



PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

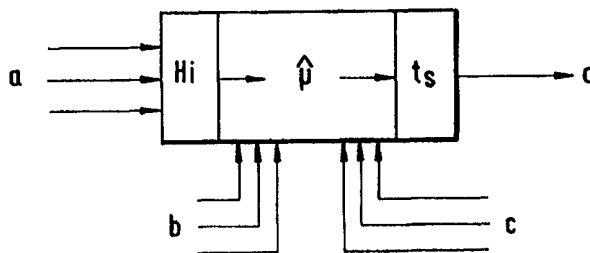
INTERNATIONALE ZUSAMMENFASSUNG	
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : B60K 31 /00	A2
(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/03889	
(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 27. Januar 2000 (27.01.00)	
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/05078	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 16. Juli 1999 (16.07.99)	
(30) Prioritätsdaten: 198 32 265.8 17. Juli 1998 (17.07.98) DE 199 03 932.1 1. Februar 1999 (01.02.99) DE	
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): CON- TINENTAL TEVES AG & CO. OHG [DE/DE]; Guer- ickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).	
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RIETH, Peter [DE/DE]; Keilstrasse 3, D-65343 Eltville (DE).	
(74) Gemeinsamer Vertreter: CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG; Guerickestrasse 7, D-60488 Frankfurt am Main (DE).	
Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR DETERMINING A PARAMETER FOR AN INSTANTANEOUSLY MAXIMAL FRICTIONAL FORCE COEFFICIENT

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM ERMITTELN EINER KENNGRÖSSE FÜR EINEN MOMENTAN MAXIMALEN REIBKRAFTBEIWERT

(57) Abstract

The invention relates to a method and device for determining a parameter for an instantaneously maximal frictional force coefficient between tires of a vehicle and a roadway. Said coefficient is calculated by the ratio of the frictional force to the wheel vertical force. The invention is especially provided for determining a following time of the vehicle with regard to another vehicle located directly in front in a direction of travel for the purpose of controlling distance. According to the invention, the parameter of the frictional force coefficient is assigned to one of at least two classes by logically coupling data output values emitted by a sensor which is provided in the vehicle. The parameter is then presented to the vehicle driver and/or fed to the vehicle distance control system. In addition, an evaluation device is provided which is connected to an outside temperature sensor, said sensor being preferably connected to an engine control system of the vehicle, to an air humidity sensor, said humidity sensor being preferably connected to a vehicle air conditioning system, and/or is connected to a windshield wiper system, especially to its operating button, step switch and/or rain sensor, in the input area thereof. The evaluation device is also connected to a display device such as a display of a vehicle navigation system, and/or to a vehicle distance control system in the output area thereof.



(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße für einen momentan maximalen Reibkraftbeiwert zwischen Reifen eines Fahrzeugs und einer Fahrbahn, der durch das Verhältnis aus Reibkraft zur Radaufstandskraft berechnet wird, insbesondere zur Bestimmung einer Folgezeit des Fahrzeugs relativ zu einem weiteren, jeweils in Fahrtrichtung unmittelbar vorderen Fahrzeug zwecks Abstandsregelung. Dabei wird einerseits unter logischer Verknüpfung von Datenausgabewerten von in dem Fahrzeug vorhandener Sensorik die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts einer von zumindest zwei Klassen zugeordnet und dann einem Fahrer des Fahrzeugs dargeboten und/oder der Abstandsregelung des Fahrzeugs zugeführt. Andererseits ist eine Auswerteinrichtung vorgesehen, die mit einem Außentemperatursensor, der vorzugsweise mit einer Motorsteuerung des Fahrzeugs verbunden ist, mit einem Luftfeuchtesensor, der vorzugsweise mit einer Klimaanlage des Fahrzeugs verbunden ist, und/oder einer Scheibenwischanlage, insbesondere deren Betätigungstaste, Stufenschalter und/oder Regensensor, in ihrem Eingangsbereich und mit einem Anzeigegerät, wie einem Display eines Navigationssystems des Fahrzeugs, und/oder einer Abstandsregelung des Fahrzeugs in ihrem Ausgangsbereich verbunden ist, vorgesehen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidtschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße für einen momentan maximalen Reibkraftbeiwert

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße für einen momentan maximalen Reibkraftbeiwert zwischen Reifen eines Fahrzeugs und einer Fahrbahn, der durch das Verhältnis aus Reibkraft zur Radaufstandskraft berechnet wird, insbesondere zur Bestimmung einer Folgezeit des Fahrzeugs relativ zu einem weiteren, jeweils in Fahrtrichtung unmittelbar vorderen Fahrzeug zwecks Abstandsregelung.

Es ist bekannt, den Sicherheitsabstand zwischen zwei hintereinander fahrenden Fahrzeugen im Rahmen einer Fahrtregelung (ICC-Intelligent Cruise Control) fest einzustellen, nämlich in der Regel auf einen Abstand in Metern, der der halben Tachoanzeige in Kilometern pro Stunde entspricht, so daß bei beispielsweise 100 km/h der Sicherheitsabstand 50m beträgt. Ein Sicherheitsabstand von 50m ist gleichbedeutend mit einer konstanten, geschwindigkeitsunabhängigen Folgezeit $t_g = 1,8$ Sek, die im Folgenden als Standardfolgezeit bezeichnet wird.

Eine Unterschreitung der Standardfolgezeit von mehr als 50%, also $t_g \leq 0,9$ Sek., wird zur Zeit mit Bußgeld geahndet. Eine Überschreitung der Standardfolgezeit in einem erheblichen Ausmaß, so daß $t_g \geq 3$ Sek., ruft eine sogenannte Einscherproblematik hervor. Aus diesem Grund ist es bereits vorgeschlagen worden, die Folgezeit manuell durch einen Fahrer des Fahrzeuges einstellbar auszugestalten, so daß

- 2 -

$0,9 \text{ Sek.} \leq t_g \leq 3 \text{ Sek.}$ Dieser Vorschlag ist jedoch eher kritisch zu betrachten, da bei Fahrer- und/oder Wetterwechsel ein falsch eingestellter Wert in kritischen Situationen zu zu kurzen Bremsabständen mit der Gefahr des Auffahrens auf das Vorderfahrzeug führen kann.

