

(12) **GEBRAUCHSMUSTERSCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 709/96

(51) Int.Cl.⁶ : G01M 15/00

(22) Anmeldetag: 3.12.1996

(42) Beginn der Schutzdauer: 15. 9.1997

(45) Ausgabetag: 27.10.1997

(73) Gebrauchsmusterinhaber:

AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ, STEIERMARK (AT).

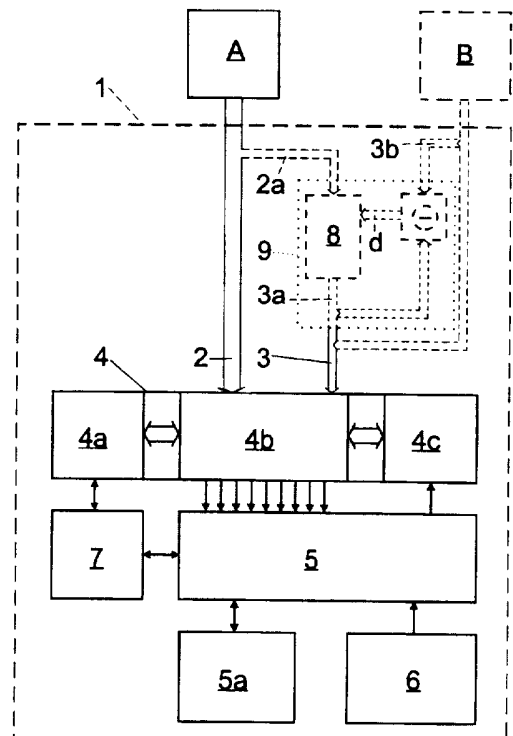
(72) Erfinder:

LIST HELMUT DIPL.ING.
GRAZ, STEIERMARK (AT).
SCHÖGGL PETER DIPL.ING.
SEIERSBERG, STEIERMARK (AT).

(54) VERFAHREN ZUR BEURTEILUNG DER FAHRBARKEIT VON FAHRZEUGEN

(57) Zur objektiven und reproduzierbaren Beurteilung der Fahrbarkeit von Fahrzeugen wird ein Verfahren vorgeschlagen, das folgende Schritte aufweist:

- Bereitstellen eines Meß- und Auswertesystems (6),
- Bereitstellen eines Datenablatesystems (4) mit Daten (4a) über vordefinierte Betriebszustände des Motors (A) und/oder des Fahrzeuges (8),
- Bereitstellen eines Zuordnungssystems (7) zwischen den Betriebszuständen des Motors (A) und/oder des Fahrzeuges (B) und Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges (B),
- Erfassen von zumindest einer für die Fahrbarkeit relevanten motor- und/oder fahrzeugbezogenen Meßgröße (2, 3) aus der Gruppe Motordrehzahl (N), Drosselklappen- bzw. Gaspedalstellung (DK), Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung (a), Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführrate und Abgastemperatur,
- Vergleichen der gemessenen Meßdaten (2, 3) mit den im Datenablatesystem (4) gespeicherten Daten (4a) über definierte Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszustände,
- Bei Übereinstimmen der gemessenen (2, 3) und abgelegten Daten (4a) über den Motor- und/oder Fahrzeugbetriebszustand: Übertragen der Meßdaten (2, 3) an die Auswerteeinheit (6) und Zuordnen von mit dem abgelegten Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszustand korrelierenden Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges (B).



Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Beurteilung der Fahrbarkeit von Fahrzeugen.

Die Fahrbarkeit (Driveability) von Kraftfahrzeugen ist eine subjektive Bewertungsgröße für Reaktionen eines Kraftfahrzeuges auf eine Reaktion des Fahrers. Derartige Reaktionen des Fahrers sind beispielsweise bewußte Gaspedalbewegungen oder Schaltvorgänge. Verzögerungen, Unregelmäßigkeiten oder Schwankungen in den Reaktionen des Fahrzeuges werden vom Fahrer als mehr oder weniger störend empfunden und subjektiv als schlecht beurteilt. Beispiele für fahrbarkeitsrelevante Größen, die als störend empfunden werden, sind Ruckelschwingungen, Ansprechverzögerungen, Oszillationen der Drehzahl oder Zugkraftschwankungen. Positiv empfundene Eigenschaften sind beispielsweise gute Gasannahme, gute Durchzugskraft oder ein ruhiger und stabiler Leerlauf.

Großer Einfluß auf die Fahrbarkeit ist durch die Motoraufhängung und durch die Kalibrierung des Motormanagements gegeben. Die Kalibrierung von transienten Motormanagementfunktionen hat einen großen Einfluß auf das Abgasverhalten, den Kraftstoffverbrauch und die Fahrbarkeit von Kraftfahrzeugen. Während sich die Maßnahmen seitens der Gesetzgeber hauptsächlich auf die ersten beiden Kriterien konzentrieren, wird das Kaufverhalten jedoch stark von den letzten beiden Kriterien, nämlich vom Verbrauch und von der Fahrbarkeit beeinflusst. Niedrige Emissionskonzepte erfordern zumeist einen Kompromiß zwischen Emissionsverhalten und der Fahrbarkeit.

In frühen Phasen der Kraftfahrzeugentwicklung sind Versuchsfahrzeuge normalerweise nicht verfügbar, weshalb transiente Motormanagementfunktionen am dynamischen Motorprüfstand optimiert werden. Dabei konnten bisher allerdings nur die Schadstoffemissionen und der Kraftstoffverbrauch berücksichtigt werden.

Erst in späteren Fahrzeugentwicklungsphasen konnte bisher eine Fahrbarkeitsbewertung auf subjektiver Basis mit erfahrenen Versuchsfahrern durchgeführt werden. Mit zeitaufwendigen Meßroutinen wurden dabei nacheinander fahrbarkeitsrelevante Fahrzustände gefahren und das Fahrzeugverhalten anhand von Formblättern bewertet. Aufgrund des subjektiven Charakters ist die Reproduzierbarkeit solcher Bewertungen allerdings beschränkt.

Aus der US 4 169 370 A ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zur frequenzselektiven Erfassung von Schwingungen im Kraftfahrzeug bekannt. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einem Beschleunigungssensor, einem Bandpaßfilter mit einer fest eingestellten Mittelfrequenz von etwa 4 Hz sowie einer Auswerteeinheit, die den quadratischen Mittelwert bildet. Es kann zwar das subjektive menschliche Schwingungsempfinden für eine Frequenz von etwa 4 Hz näherungsweise simuliert werden, andere Frequenzen sowie andere Einflußgrößen auf die Fahrbarkeit werden allerdings nicht berücksichtigt. Es läßt sich somit keine vollständige Beurteilung über die Fahrbarkeit durchführen. Das bekannte Verfahren samt Einrichtung ist auf den Einsatz in Testfahrzeugen beschränkt.

