maximalen Bremskraft, um auch in diesem Fall ein Auseinanderziehen des Platoons 100 zu gewährleisten.

[0032] In Figur 1 ist die vorliegende Erfindung anhand des Ausführungsbeispiels des Platooning veranschaulicht. Die Methodik bzw. Vorgehensweise gemäß der vorliegenden Erfindung gilt in gleicher Weise bzw. entsprechend auch für andere Fahrerassistenzfunktionen, wie etwa A[utomatische]N[ot]B[remse], Kreuzungsassistenz, Spurwechselassistenz, Abstandsregelassistenz, Überholassistenz, Einfädelassistenz und dergleichen hier nicht genannte Assistenten, die die wesentlichen Voraussetzungen der Nutzung einer Kommunikation 20 zwischen Fahrzeugen 100 und eines Eingriffs in die Fahrfunktion ohne Einbeziehung des Fahrers erfüllen.

Patentansprüche

1. System (500) zum Steuern und/oder zum Regeln mindestens eines, insbesondere mehrerer jeweils mindestens einem Fortbewegungsmittel (100), insbesondere jeweils mindestens einem Kraftfahrzeug, zugeordneter, vorzugsweise autonomer Fahrerassistenzsysteme, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrerassistenzsysteme mittels Daten und/oder Anweisungen (10) steuerbar und/oder regelbar sind, die zwischen den Fahrerassistenzsystemen und mindestens einer Zentralstation (400), insbesondere mindestens einem zentralen Rechner, über mindestens ein insbesondere drahtloses Kommunikationsnetz (300) austauschbar sind.
2. System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen die Fahrerassistenzsysteme und die Zentralstation (400), insbesondere zwischen die Fahrerassistenzsysteme und das Kommunikationsnetz (300), mindestens eine Basisstation oder mindestens ein Gateway (200) geschaltet ist.
3. System gemäß Anspruch 2, **dadurch gekenn-**

- zeichnet, dass** die Daten und/oder Anweisungen (10) durch die Basisstation bzw. durch das Gateway (200) bündelbar, sammelbar und/oder aufbereitbar sind, insbesondere dass die Daten und/oder Anweisungen (10) durch mindestens eine der Basisstation bzw. dem Gateway (200) zugeordnete Antenneneinheit (210) empfangbar und/oder sendbar sind.
4. System gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kommunikationsnetz (300) auf mindestens einem insbesondere hochratigen und/oder insbesondere hochverfügbaren Mobilfunknetz der zweiten, dritten und/oder vierten Generation, zum Beispiel
- auf Bluetooth,
 - auf G[eneral]P[acket]R[adio]S[ervice],
 - auf G[lobal]S[ystem for]M[obile Communication],
 - auf U[niversal]M[obile]T[elecommunication]S[ystem],
 - auf W[ireless]A[pplication]P[rotocol] und/oder
 - auf W[ireless]L[ocal]A[rea]N[etwork],
- basiert.
5. System gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zentralstation (400) mehr als eine, zum Beispiel mindestens drei insbesondere redundante Entscheidungseinheiten (402, 404, 406) aufweist, so dass hinsichtlich der empfangenen und/oder gesendeten Daten und/oder Anweisungen (10) sowie hinsichtlich der hierauf getroffenen Entscheidungen und/oder erfolgten Reaktionen
- mindestens eine Plausibilitätsprüfung durchführbar ist und/oder
 - mindestens eine Mehrheitsentscheidung treffbar ist.
6. Verfahren zum Steuern und/oder zum Regeln mindestens eines, insbesondere mehrerer jeweils mindestens einem Fortbewegungsmittel (100), insbesondere jeweils mindestens einem Kraftfahrzeug, zugeordneter, vorzugsweise autonomer Fahrerassistenzsysteme, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Fahrerassistenzsysteme mittels Daten und/oder Anweisungen (10) gesteuert und/oder geregelt werden, die zwischen den Fahrerassistenzsystemen und mindestens einer Zentralstation (400), insbesondere mindestens einem zentralen Rechner, über mindestens ein insbesondere drahtloses Kommunikationsnetz (300) ausgetauscht werden.
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Daten und/oder Anweisungen (10) durch die Basisstation bzw. durch das Gateway (200) gebündelt, gesammelt und/oder aufbereitet werden, insbesondere dass die Daten und/oder Anweisungen (10) durch mindestens eine der Basisstation bzw. dem Gateway (200) zugeordnete Antenneneinheit (210) empfangen und/oder gesendet werden.
8. Verfahren gemäß Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** das Fortbewegungsmittel (100), insbesondere dessen Fahrerassistenzsystem,
 - in einer kritischen Situation und/oder
 - periodisch und/oder
 - permanent
- über das Kommunikationsnetz (300) mit der Zentralstation (400) kommuniziert.
9. Verfahren gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet,**
- **dass** die Zentralstation (400)
 - von mindestens einer insbesondere vertrauenswürdigen Institution verwaltet wird und/oder
 - hohen Sicherheitsanforderungen genügt und/oder
 - **dass** hinsichtlich der empfangenen und/oder gesendeten Daten und/oder Anweisungen (10) sowie hinsichtlich der hierauf getroffenen Entscheidungen und/oder erfolgten Reaktionen mindestens eine Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden kann, woraufhin die getroffenen Entscheidungen und/oder die erfolgten Reaktionen zumindest für eine gewisse Zeitspanne
 - zentral, zum Beispiel in der Zentralstation (400), und/oder
 - dezentral, zum Beispiel im Fortbewegungsmittel (100), insbesondere in dessen Fahrerassistenzsystem,
- gespeichert werden, um im Falle eines Versagens des Systems (500) die Ursache des Versagens nachvollziehen zu können.
10. Verwendung mindestens eines Systems (500) gemäß mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5 und/oder eines Verfahrens gemäß mindestens einem der Ansprüche 6 bis 9 zum Erhöhen der Sicherheit, insbesondere zum Vermeiden von Unfällen, im Straßenverkehr, zum Beispiel

- beim Platooning und/oder
- im Rahmen eines Fahrerassistenzsystems, etwa
 - eines Abstandsregelassistentensystems, 5
 - eines A[utomatischen]N[ot]B[rems]-Systems,
 - eines Einfädelassistentensystems,
 - eines Kreuzungsassistentensystems,
 - eines Spurwechselassistentensystems, 10
 - eines Überholassistentensystems.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