Ferner ist es bekannt, daß der momentan maximale Reibkraftbeiwert, der näherungsweise durch den Längskraftbeiwert zwischen den Reifen eines Fahrzeugs und einer Fahrbahn gegeben ist, zur Berechnung eines Sicherheitsabstands beziehungsweise einer Folgezeit geeignet ist.

Figur 1 zeigt einen charakteristischen Reibkraftbeiwert-Schlupf-Verlauf (μ -S-Verlauf) für einen üblichen Reifen auf einer üblichen Fahrbahn bei Geradeausfahrt mit 80 km/h und 20°C Außentemperatur, einerseits bei einer Wasserhöhe von 0,3 mm auf der Fahrbahn, siehe Kurve I, sowie andererseits bei einer Wasserhöhe von 3 mm auf der Fahrbahn, siehe Kurve II, wobei der Schlupf, also das Verhältnis aus der Differenz zwischen einer synchronen Geschwindigkeit (Radtranslationsgeschwindigkeit) und einer asynchronen Geschwindigkeit (Radumfangsgeschwindigkeit) zu der synchronen Geschwindigkeit, sowohl für die Antriebs- als auch die Bremsseite in Prozenten angegeben ist. Wie einem Vergleich der Kurven I und II zu entnehmen ist, kommt es im Falle eines starken Regensfalls zu einem 50%igen Reibkraftbeiwertabfall, was aus Sicherheitsgründen mit einer Verdoppelung der Folgezeit einhergehen sollte. Ferner ist Figur 1 zu entnehmen, daß abhängig von den Wetterverhältnissen ein maximaler Reibkraftbeiwert, wie μ_I beziehungsweise μ_{II} , existiert und in Notsituationen abverlangt werden muß, und sich bei einem 100%igen Schlupf der Reibkraftbeiwert einem Standardwert μ_G im Falle geringer Nässe nähert, der einen maßgeblichen Parameter beim Straßenentwurf bildet und sich

- 3 -

aus einer Bemessung bei einem in Längsrichtung rollenden Einzelfahrzeug mit PIARC Reifen auf nasser, aber sauberer Fahrbahn ergibt. Schließlich ist noch darauf hinzuweisen, daß aus Sicherheitsgründen in üblichen Fahrregelungssystemen ein Reibkraftbeiwert $\mu=0,3$ gefordert wird.

Bislang werden zur Ermittlung des momentan maximalen Reibkraftbeiwerts zwei unterschiedliche Ansätze verfolgt. So wird zum einen eine optische Abtastung einer Fahrbahnoberfläche unter einem Fahrzeug oder vor einem Fahrzeug zur anschließenden Auswertung des entsprechenden Brechungs- und Reflexionsverhaltens durchgeführt. Zum anderen ist vorgeschlagen worden, im Profilstollen eines Reifens Sensoren zur Messung der Schubkraft beziehungsweise Schubverformung zu installieren. Diese Arten der Erfassung des momentan maximalen Reibkraftbeiwerts sind in der Herstellung als auch Installation kostenaufwendig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Kenngröße für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert auf einfache und kostengünstige Weise zu liefern.

Diese Aufgabe wird in Weiterentwicklung des gattungsgemäßen Verfahrens nach der Erfindung dadurch gelöst, daß unter logischer Verknüpfung von Datenausgabewerten von in dem Fahrzeug vorhandener Sensorik die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts einer von zumindest zwei Klassen zugeordnet und dann einem Fahrer des Fahrzeugs dargeboten und/oder der Abstandsregelung des Fahrzeugs zugeführt wird.

Eine erfindungsgemäße Weiterentwicklung ist dabei dadurch gekennzeichnet, daß die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts im Falle von Nässe einer ersten Klasse und ansonsten einer zweiten Klasse, vorzugsweise abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, zugeordnet wird.

- 4 -

Dabei kann vorgesehen sein, daß die geschwindigkeitsabhängige Kenngröße des Reibkraftbeiwerts jeder der beiden Klassen über die Häufigkeitsverteilung der Reibkraftbeiwerte über eine große Menge an Fahrbahnen, wie über die Gesamtheit aller deutschen Straßen, bei einem hundertprozentigen Schlupf gemessen, insbesondere für ein in Längsrichtung rollendes Einzelfahrzeug mit Standardreifen auf nasser, aber sauberer Fahrbahn, vorzugsweise über die 95%ige Summenhäufigkeitslinie besagter Häufigkeitsverteilung, bestimmt wird.

Eine bevorzugte erfindungsgemäße Weiterentwicklung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts über eine unscharfe Logik einer von drei Klassen und somit einem von drei, vorzugsweise geschwindigkeitsunabhängigen, Kennwerten zugeordnet wird.

Dabei kann vorgesehen sein, daß eine Kenngröße der Reibkraft in Abhängigkeit von Parametern des Reifens des Fahrzeugs, der Fahrbahn und/oder des Kontaktmediums zwischen dem Reifen und der Fahrbahn einer der drei Klassen und somit einem von drei Kennwerten zugeordnet wird, wobei zur Klassenzuordnung zumindest eine Abschätzung der Parameter des Kontaktmediums durchgeführt und vorzugsweise die Radaufstandskraft näherungsweise berechnet wird.

Ferner wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Außentemperatur, die relative Luftfeuchte und/oder die Scheibenwischereinstellung, wie Ein/Aus und/oder Frequenz, erfaßt und als die Parameter des Kontaktmediums logisch, insbesondere unter Annahme einer durchschnittlichen Fahrbahn sowie durchschnittlicher Reifen, zur Bestimmung des Kennwerts der Reibkraft verwendet wird beziehungsweise werden.