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren sowie eine Vorrichtung vorzuschlagen, mit welcher eine objektive und reproduzierbare Beurteilung der Fahrbarkeit von Kraftfahrzeugen für den Einsatz im Straßenfahrbetrieb und am dynamischen Motorenprüfstand möglich ist.

Erfindungsgemäß wird dies durch folgende Verfahrensschritte erreicht:

- Bereitstellen eines Meß- und Auswertesystems,
- Bereitstellen eines Datenablatesystems mit Daten über vordefinierte Betriebszustände des Motors und/oder des Fahrzeuges,
- Bereitstellen eines Zuordnungssystems zwischen den Betriebszuständen des Motors und/oder des Fahrzeuges und Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges,
- Erfassen von zumindest einer für die Fahrbarkeit relevanten motor- und/oder fahrzeugbezogenen Meßgröße aus der Gruppe Motordrehzahl, Drosselklappen- bzw. Gaspedalstellung, Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführrate und Abgastemperatur,
- Vergleichen der gemessenen Meßdaten mit den im Datenablatesystem gespeicherten Daten über vordefinierte Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszustände,
- Bei Übereinstimmen der gemessenen und abgelegten Daten über den Motor- und/oder Fahrzeugbetriebszustand Übertragen der Meßdaten an eine Auswerteeinheit und Zuordnen von Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges.

Grundlage der Erfindung ist ein System, das die Bewertung aller fahrbarkeitsrelevanten Größen automatisch und selbständig durchführt. Fahrbarkeitsrelevante Fahrzeug- und/oder Motormeßdaten wie Motordrehzahl, Drosselklappenstellung, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Kühlmitteltemperatur, etc. werden permanent mittels geeigneter Sensoren gemessen und an eine Auswerteeinheit übertragen. Im Datenablatesystem sind in einem sogenannten Konfigurationsfile alle fahrbarkeitsrelevanten Betriebszustände gespeichert. Beispiele für diese Betriebszustände sind Motorstart, Warmlauf, Leerlauf, Konstantfahrt, Beschleunigungsvorgänge, Schubverhalten und Schaltmanöver. Bei Übereinstimmung zwischen den Meßdaten und den gespeicherten Betriebszuständen, also bei Erkennen eines relevanten Betriebspunktes, wird in der Auswerteeinheit automatisch eine Meßdatenauswertung durchgeführt. Die Auswertungsroutinen sind der subjektiven Fahrerbewertung nachempfunden, das Ergebnis entspricht möglichst genau dem subjektiven Bewertungsergebnis mehrerer Testfahrer. Die Auswertung erfolgt durch konventionelle mathematische und statistische Routinen, etwa Multiplikation, Division, Fast Fourier Transformation (FFT), Filterung, Messung von Verzugszeiten, Mittelwertbildung, aber auch über Vergleichsrechnungen, Fuzzy Logik Systeme oder mittels neuronaler Netze.

Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit von mehrfach erfaßten Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszuständen einer statistischen Auswertung unterzogen

werden. Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Auswerteeinheit eine statistische Bewertungseinheit aufweist, um Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit von mehrfach erfaßten Betriebszuständen mit statistischen Mitteln auszuwerten. Es kann beispielsweise ein Mittelwert über mehrfach erfaßte Betriebszustände gebildet werden, wobei Extremwerte bzw. stark abweichende Werte gestrichen werden können.

Neben der permanenten Abfrage auf relevante Betriebsbedingungen wird auch eine permanente Basisberechnung durchgeführt. Sollten Berechnungsergebnisse eindeutig als schlecht erkannt werden, etwa Ruckeln, Verzögerungen oder Motoraussetzer, der zugehörige Betriebspunkt aber nicht im Datenablatesystem gespeichert sein, so wird der Betriebspunkt ausgewertet und zusätzlich zu den bereits vorhandenen abgelegt. Beim nächsten Eintreffen desselben Betriebspunktes wird dieser bereits erkannt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, daß für die Fahrbarkeit relevante fahrzeugbezogene Meßgrößen aus motorbezogenen Ersatzmeßgrößen nachgebildet werden. Die Einrichtung zur Nachbildung von Fahrzeugmeßdaten aus Motormeßdaten kann durch ein Computerprogramm gebildet werden. Die Zuordnung zwischen fahrzeugbezogenen Meßgrößen und motorbezogenen Meßgrößen erfolgt von in Straßenversuchsreihen gewonnenen Erfahrungswerten. Ganz besonders vorteilhaft ist es, wenn die zur Nachbildung der fahrzeugbezogenen Meßgrößen aus den motorbezogenen Ersatzmeßgrößen erforderlichen Rechenparametern im realen Fachbetrieb mittels selbstlernender bzw. iterativer Verfahren ermittelt werden. Dies erfolgt vorteilhafterweise mit einer Fahrzeugsimulationseinrichtung, welche vorzugsweise aus neuronalen Netzen aufgebaut ist. Sie wird im realen Fahrzeugeinsatz trainiert.

Für die Beurteilung der Driveability sind vorwiegend Meßgrößen maßgebend, die nur im Fahrzeug und nicht am dynamischen Prüfstand zur Verfügung stehen. Ein Beispiel ist die Fahrzeuglängsbeschleunigung. In der Systemtrainingsphase im Fahrzeug werden diese, am Prüfstand nicht vorhandenen Meßgrößen sowohl gemessen, als auch errechnet. Über eine Differenzbildung zwischen den gemessenen und den gerechneten Größen wird ein Fehler bestimmt. In der Systemtrainingsphase wird der Berechnungsmodus der Größen solange modifiziert, bis der Fehler ein Minimum wird. Das trainierte System wird dann am dynamischen Prüfstand installiert. Somit ist es auch möglich, einen speziellen Fahrzeugtyp zu simulieren. In frühen Entwicklungsphasen, wo kein Fahrzeug zur Verfügung steht, kann auf Vergleichsdaten ähnlicher Fahrzeugtypen zurückgegriffen werden.

Dadurch kann das Verfahren bereits frühzeitig bei dynamischen Prüfständen, nämlich Motor- oder Antriebsstrangprüfständen, eingesetzt werden.

Weiters kann vorgesehen sein, daß die Bestimmung der Bewertungsgrößen durch das Zuordnungssystem länderspezifisch durchgeführt wird. Dadurch ist es möglich, länderspezifischen Anforderungen und Ansprüchen von Lenkern Rechnung zu tragen. Beispielsweise wird in einigen Ländern eine komfortable Fahrweise und in anderen Ländern eine sportliche Fahrweise forciert und bevorzugt. Dies kann beispielsweise durch Abstimmung von Rechenparametern von iterativen Gleichungen oder durch Gewichtungsfaktoren berücksichtigt werden.