- 5 -

Nach der Erfindung kann auch vorgesehen sein, daß der Datenausgabewert eines Regensors als Parameter des Kontaktmediums bei der Bestimmung des Kennwerts der Reibkraft berücksichtigt wird.

Mit der Erfindung wird weiterhin vorgeschlagen, daß durch einen ersten Kennwert niedrige Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte, einen zweiten Kennwert mittlere Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte und einen dritten Kennwert hohe Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte repräsentiert werden, wobei vorzugsweise dem ersten Kennwert eine erste Folgezeit, wie 2,5 Sekunden, dem zweiten Kennwert eine zweite Folgezeit, wie 1,8 Sekunden, und dem dritten Kennwert eine dritte Folgezeit, wie 1,3 Sekunden, geschwindigkeitsunabhängig zugeordnet wird.

Ebenfalls erfindungsgemäß vorgeschlagen wird, daß als Parameter der Reifen des Fahrzeugs Reifentyp, Profilform, Latsch, Gummimischung und/oder Verschleißzustand bei der Klassenzuordnung für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert berücksichtigt wird beziehungsweise werden.

Dabei kann vorgesehen sein, daß der Reifentyp, vorzugsweise über eine Kodierung, vom Fahrer eingegeben oder automatisch eingelesen wird.

Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß der Verschleißzustand jedes Reifen des Fahrzeugs über ein Verschleißmodell, vorzugsweise unter Berücksichtigung eines Geschwindigkeitshistogramms, wie über die Radrehzahl bestimmt, in Verbindung mit einem Querschleunigungshistogramm, wie über Querschleunigungssensoren erfaßt, und in Verbindung mit einem Reibkraftbeiwerthistogramm, ermittelt wird.

- 6 -

Der Verschleißzustand kann erfindungsgemäß auch unter Berücksichtigung eines Histogramms der Raddrücke bestimmt werden.

Erfindungsgemäß wird auch vorgeschlagen, daß als Parameter der Fahrbahn Baustoff, Oberflächenstruktur und/oder Oberflächentemperatur derselben bei der Klassenzuordnung für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert berücksichtigt wird beziehungsweise werden.

Ferner kann gemäß der Erfindung vorgesehen sein, daß als Parameter des Kontaktmediums Höhe eines Wasserfilms, Eis und/oder festen Schnees auf einer Fahrbahn berücksichtigt wird beziehungsweise werden.

Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Parameter der Fahrbahn und/oder des Kontaktmediums über ein Transpondersystem am Fahrbahnrand in eine Auswerteinrichtung eingekoppelt werden.

Zur Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe wird ferner eine Weiterentwicklung der gattungsgemäßen Vorrichtung vorgeschlagen, die gekennzeichnet ist durch eine Auswerteinrichtung, die mit einem Außentemperatursensor, der vorzugsweise mit einer Motorsteuerung des Fahrzeugs verbunden ist, mit einem Luftfeuchtesensor, der vorzugsweise mit einer Klimaanlage des Fahrzeugs verbunden ist, und/oder einer Scheibenwischanlage, insbesondere deren Betätigungstaste, Stufenschalter und/oder Regensensor, in ihrem Eingangsbereich und mit einem Anzeigegerät, wie einem Display eines Navigationssystems des Fahrzeugs, und/oder einer Abstandsregelung des Fahrzeugs in ihrem Ausgangsbereich verbunden ist.

- 7 -

Dabei kann vorgesehen sein, daß die Auswerteinrichtung mit einem Straßenoberflächentempersensor, wie einer IR-Wärmekamera, verbunden ist.

Ferner wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Auswerteinrichtung über telemetrische Dateneinkopplung von Transpondern am Fahrbahnrand Parameter einer Fahrbahn und/oder eines Kontaktmediums zwischen der Fahrbahn und den Reifen des Fahrzeugs empfängt.

Eine Ausführungsform der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß in der Auswerteinrichtung Geschwindigkeitsdaten zur Bestimmung eines Geschwindigkeitshistogramms, Querbeschleunigungsdaten zur Bestimmung eines Querbeschleunigungshistogramms und/oder Reibkraftbeiwerte zur Bestimmung eines Reibkraftbeiwerthistogramms ablegbar sind.

Weiterhin wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß die Auswerteinrichtung mit einer elektrisch-hydraulischen Bremsanlage zum Erhalt von Raddrücken verbunden ist, und in der Auswerteinrichtung die Raddrücken zur Bestimmung eines Raddruckhistogramms ablegbar sind.

Mit der Erfindung wird ebenfalls vorgeschlagen, daß die Auswerteinrichtung mit einem Bedienfeld zum Eingeben von Parametern per Hand verbunden ist.

Schließlich wird erfindungsgemäß noch vorgeschlagen, daß die Auswerteinrichtung mit einer Einrichtung zum Einlesen eines Reifentyps, wie einem Abtastsensor, vorzugsweise umfassend ein Federbein, zur Erfassung eines Kodierimpulses, vorzugsweise mittels magnetischer Kodierung, verbunden ist.

Der Erfindung liegt somit die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß bereits im Fahrzeug vorhandene Sensorinformationen derart miteinander logisch verknüpft werden, daß ei-

- 8 -

ne Abschätzung für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert erhalten wird, aus der dann beispielsweise eine Folgezeit berechnet und an einen Fahrer weitergegeben beziehungsweise einer Abstandsregelung eines Fahrtregelungssystems zur effektiven Steigerung der Fahrtsicherheit zugeführt wird.

Eine besonders durch ihre Einfachheit überzeugende Weiterentwicklung gemäß der Erfindung basiert auf dem Grundsatz "Straße naß, Fuß vom Gas", daß heißt, es findet eine Zuordnung in eine von zwei geschwindigkeitsabhängige Reibkraftbeiwertklassen statt, wobei hier zwischen Nässe und Nicht-Nässe einzig unterschieden wird und sich auf die Häufigkeitsverteilung von μ_G über die Gesamtheit aller deutschen Straßen, insbesondere die 95%ige Summenhäufigkeit, bezogen wird.

Die bevorzugte Ausführungsform gemäß der Erfindung basiert auf einer unscharfen Logik, der sogenannten Fuzzy Logic, gemäß der dem momentan maximalen Reibkraftbeiwert eine Kenngröße zugeordnet wird, und zwar derart, daß eine Einteilung in eine von drei Klassen stattfindet, der jeweils ein Kennwert zugeordnet ist. Der jeweilige Kennwert für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert kann dann einem Fahrer für eine Einstellungsempfehlung über ein Display dargeboten oder einem Fahrtregelungssystem zur automatischen Folgeabstandsanzugung zugeführt werden.

Zur erfindungsgemäßen Bestimmung des Kennwertes für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert wird vorzugsweise vorgeschlagen, den Einfluß des Kontaktmediums zwischen Fahrzeug und Fahrbahn zumindest grob abzuschätzen.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der Ausführungsbei-

spiele der Erfindung anhand von schematischen Zeichnungen im einzelnen erläutert sind. Dabei zeigt:

- Figur 1 charakteristische Verläufe für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert gegen den Schlupf für einen üblichen Reifen auf einer üblichen Straße bei einer Geradeausfahrt von 80km/h und 20°C Außentemperatur, bei einer Wassershöhe von 0,3 mm und 3,0 mm;
- Figuren 2a, 2b jeweils den Verlauf der Folgezeit in Abhängigkeit von der Fahrtgeschwindigkeit, bei Nässe gemäß Figur 2a und bei Nicht-Nässe gemäß Figur 2b, nach einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel;
- Figur 3 ein Zustandsverknüpfungsdiagramm zur Veranschaulichung einer möglichen Zuordnung von Meßwerten zu einem momentan maximalen Reibkraftbeiwert beziehungsweise einer Folgezeit basierend auf einer unscharfen Logik gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Figur 4 eine Teilschnittansicht zur Demonstration der Erfassung eines Reifentyps; und
- Figur 5 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäß Auswerteinrichtung.

Gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung wird lediglich zwischen zwei Reibkraftbeiwertklassen unterschieden, nämlich μ_N im Falle von Nässe und μ_H im Falle von Nicht-Nässe, wie, beispielsweise, über einen Regensensor einer Scheibenwischersteuerung gemessen. Ferner wird auf die 95%ige Summenhäufigkeitslinie der Häufigkeitsverteilung

- 10 -

der Reibkraftbeiwerte μ_G bei 100%igem Schlupf im normalen Bemessungsfall, also bei einem in Längsrichtung rollenden Einzelfahrzeug mit PIARC-Reifen, über die Gesamtheit der deutschen Straßen zurückgegriffen, um die in den Figuren 2a und 2b dargestellten Folgezeiten t_g zu erhalten. Demgemäß variiert die Folgezeit im Falle von Nässe von 1,5 Sekunden bis 3,5 Sekunden und im Falle von Nicht-Nässe von 0,9 Sekunden bis 1,8 Sekunden, liegt also im wesentlichen innerhalb eines Bereichs, der durch den minimal gesetzlich erlaubten Grenzwert $t_g = 0,9$ Sek und dem oberen durch eine Einscherproblematik begrenzten Wert $t_g \approx 3$ Sekunden bestimmt ist, und steigt stetig mit Zunahme der Fahrtgeschwindigkeit in dem Bereich von 30 bis 150 km/h.

In Figur 3 ist eine Verknüpfung von in einem Fahrzeug überwiegend normalerweise vorliegenden Informationen zur Zuordnung des momentan maximalen Reibkraftbeiwerts einer von drei Klassen gemäß einer unscharfen Logik in Übereinstimmung mit einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Dabei werden folgende Informationen miteinander verknüpft:

1. Parameter des Reifens

Als Reifenparameter wird das Reifenprofil, die Reifenform, -mischung, -art, -größe etc., wie sie sich insbesondere aus dem eingesetzten Reifentyp ergeben, verwendet. Der Reifentyp kann vom Fahrer entweder manuell einer Auswerteinrichtung zugeführt werden oder automatisch ausgelesen werden. So kann, wie in Figur 4 dargestellt, der Reifentyp eines Reifens 2 auf einer Fahrbahn 1 über eine magnetische Kodierung 4 am Reifen 2 unter Einsatz eines am Federbein montierten Abtastensors 5 im Bereich der Bremse 3 ermittelt werden.

2. Parameter der Fahrbahn

Als Parameter der Fahrbahn wird die Straßenoberflächentemperatur in die Auswerteinrichtung eingelesen, beispielsweise über telemetrische Dateneinkopplung von in der Planung befindlichen Transpondern am Fahrbahnrand oder über mitgeführte Sensorik oder einfach nur über einen Konstantwert.

3. Parameter des Kontaktmediums

Den größten Einfluß auf die erfindungsgemäße Zuordnung zu einer Kenngröße für den tatsächlich vorhandenen, momentan maximalen Reibkraftbeiwert μ haben die Parameter des Kontaktmediums zwischen einem Fahrzeug und einer Fahrbahn. Es bietet sich in diesem Zusammenhang an, auf die Außenlufttemperatur, vorzugsweise gemessen über einen Außentemperatursensor der Motorsteuerung, die relative Feuchte, vorzugsweise gemessen über einen Luftfeuchtesensor der Klimaanlage, die Regenmenge, vorzugsweise gemessen über einen Regensensor der Scheibenwischersteuerung, und die Scheibenwischerfrequenz zurückzugreifen.