Die Ergebnisse der Berechnungen - eine große Anzahl von Einzelbeurteilungen der verschiedensten Fahrzustände - werden in Kombination mit den zugehörigen gespeicherten Triggerbedingungen - den vordefinierten Betriebszuständen des Motors und/oder des Fahrzeuges - abgelegt. Aus allen Einzelbeurteilungen wird eine relevante Bestimmungsgröße für die gesamte Fahrbarkeit errechnet.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Beurteilung der Fahrbarkeit von Fahrzeugen weist folgende Elemente auf:

- ein Meßsystem mit Meßwertaufnehmern zur Erfassung zumindest einer für die Fahrbarkeit relevanten motor- und/oder fahrzeugbezogenen Meßgröße aus der Gruppe Motordrehzahl, Drosselklappenstellung, Gaspedalstellung, Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführtrate und Abgastemperatur samt Aufnahmeelektronik,
- ein Datenablatesystem mit Daten über den Motor- und/oder Fahrzeugbetriebszustand sowie von korrelierenden Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit,
- ein Zuordnungssystem zum Zuordnen von Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges zu den Daten über den Betriebszustand des Motors und/oder des Fahrzeuges,
- eine Auswerteeinheit zum Vergleichen der gemessenen mit den abgelegten Daten sowie zur Bestimmung von Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit unter Verwendung des Zuordnungssystems.

Im Datenablatesystem sind die für die Beurteilung erforderlichen Triggerbedingungen abgelegt, sowie die Ergebnisse der Berechnungen. Die erforderlichen Routinen der Auswertelogik sind bevorzugt in einem Programm abgelegt. Die gespeicherten fahrbarkeitsrelevanten Fahrzustände, abgelegt als Triggerbedingungen, und die errechneten Driveability-Ergebnisse bilden jeweils einen Datensatz.

Zur Überwachung der Fahrbarkeitsmessung und zur Prognostizierung der noch erforderlichen Meßdauer ist vorgesehen, daß die Vorrichtung einen Zähler aufweist, welcher die Anzahl der bereits erfaßten Betriebszustände aus der Gruppe der im Datenablatesystem vordefinierten Betriebszustände ermittelt.

Prinzipiell werden alle Schwingungen, die in Längsrichtung des Fahrzeuges auftreten, als mehr oder weniger störend empfunden. Eine Ausnahme ist die tatsächliche Fahrzeugbeschleunigung, deren Frequenzen meistens unter 0,5 Hz liegt. Akzeptiert werden meist auch vom Motor erzeugte Vibrationen, die nichts mit Ruckelschwingungen zu tun haben und von etwa 6 Hz aufwärts reichen. Vorzugsweise ist deshalb vorgesehen, daß Frequenzen unter 0,5 Hz und ab etwa 8 Hz, vorzugsweise ab 6 Hz, von der Meßdatenerfassung bzw. Meßdatenauswertung ausgenommen werden. Dies kann beispielsweise durch Bandsperrern oder einem Bandpaßfilter erfolgen.

Informationen über die spätere Fahrzeugfahrbarkeit können durch die Erfindung schon in einem sehr frühen Entwicklungsstadium von Kraftfahrzeugen gewonnen werden, die Abstimmung von Motormanagementparametern erfolgt nach Kriterien für Kraftstoffverbrauch, Schadstoffemissionen und Fahrbarkeit. Die Entwicklungszeit wird dadurch verkürzt, die Abstimmungsqualität verbessert. Weiters verbessert sich das Emissionsverhalten der Abstimmung.

Das System kann sowohl im On-line-Betrieb als auch im Off-line-Betrieb eingesetzt werden.

Die Erfindung wird anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 die erfindungsgemäße Vorrichtung in einem schematischen Blockschaltbild, Fig. 2 ein Meßdiagramm für die Meßgrößen Drosselklappenstellung, Beschleunigung und Drehzahl, Fig. 3 die Meßgrößen Beschleunigung und Drehzahl nach einer FFT, Fig. 4 und 5 Drosselklappenstellung-Drehzahl-Diagramme mit eingetragenen Ruckelerscheinungen, Fig. 6 ein 3-D-Diagramm mit der berechneten Fahrbarkeits-Bewertung.

Das System 1 wird im zu testenden Fahrzeug installiert und mißt selbständig, ohne jeglichen Bedienungsaufwand, die fahrbarkeitsrelevanten Meßgrößen 2, 3 der Betriebszustände des Motors A und/oder des Fahrzeuges B, beispielsweise Motordrehzahl, Drosselklappenstellung oder Gaspedalstellung, Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung, Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführtrate und Abgastemperatur. Die Meßdaten 2, 3 werden von Speicherzellen 4b der Datenablageeinheit 4 permanent aufgezeichnet. Fahrbarkeitsrelevante, stationäre und dynamische Zustände dieser Meßdaten, sogenannte Triggerbedingungen 4a, sind ebenfalls in der Datenablageeinheit 4 abgelegt. Bei Übereinstimmung der Meßdaten 2, 3 mit den gespeicherten Triggerbedingungen 4a wird durch die Auswerteeinheit 5 eine vordefinierte mathematische und statistische Auswertung gestartet. Diese Auswertung beinhaltet eine vollständige, objektive und reproduzierbare Nachbildung des Fahrerfühls des momentanen Fahrzustandes. Der Berechnungsablauf und der Zusammenhang zwischen den momentanen Meßdaten und dem subjektiven Fahrbarkeitsgefühl ist als Resultat einer Vielzahl von Messungen und Korrelationen zwischen subjektiver Beurteilung und objektiven Meßgrößen in einem Zuordnungssystem 6 abgelegt. Die Ergebnisse der Berechnungen werden vollautomatisch in vordefinierten Speicherzellen 4c der Datenablageeinheit 4 abgelegt.

Das System 1 kann im Permanentbetrieb im realen Fahrbetrieb eingesetzt werden. Der Fahrer braucht dabei keinerlei Aufmerksamkeit für das System 1 aufzubringen, die Fahrt kann dadurch auch anderen Zwecken dienen. Zur Erfassung eines fahrer-, fahrzeug- und streckenrelevanten Fahrprofilverlaufes wird die Anzahl gefahrener Triggerbedingungen 4a analysiert und gespeichert. Unter anderem kann dieses Ergebnis dazu dienen, Fahrzustände, die in der Praxis oft gefahren werden, in der Entwicklungs- und Kalibrierphase genauer abzustimmen.

Ein Zähler 7 zählt wieviele der vordefinierten Triggerbedingungen bereits erfaßt wurden und liefert Informationen über die erforderliche Meßdauer in Abhängigkeit von der geforderten Analysengenauigkeit.

Mehrfach detektierte Triggerbedingungen 4a werden dabei mit statistischen Mitteln ausgewertet, etwa durch Mittelwertbildung der Berechnungsergebnisse oder durch Herausfiltern von abweichenden Ergebnissen.

Die erforderliche Meßdauer für eine gesamte Fahrzeuganalyse beträgt einige Stunden. Danach steht ein vollständiger Datensatz für die Fahrbarkeitsbeurteilung zur Verfügung. Auf dem Wege einer statistischen Bewertung kann aus dem Gesamtdatensatz eine Ersatzzahl zur Fahrbarkeitsbewertung gebildet werden.