Jedem der Parameter wird zumindest einer von drei Werten zugeordnet, nämlich H="Hoch", M="Mittel" oder N="Niedrig" und gegebenenfalls die 0, wie im Falle einer nicht vorhandenen Regenmenge beziehungsweise eines ausgeschalteten Scheibenwischers, siehe Figur 3. Basierend auf den oben beschriebenen Parametern unter angenäherter Kenntnis der Radaufstandskraft, wie aus Fahrzeuggewicht, Lage des Fahrzeugschwerpunkts, Achslastverteilung entsprechend der vorliegenden Fahrzeugverzögerung/-beschleunigung und Fahrzeug-

- 12 -

geschwindigkeit berechnet, kann dann eine Zuordnung des Reibkraftbeiwerts und somit der Folgezeit zu einem von drei Kennwerten stattfinden. Gemäß dem in Figur 3 gezeigten Ausführungsbeispiel wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß $t_S (\mu_H) = 1,3 \text{ Sek.}$, $t_S (\mu_M) = 1,8 \text{ Sek.}$ und $t_S (\mu_N) = 2,5 \text{ Sek.}$

Die erfindungsgemäße logische Verknüpfung kann in einer Auswerteinrichtung, wie sie in Figur 5 dargestellt ist, durchgeführt werden. Demgemäß können der Auswerteinrichtung Eingangsgrößen a, b und c zugeführt werden, und es werden als Ausgangsgrößen d die erfindungsgemäß zugeordneten Kennwerte für die jeweilige Folgezeit t_S ausgegeben, beispielsweise an ein Display oder ein Fahrtregelungssystem. Als Eingangsgrößen eignen sich erfindungsgemäß insbesondere die Parameter des Reifens, der Fahrbahn und des Kontaktmediums, wie bereits zuvor ausgeführt. Es ist in diesem Zusammenhang noch darauf hinzuweisen, daß sich insbesondere der Verschleißzustand der Reifen über ein Verschleißmodell bestimmen läßt, welches über ein Geschwindigkeitshistogramm in Verbindung mit einem Querschleunigungshistogramm und einem ermittelten Reibkraftbeiwertshistogramm gewonnen wird, wie in Figur 5 durch die Berechnung der diversen Histogramme H_i angedeutet.

Abschließend ist noch darauf hinzuweisen, daß das bereits in Planung befindliche Transpondersystem am Fahrbahnrand in Zukunft die Möglichkeit bietet, die Parameter der Fahrbahn sowie des Kontaktmediums auch direkt in eine Auswerteinrichtung einzukoppeln, was eine Abschätzung des Reibkraftbeiwerts und somit der Folgezeit erheblich verbessern wird und gegebenenfalls zu einer differenzierten Klasseneinteilung führen kann.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung

- 13 -

können sowohl einzeln als auch in jeder beliebigen Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

μ	Reibkraftbeiwert
μ_I	Reibkraftbeiwert bei einer Wasserfilmhöhe von ungefähr 0,3mm
μ_{II}	Reibkraftbeiwert bei einer Wasserfilmhöhe von ungefähr 3,0mm
μ_g	Reibkraftbeiwert bei einem hundertprozentigen Schlupf, bemessen bei einem in Längsrichtung rollen- den Einzelfahrzeug mit P IARC-Reifen auf nasser, aber sauberer Fahrbahn.
μ_n	in Notsituation abverlangter Reibkraftbeiwert
μ_s	in üblichen Abstandsregelungen abverlangter Haft- beiwert
S	Schlupf
t_s	Folgezeit
v_F	Fahrzeuggeschwindigkeit
O	Null
N	Niedrig
M	Mittel
H	Hoch
Hi	Histogramm
a, b, c	Eingangsgröße
d	Ausgangsgröße
1	Straßenoberfläche
2	Reifen
3	Bremse
4	Kodierung
5	Abtastsensor

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln einer Kenngröße für einen momentan maximalen Reibkraftbeiwert zwischen Reifen eines Fahrzeugs und einer Fahrbahn, der durch das Verhältnis aus Reibkraft zur Radaufstandskraft berechnet wird, insbesondere zur Bestimmung einer Folgezeit des Fahrzeugs relativ zu einem weiteren, jeweils in Fahrtrichtung unmittelbar vorderen Fahrzeug zwecks Abstandsregelung, dadurch **gekennzeichnet**, daß unter logischer Verknüpfung von Datenausgabewerten von in dem Fahrzeug vorhandener Sensorik die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts einer von zumindest zwei Klassen zugeordnet und dann einem Fahrer des Fahrzeugs dargeboten und/oder der Abstandsregelung des Fahrzeugs zugeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts im Falle von Nässe einer ersten Klasse und ansonsten einer zweiten Klasse, vorzugsweise abhängig von der Geschwindigkeit des Fahrzeugs, zugeordnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch **gekennzeichnet**, daß die geschwindigkeitsabhängige Kenngröße des Reibkraftbeiwerts jeder der beiden Klassen über die Häufigkeitsverteilung der Reibkraftbeiwerte über eine große Menge an Fahrbahnen, wie über die Gesamtheit aller deutschen Straßen, bei einem hundertprozentigen Schlupf gemessen, insbesondere für ein in Längsrichtung rollendes Einzelfahrzeug mit Standardreifen auf

- 16 -

nasser, aber sauberer Fahrbahn, vorzugsweise über die 95%ige Summenhäufigkeitslinie besagter Häufigkeitsverteilung, bestimmt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Kenngröße des Reibkraftbeiwerts über eine unscharfe Logik einer von drei Klassen und somit einem von drei, vorzugsweise geschwindigkeitsunabhängigen, Kennwerten zugeordnet wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch **gekennzeichnet**, daß eine Kenngröße der Reibkraft in Abhängigkeit von Parametern des Reifens des Fahrzeugs, der Fahrbahn und/oder des Kontaktmediums zwischen dem Reifen und der Fahrbahn einer der drei Klassen und somit einem von drei Kennwerten zugeordnet wird, wobei zur Klassenzuordnung zumindest eine Abschätzung der Parameter des Kontaktmediums durchgeführt und vorzugsweise die Radaufstandskraft näherungsweise berechnet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Außentemperatur, die relative Luftfeuchte und/oder die Scheibenwischereinstellung, wie Ein/Aus und/oder Frequenz, erfaßt und als die Parameter des Kontaktmediums logisch, insbesondere unter Annahme einer durchschnittlichen Fahrbahn sowie durchschnittlicher Reifen, zur Bestimmung des Kennwerts der Reibkraft verwendet wird beziehungsweise werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Datenausgabewert eines Regensors als Parameter des Kontaktmediums bei der Bestimmung des Kennwerts der Reibkraft berücksichtigt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch **gekennzeichnet**, daß durch einen ersten Kennwert niedrige Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte, einen zweiten Kennwert mittlere Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte und einen dritten Kennwert hohe Reibkräfte beziehungsweise Reibkraftbeiwerte repräsentiert werden, wobei vorzugsweise dem ersten Kennwert eine erste Folgezeit, wie 2,5 Sekunden, dem zweiten Kennwert eine zweite Folgezeit, wie 1,8 Sekunden, und dem dritten Kennwert eine dritte Folgezeit, wie 1,3 Sekunden, geschwindigkeitsunabhängig zugeordnet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Parameter der Reifen des Fahrzeugs Reifentyp, Profilform, Latsch, Gummimischung und/oder Verschleißzustand bei der Klassenzuordnung für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert berücksichtigt wird beziehungsweise werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Reifentyp, vorzugsweise über eine Kodierung, vom Fahrer eingegeben oder automatisch eingelesen wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Verschleißzustand jedes Reifen des Fahrzeugs über ein Verschleißmodell, vorzugsweise unter Berücksichtigung eines Geschwindigkeitshistogramms, wie über die Raddrehzahl bestimmt, in Verbindung mit einem Querbeschleunigungshistogramm, wie über

- 18 -

Querbeschleunigungssensoren erfaßt, und in Verbindung mit einem Reibkraftbeiwerthistogramm, ermittelt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch **gekennzeichnet**, daß der Verschleißzustand unter Berücksichtigung eines Histogramms der Raddrücke bestimmt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Parameter der Fahrbahn Baustoff, Oberflächenstruktur und/oder Oberflächentemperatur derselben bei der Klassenzuordnung für den momentan maximalen Reibkraftbeiwert berücksichtigt wird beziehungsweise werden.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 13, dadurch **gekennzeichnet**, daß als Parameter des Kontaktmediums Höhe eines Wasserfilms, Eis und/oder festen Schnees auf einer Fahrbahn berücksichtigt wird beziehungsweise werden.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Parameter der Fahrbahn und/oder des Kontaktmediums über ein Transpondersystem am Fahrbahnrand in eine Auswerteinrichtung eingekoppelt werden.
16. Vorrichtung zum Ermitteln einer Kenngröße für einen momentan maximalen Reibkraftbeiwert zwischen Reifen eines Fahrzeugs und einer Fahrbahn, der durch das Verhältnis aus Reibkraft zur Radaufstandskraft berechnet wird, insbesondere zur Bestimmung einer Folgezeit des Fahrzeugs relativ zu einem weiteren, jeweils in Fahrt-

- 19 -

richtung unmittelbar vorderen Fahrzeug zwecks Abstandsregelung, insbesondere gemäß einem Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, **gekennzeichnet durch**

eine Auswerteinrichtung, die mit einem Außentempertursensor, der vorzugsweise mit einer Motorsteuerung des Fahrzeugs verbunden ist, mit einem Luftfeuchtesensor, der vorzugsweise mit einer Klimaanlage des Fahrzeugs verbunden ist, und/oder einer Scheibenwischanlage, insbesondere deren Betätigungstaste, Stufenschalter und/oder Regensensor, in ihrem Eingangsbereich und mit einem Anzeigegerät, wie einem Display eines Navigationssystems des Fahrzeugs, und/oder einer Abstandsregelung des Fahrzeugs in ihrem Ausgangsbereich verbunden ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Auswerteinrichtung mit einem Straßenoberflächentempertursensor, wie einer IR-Wärmekamera, verbunden ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Auswerteinrichtung über telemetrische Dateneinkopplung von Transpondern am Fahrbahnrand Parameter einer Fahrbahn und/oder eines Kontaktmediums zwischen der Fahrbahn und den Reifen des Fahrzeugs empfängt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch **gekennzeichnet**, daß in der Auswerteinrichtung Geschwindigkeitsdaten zur Bestimmung eines Geschwindigkeitshistogramms, Querbeschleunigungsdaten zur Bestimmung eines Querbeschleunigungshistogramms und/oder

- 20 -

Reibkraftbeiwerte zur Bestimmung eines Reibkraftbeiwerthistogramms ablegbar sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Auswerteinrichtung mit einer elektrisch-hydraulischen Bremsanlage zum Erhalt von Raddrücken verbunden ist, und in der Auswerteinrichtung die Raddrücken zur Bestimmung eines Rad-druckhistogramms ablegbar sind.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Auswerteinrichtung mit einem Bedienfeld zum Eingeben von Parametern per Hand verbunden ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch **gekennzeichnet**, daß die Auswerteinrichtung mit einer Einrichtung zum Einlesen eines Reifentyps, wie einem Abtastsensor, vorzugsweise montiert an einem Federbein, zur Erfassung eines Kodierimpulses, vorzugsweise mittels magnetischer Kodierung, verbunden ist.