Gegebenenfalls kann - etwa zur Kalibrierung - eine Messung und Analyse selektiver Fahrbarkeitszustände, etwa Leerlauf, Vollast, od. ähnliches, durchgeführt werden. In diesem Falle stehen nur die Einzelergebnisse zur Verfügung.

Im On-line-Betrieb kann das System 1 auch als selbstlernendes System ausgelegt sein. Sollten Fahrzustände auftreten, die nicht über die Triggerbedingungen 4a in der Recheneinheit vordefiniert sind, deren Auswertung jedoch eine sehr schlechte oder auch sehr gute Fahrbarkeitsbeurteilung ergeben, werden diese in Kombination mit dem Ergebnis erfaßt und für die Auswertung gekennzeichnet. Bei der nächsten Messung sind die somit gelernten Triggerbedingungen 4a bereits vordefiniert.

Im Off-line-Betrieb können die Auswertergebnisse tabellarisch und graphisch dargestellt werden. Durch Vorgabe von Schwellenergebnissen können auch Auswertergebnisse, die beispielsweise schlechter als die Schwellwerte sind, hervorgehoben werden. Gelernte Triggerbedingungen 4a können ggf. separat dargestellt werden. Im Off-line-Betrieb ist auch ein einfacher Vergleich zwischen den aktuellen Messungen und vorangegangenen Messungen möglich, wobei Auswirkungen von Änderungen sofort überprüft werden können. Darüber hinaus können die Ergebnisse auch mit Meßresultaten von anderen Fahrzeugen ähnlicher Bauart verglichen werden.

Ein besonderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, daß bereits am dynamischen Motorprüfstand eine Fahrbarkeitsbeurteilung möglich ist. Dazu wird gemäß einer Ausbildung der Erfindung eine in der Fig.1 strichliert angedeutete Einrichtung 8 eingesetzt, welche fahrbarkeitsrelevante Fahrzeugmeßdaten 3, die am dynamischen Motorprüfstand nicht zur Verfügung stehen, etwa die Längsbeschleunigung des Fahrzeuges, aus motorbezogenen Ersatzmeßdaten 2a, etwa aus Motorvibration, Lagerauflagekraft, etc. nachbildet.

Eine besonders bevorzugte Ausführung der Erfindung sieht vor, daß das System 1 in Verbindung mit einer selbstlernenden Fahrzeugsimulationseinrichtung 9 eingesetzt wird, wie in der Fig. 1 punktiert eingezeichnet ist. Eine selbstlernende Fahrzeugsimulationseinrichtung 9, aufgebaut etwa aus neuronalen Netzen, simuliert vollständig die Fahrzeugeigenschaften. Die Fahrzeugsimulationseinrichtung 9 kann im realen Fahrzeugeinsatz trainiert bzw. kalibriert werden. Dabei werden die durch die motorbezogenen Ersatzmeßdaten 2a simulierten Fahrzeugdaten 3a für verschiedene Betriebspunkte mit realen Fahrzeugmeßdaten 3b, beispielsweise in einem iterativen Verfahren, verglichen und die Differenz d der Einrichtung 8 zur Nachbildung der Fahrzeugmeßdaten zugeführt. Aufgrund der Differenz d werden die Parameter des verwendeten Simulationsalgorithmuses korrigiert und aktualisiert. Nach genügend

genauer Simulierung der Fahrzeugmeßdaten kann die trainierte Fahrzeugsimulationseinrichtung 9 am dynamischen Motorenprüfstand für das Fahrbarkeits-Beurteilungsverfahren eingesetzt werden. Somit ist am Dynamikprüfstand eine exakte Fahrzeugnachbildung verfügbar. Die Fahrzeugsimulationseinrichtung 9 ist vorteilhafterweise als ein an das System 1 andockbares Modul ausgebildet. Dies ermöglicht einen raschen Wechsel bzw. Umbau zwischen Trainings- und Prüfstandseinsatz.

Das System 1 kann weiters an automatischen Kalibrierprogrammen zur Parameterbestimmung von Motormanagementsystemen angekoppelt werden. Die Koppelung ermöglicht dabei die Einbeziehung der Fahrbarkeitsinformation zur raschen stationären und dynamischen Kalibrierung.

Das Bewertungsverfahren wird im folgenden anhand eines konkreten Beispielles, nämlich anhand eines sogenannten „Tip In“ Vorganges im zweiten Gang, also einem Beschleunigungsvorgang mit zunehmender Drosselklappenöffnung, erläutert.

Im realen Fahrbetrieb wird zunächst für den Tip In Fall die Drosselklappenstellung DK, die Motordrehzahl N und die Längsbeschleunigung a über der Zeit gemessen (siehe Fig. 2). Parallel dazu werden die subjektiven Empfindungen von Testpersonen erfaßt. Als Bewertungskriterium dient dabei eine zehnteilige Skala von ausgezeichnet = 10 bis äußerst schlecht = 1.

Danach wird eine Auswertung von Drehzahl N und Längsbeschleunigung a durchgeführt. Berechnet wird dabei die FFT (Fast Fourier Transformation) der Drehzahl N und der Längsbeschleunigung a, wie in Fig. 3 dargestellt ist. Deutlich ist zu erkennen, daß Amplitudenmaxima im Bereich zwischen 3 und 4 Hz für den konkreten Fall auftreten.

Der Maximalwert der Ruckelschwingungen im Frequenzbereich zwischen 2 und 8 Hz, sowie die Frequenz, bei der der Maximalwert auftritt, wird dabei nach folgender Gleichung berechnet:

$$a(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \cdot a(t) dt \quad (1)$$

wobei s den imaginären Anteil und $a(t)$ den zeitlichen Verlauf der Beschleunigung a darstellt.

In einem zweiten Schritt wird eine Korrelation von subjektivem Empfinden und den FFT-Amplituden der Längsbeschleunigung nach folgender Gleichung durchgeführt:

$$Dr = \frac{c1}{\sqrt{c2 \cdot a_{osc}^{c3}}} \quad (2)$$

wobei $c1$, $c2$ und $c3$ Einstellparameter sind, a_{osc} das Amplitudenmaximum der Ruckelschwingung im Bereich von 2 bis 8 Hz darstellt und Dr der berechnete Driveability-Index ist. Die Koeffizienten $c1$, $c2$ und $c3$ können in einem selbstlernenden System automatisch gefunden werden. Beispielsweise können dafür Iterationsschleifen verwendet werden, in denen die Koeffizienten so lange geändert werden, bis die Abweichung zwischen dem berechneten Wert

D_r und der subjektiven Beurteilung D_{r_subj} ein Minimum wird. Dies geschieht nach den folgenden Gleichungen:

$$c_{1,i+1} = c_{1,i} + p_i, \quad (3)$$

$$c_{2,i+1} = c_{2,i} + q_i, \quad (4)$$

$$c_{3,i+1} = c_{3,i} + r_i, \quad (5)$$

dabei stellen die Ausdrücke p_i , q_i und r_i Variationsschrittweiten dar. Die Variation von c_1 , c_2 und c_3 wird solange durchgeführt, bis die Differenz zwischen dem berechneten Driveability-Index D_r und dem subjektiven Driveability-Index D_{r_subj} kleiner ist als ein vordefinierter Grenzwert.