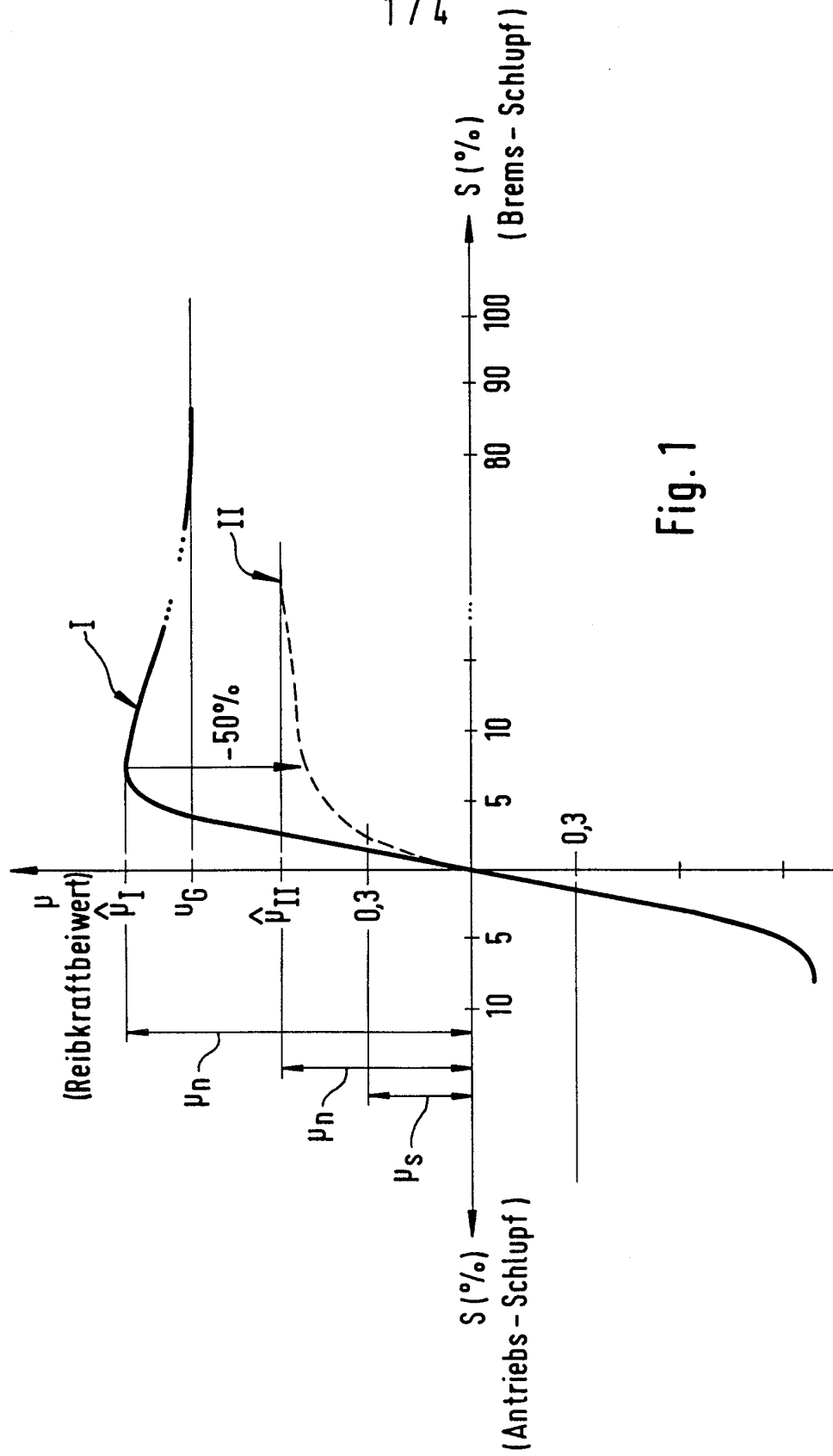


Fig. 1

2 / 4

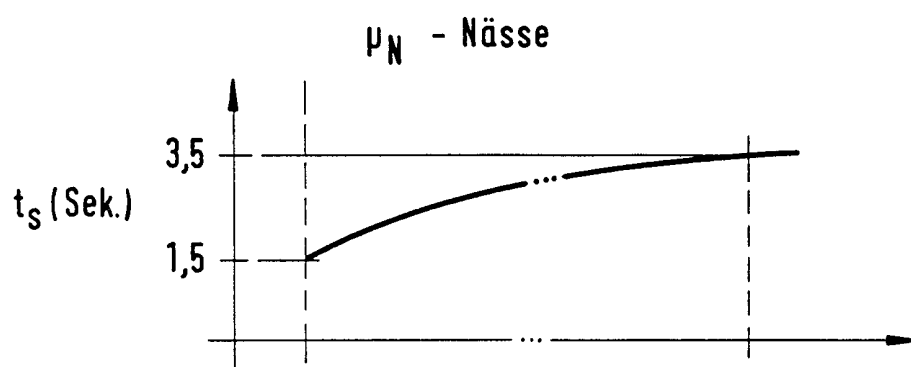


Fig. 2a

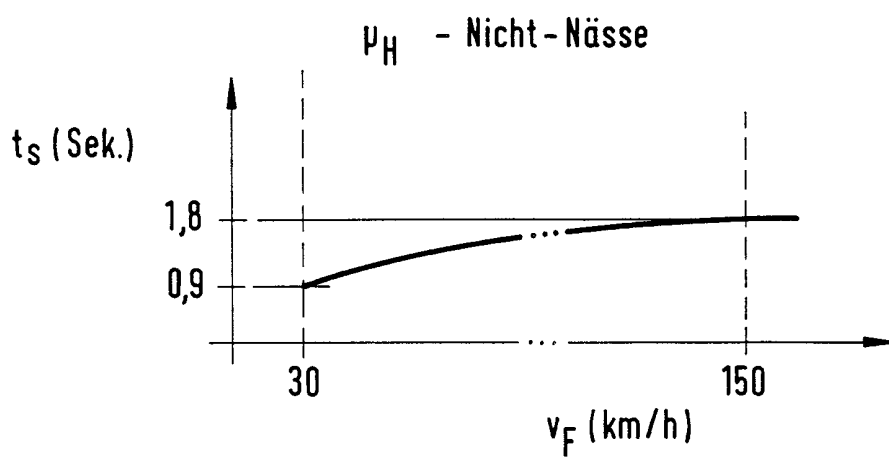


Fig. 2b