Nach vollständigem Systemtraining kann die subjektive Beurteilung im Fahrzeug vollständig aus den Amplituden a_{osc} der Ruckelschwingungen nachgebildet werden. Die gefundenen Koeffizienten c_1 , c_2 , c_3 bilden die subjektive Beurteilung nach. Somit ist es auch möglich, nationale länderspezifische Eigenheiten genau zu erfassen. In Ländern, wo komfortables Fahrverhalten mit tendenziell größeren Ansprechzeiten bevorzugt werden, erfolgt die Bewertung anders als in Ländern mit eher sportlich orientierten Fahrweisen. Selbstverständlich kann das System auch zur Beurteilung der Fahrweise des Fahrers dienen.

Der gezeigte Berechnungsweg ist nur eine von zahlreichen Möglichkeiten, die Bewertung durchzuführen. Die Iteration kann beispielsweise auch mit anderen aus der Mathematik und Statistik bekannten Verfahren durchgeführt werden.

Am dynamischen Prüfstand steht keine Längsbeschleunigung als Meßgröße zur Verfügung. In diesem Fall wird das Beschleunigungssignal a aus den vorhandenen Signalen der Drehzahl N und des Motordrehmomentes nachgebildet. Die Drehzahl N ist dabei das einzige Signal, das sowohl am dynamischen Prüfstand, als auch im Fahrzeug ohne weiteres zur Verfügung steht, da die Messung des Drehmomentes mit vergleichsweise großem Aufwand verbunden ist.

Zur Nachbildung der Längsbeschleunigung a aus der Drehzahl N wird wiederum ein selbstlernendes System verwendet. Im ersten Schritt wird eine Korrelation zwischen dem Drehzahl-signal N und der Längsbeschleunigung a , beispielsweise auf iterativem Wege gebildet. Im zweiten Schritt wird das Längsbeschleunigungssignal a aus der Drehzahl N am dynamischen Prüfstand generiert.

In gleicher Weise wie die im Beispiel demonstrierte Tip In-Bewertung erfolgt die Auswertung von anderen relevanten Größen, wie etwa Leerlaufqualität, Konstantfahrt, Vollastbeschleunigung, Gangwechsel, Warmlaufverhalten, Startvorgang, etc. Zusätzlich können noch für die Bewertung wichtige zeitliche Größen, wie etwa Verzugszeiten berücksichtigt werden. Solche Verzugszeiten sind beispielsweise Verzögerungen in der Gasannahme oder Verzögerungen der Motorbremswirkung nach dem Schließen der Drosselklappe. Ein weiteres Beispiel hierfür sind Drehzahlüberschwingungen beim Schalten, wobei die Drehzahl nach dem Auskuppeln trotz gleichzeitigem Schließen der Drosselklappe ansteigt statt abzufallen.

Die Fig. 4 und 5 zeigen Kennfelder der im Tip In Fall auftretenden Amplitudenmaxima N_{osc} und a_{osc} der Ruckelschwingungen der Drehzahl N und der Längsbeschleunigung a , dargestellt über der Drehzahl N und über der maximalen Drosselklappenstellung DK während des Tip In Vorganges.

Das Ergebnis der Beurteilung für den Fall „Tip In“ ist das in Fig. 6 gezeigte Kennfeld, in welchem die Fahrbarkeitsbewertung Dr über der Drehzahl N und der Drosselklappenstellung DK aufgetragen ist. Die Fahrbarkeitsbewertung Dr im Kennfeld ist dabei folgendermaßen skaliert:

10 ... nicht störend für besonders erfahrene Testfahrer

9 ... störend für besonders erfahrene Testfahrer

8 ... störend für kritische Fahrer

7 ... störend für einige Fahrer

6 ... störend für alle Fahrer

5 ... störend für alle Fahrer.

ANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Beurteilung der Fahrbarkeit von Fahrzeugen, welches folgende Schritte aufweist:
 - Bereitstellen eines Meß- und Auswertesystems (6),
 - Bereitstellen eines Datenablagensystems (4) mit Daten (4a) über vordefinierte Betriebszustände des Motors (A) und/oder des Fahrzeuges (B),
 - Bereitstellen eines Zuordnungssystems (7) zwischen den Betriebszuständen des Motors (A) und/oder des Fahrzeuges (B) und Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges (B),
 - Erfassen von zumindest einer für die Fahrbarkeit relevanten motor- und/oder fahrzeugbezogenen Meßgröße (2, 3) aus der Gruppe Motordrehzahl (N), Drosselklappen- bzw. Gaspedalstellung (DK), Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung (a), Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführrate und Abgastemperatur,
 - Vergleichen der gemessenen Meßdaten (2, 3) mit den im Datenablagensystem (4) gespeicherten Daten (4a) über vordefinierte Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszustände,
 - Bei Übereinstimmung der gemessenen (2, 3) und abgelegten Daten (4a) über den Motor- und/oder Fahrzeugbetriebszustand: Übertragen der Meßdaten (2, 3) an die Auswerteeinheit (6) und Zuordnen von Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges (B).
2. Verfahren und Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Zuordnung der Bewertungsgrößen (Dr) aufgrund von mathematischen und statistischen Routinen, Vergleichsrechnungen, Fuzzy Logik Verfahren oder mittels neuronaler Netze erfolgt.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit von mehrfach erfaßten Motor- bzw. Fahrzeugbetriebszuständen einer statistischen Auswertung unterzogen werden.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß aus der Gesamtdatenmenge an Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit in allen erfaßten Betriebszuständen eine Ersatzzahl zur Fahrbarkeitsbewertung mit statistischen Mitteln berechnet wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß im Datenablagensystem (4) alle für die Fahrbarkeitsbeurteilung relevanten Meßdaten (2, 3) über noch nicht im Datenablagensystem gespeicherte Betriebszustände samt korrelierenden Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit abgelegt werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die Fahrbarkeit relevante fahrzeugbezogene Meßgrößen (2, 3) aus motorbezogenen Ersatzmeßgrößen (2a) nachgebildet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß die zur Nachbildung der fahrzeugbezogenen Meßgrößen (3) aus den motorbezogenen Ersatzmeßgrößen (2a) erforderlichen Rechenparameter (c1, c2, c3) im realen Fachbetrieb mittels selbstlernender bzw. iterativer Verfahren ermittelt werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Bestimmung der Bewertungsgrößen durch das Zuordnungssystem länderspezifisch durchgeführt wird.
9. Vorrichtung zur Beurteilung der Fahrbarkeit von Kraftfahrzeugen, welches folgende Elemente aufweist:
 - ein Meßsystem mit Meßwertaufnehmern zur Erfassung zumindest einer für die Fahrbarkeit relevanten motor- und/oder fahrzeugbezogenen Meßgrößen (2, 3) aus der Gruppe Motordrehzahl (N), Drosselklappenstellung (DK), Gaspedalstellung, Fahrzeuggeschwindigkeit, Fahrzeuglängsbeschleunigung (a), Saugrohrunterdruck, Kühlmitteltemperatur, Zündzeitpunkt, Einspritzmenge, Lambda-Wert, Abgasrückführrate und Abgastemperatur samt Aufnahmeelektronik,
 - ein Datenablatesystem (4) mit Daten (4a) über den Motor- und/oder Fahrzeugbetriebszustand sowie über korrelierende Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit,
 - ein Zuordnungssystem (6) zum Zuordnen von Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit des Fahrzeuges (B) zu den Daten (2, 3) über den Betriebszustand des Motors (A) und/oder des Fahrzeuges (B)
 - eine Auswerteeinheit (5) zum Vergleichen der gemessenen mit den abgelegten Daten sowie zur Bestimmung von Bewertungsgrößen (Dr) über die Fahrbarkeit unter Verwendung des Zuordnungssystems (6).
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Vorrichtung einen Zähler (7) aufweist, welcher die Anzahl der bereits erfaßten Betriebszustände aus der Gruppe der im Datenablatesystem (4) vordefinierten Betriebszustände (4a) ermittelt.
11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Auswerteeinheit (5) eine statistische Bewertungseinheit (5a) aufweist, um Bewertungsgrößen über die Fahrbarkeit von mehrfach erfaßten Betriebszuständen mit statistischen Mitteln auszuwerten.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein Bandpaßfilter oder eine Bandsperre vorgesehen ist, um Frequenzen unterhalb von etwa 0,5 Hz und oberhalb von etwa 8 Hz, vorzugsweise ab 6 Hz, von der Meßdatenerfassung bzw. Meßdatenauswertung auszunehmen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Einrichtung (8) zur Nachbildung von für die Fahrbarkeit relevanten Fahrzeugmeßdaten (3) aus motorbezogenen Ersatzmeßdaten (2a) vorgesehen ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine vorzugsweise aus neuronalen Netzen aufgebaute, selbstlernende Fahrzeugsimulationseinrichtung (9) vorgesehen ist, um im realen Straßenbetrieb die zur Nachbildung der Fahrzeugmeßdaten (3) erforderlichen Rechenparameter (c1, c2, c3) zu ermitteln.