3/4

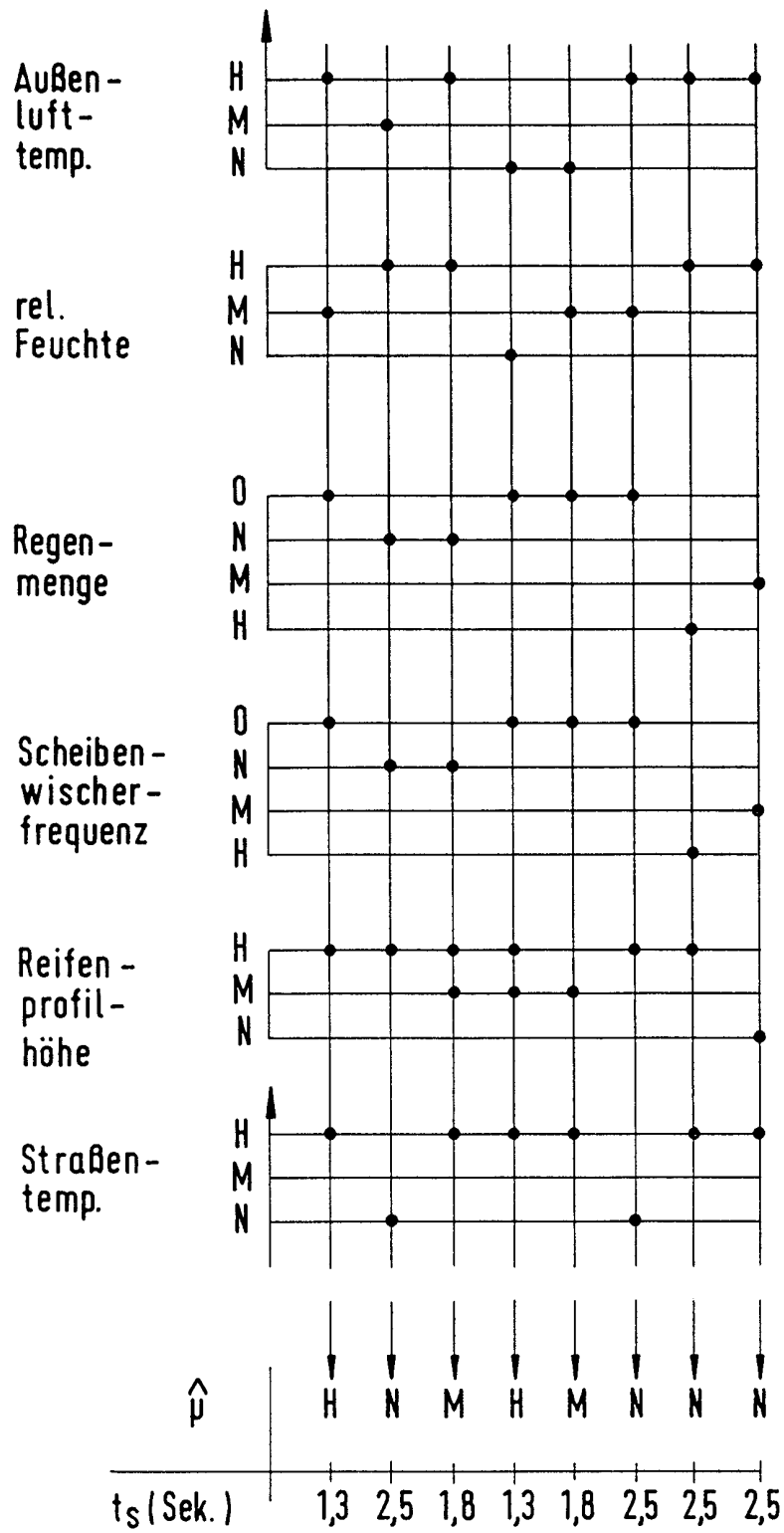


Fig. 3

4 / 4

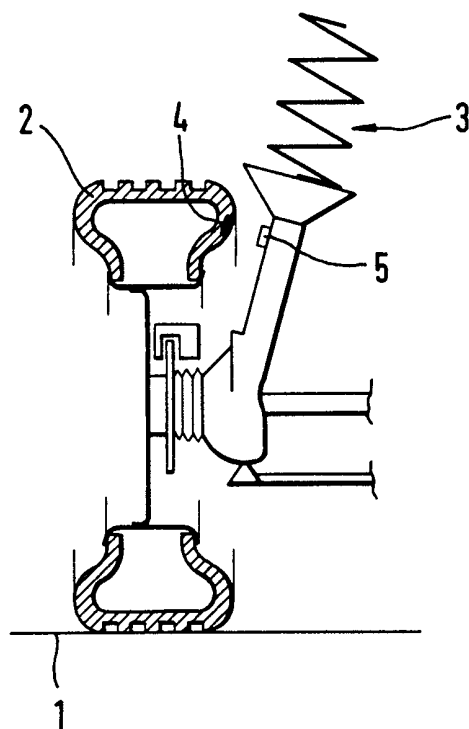


Fig. 4

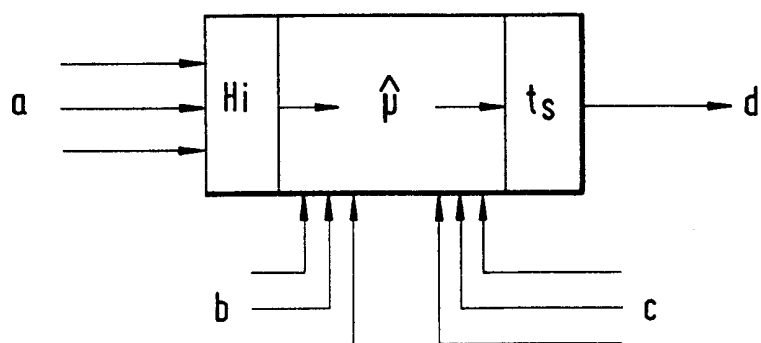


Fig. 5