Fig. 1

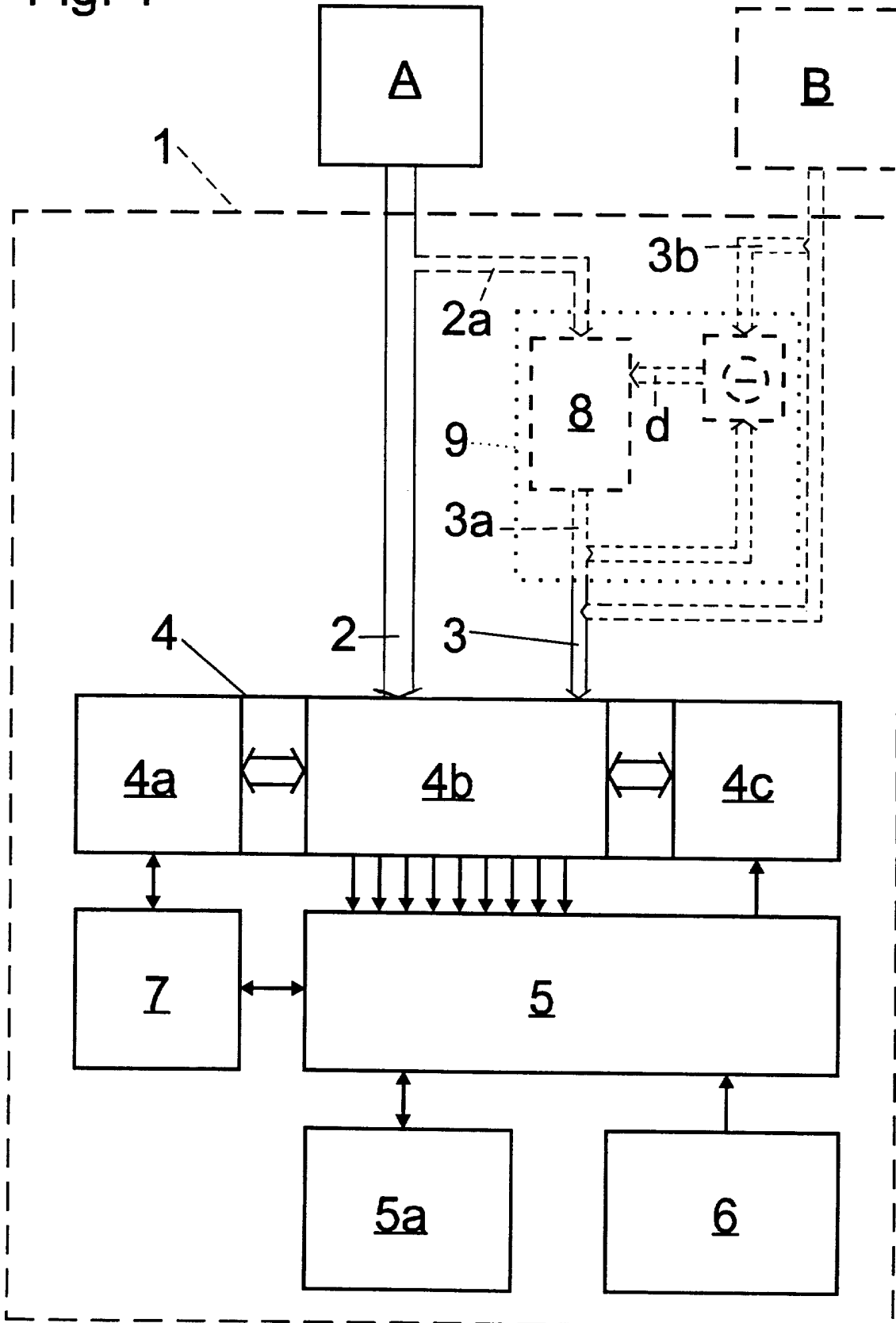


Fig. 2

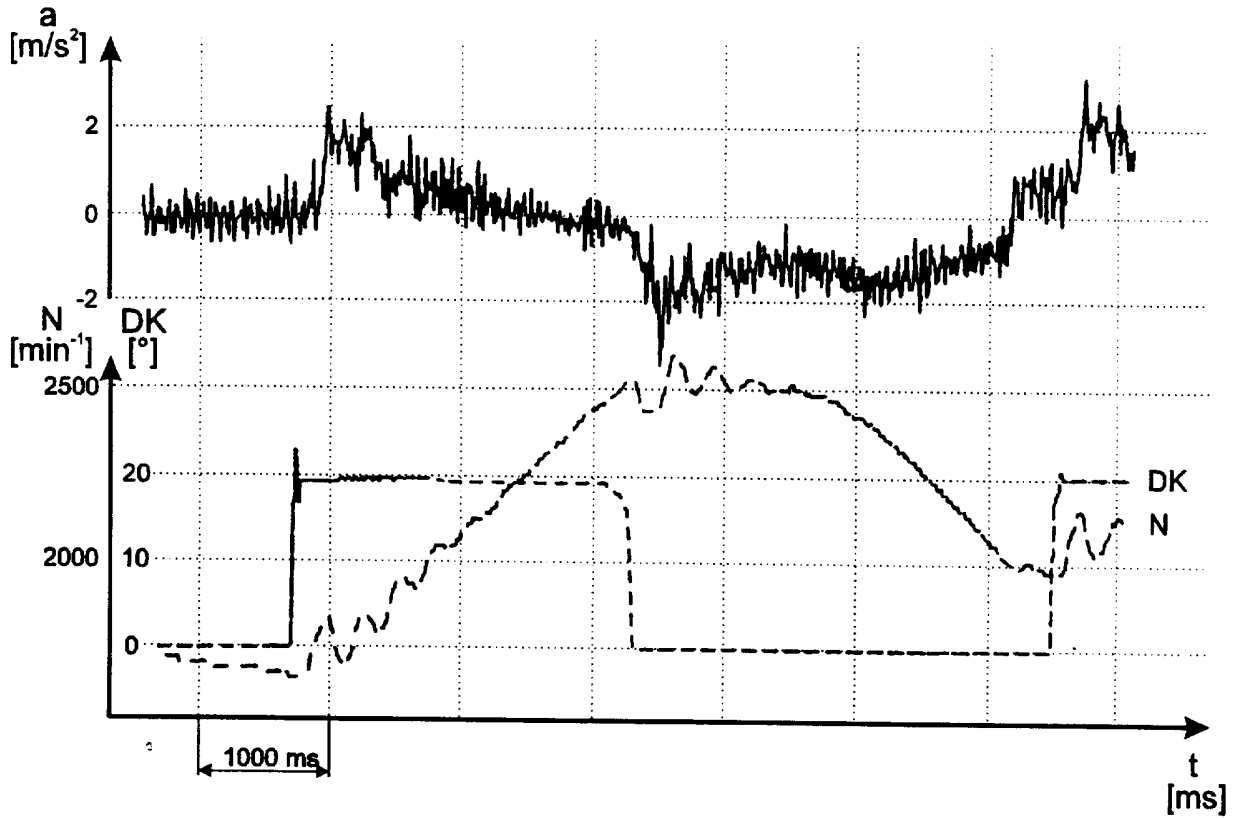


Fig. 3

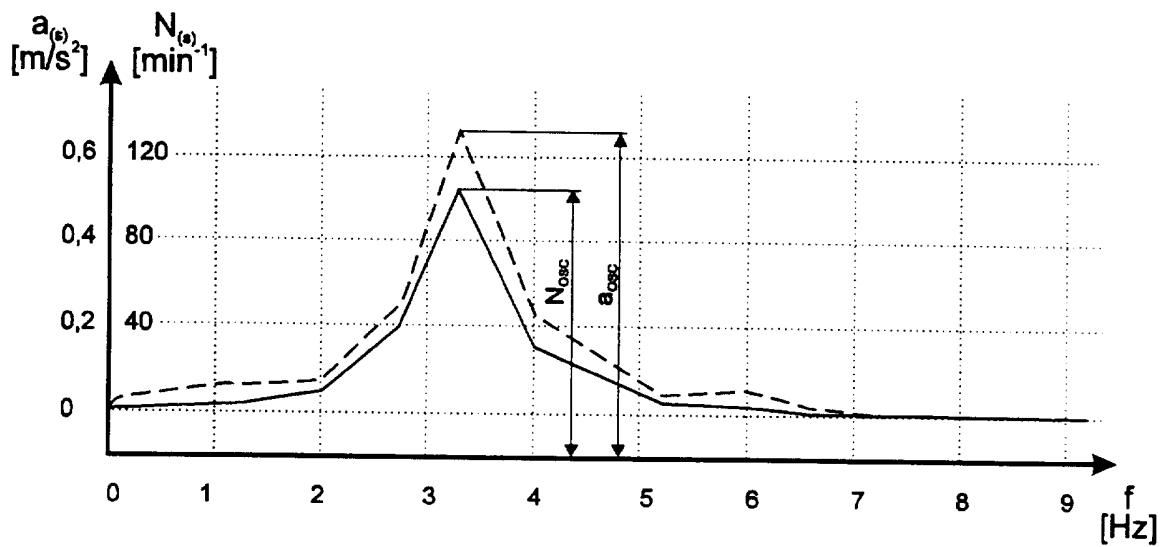


Fig. 4

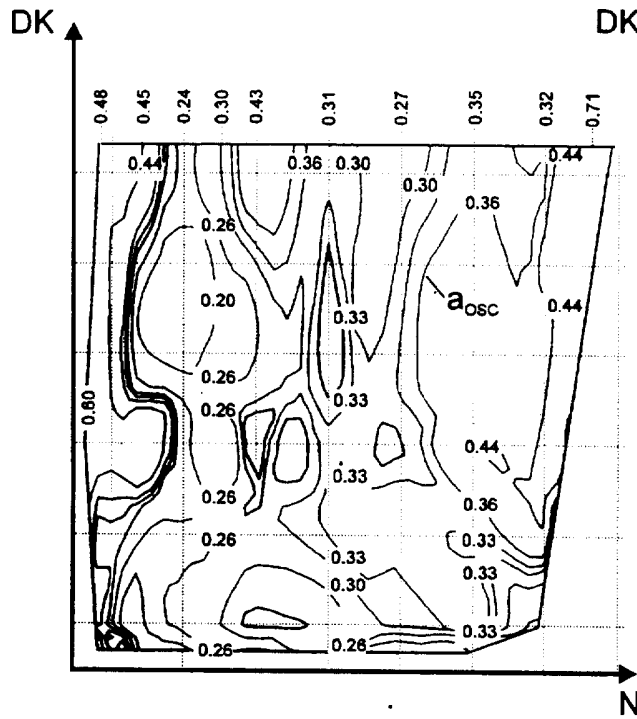


Fig. 5

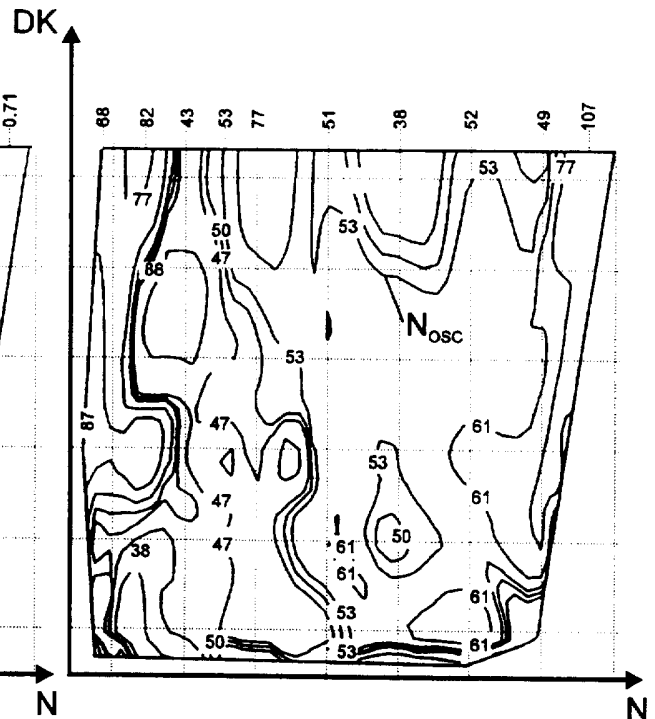
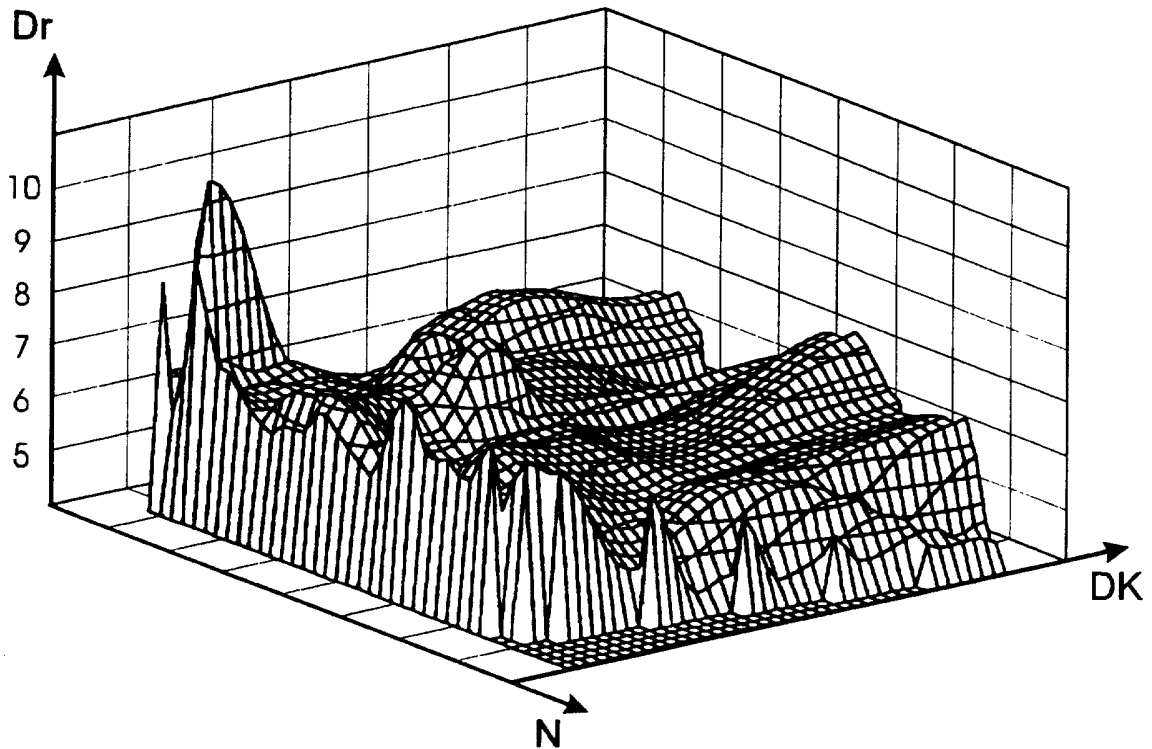


Fig. 6



Beilage zu GM 709/96 , **Ihr Zeichen:** 53.839

Klassifikation des Antragsgegenstandes gemäß IPC⁶: G 01 M 15/00

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): G 01 M 15/00

Konsultierte Online-Datenbank: WPIL

Die nachstehend genannten Druckschriften können in der Bibliothek des Österreichischen Patentamtes während der Öffnungszeiten (Montag bis Freitag von 8 - 14 Uhr) unentgeltlich eingesehen werden. Bei der von der Hochschüler-schaft TU Wien Wirtschaftsbetriebe GmbH im Patentamt betriebenen Kopierstelle können schriftlich (auch per Fax. Nr. 0222 / 533 05 54) oder telefonisch (Tel. Nr. 0222 / 534 24 - 153) Kopien der ermittelten Veröffentlichungen bestellt werden.

Auf Anfrage gibt das Patentamt Teilrechtsfähigkeit (TRF) gegen Entgelt zu den im Recherchenbericht genannten Patentdokumenten allfällige veröffentlichte "Patentfamilien" (denselben Gegenstand betreffende Patentveröffentlichungen in anderen Ländern, die über eine gemeinsame Prioritätsanmeldung zusammenhängen) bekannt. Diesbezügliche Anskünfte erhalten Sie unter Telefonnummer 0222 / 534 24 - 132.

| Kategorie | Bezeichnung der Veröffentlichung (Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich) | Betreffend Anspruch |
|-----------|---|------------------------|
| A | EP 304 089 A2 (HITACHI) | 1,9 |
| A | EP 217 221 A2 (TOYOTA) | 1,9 |

Fortsetzung siehe Folgeblatt

Kategorien der angeführten Dokumente (dient in Anlehnung an die Kategorien der Entgegenhaltungen bei EP- bzw. PCT-Recherchenberichten nur zur raschen Einordnung des ermittelten Stands der Technik, stellt keine Beurteilung der Erfindungseigenschaft dar):

"A" Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.

"Y" Veröffentlichung von **Bedeutung**; die Erfindung kann nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

"X" Veröffentlichung von **besonderer Bedeutung**; die Erfindung kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu (bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend) betrachtet werden.

"P" zwischenveröffentlichtes Dokument von besonderer Bedeutung (**älteres Recht**)

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben **Patentfamilie** ist.

Ländercodes:

AT = Österreich; AU = Australien; CA = Kanada; CH = Schweiz; DD = ehem. DDR; DE = Deutschland;
 EP = Europäisches Patentamt; FR = Frankreich; GB = Vereinigtes Königreich (UK); JP = Japan; RU = Russische Föderation; SU = Ehem. Sowjetunion; US = Vereinigte Staaten von Amerika (USA); WO = Veröffentlichung gem. PCT (WIPO/OMPI); weitere siehe WIPO-Appl. Codes.

Erläuterungen und sonstige Anmerkungen zur ermittelten Literatur siehe Rückseite!

Datum der Beendigung der Recherche: 6. Mai 1997

Bearbeiter: Dr. Nardai

Erläuterungen / Gründe: ¹

Die Schriften zeigen elektronische Fahrzeugsteuerungen zur Verbesserung der "Driveability".

Fortsetzung siehe Folgeblatt