



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: 10 2009 026 687.9

(22) Anmeldetag: 03.06.2009

(43) Offenlegungstag: 09.12.2010

(51) Int Cl.⁸: **B60W 40/10** (2006.01)

(71) Anmelder:
ZF Friedrichshafen AG, 88046 Friedrichshafen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 10 2005 049710 A1

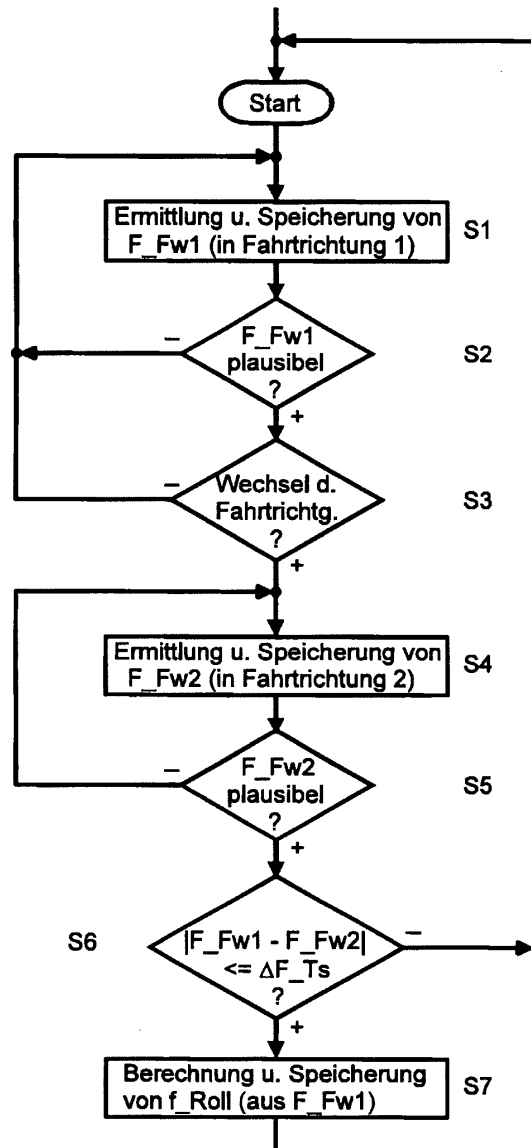
(72) Erfinder:
Staudinger, Joachim, 88212 Ravensburg, DE;
Würthner, Maik, Dr., 88048 Friedrichshafen, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Ermittlung des Rollwiderstands eines Kraftfahrzeugs**

(57) Zusammenfassung: Zur einfachen und schnellen Ermittlung eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs (1) während der Fahrt in eine erste Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwiderstand (F_{Fw1}) wiederholt ermittelt und temporär abgespeichert wird, bis ein Fahrtrichtungswechsel erkannt wird, dass dann während der Fahrt in die entgegengesetzte zweite Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwiderstand (F_{Fw2}) wiederholt ermittelt und temporär abgespeichert wird, dass dann der für die erste Fahrtrichtung ermittelte Fahrwiderstand (F_{Fw1}) mit dem für die entgegengesetzte zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand (F_{Fw2}) verglichen wird, und dass bei einer innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches (ΔF_{Ts}) liegenden Übereinstimmung der beiden Fahrwiderstände (F_{Fw1} , F_{Fw2}) der Rollwiderstandsbeiwert (f_{Roll}) aus dem für die erste oder die zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}), der Fahrzeugmasse (m_{Fzg}) und der Erdbeschleunigung (g) nach der Gleichung $f_{\text{Roll}} = F_{\text{Fw}} / (m_{\text{Fzg}} * g)$ berechnet sowie zur Ermittlung des Rollwiderstands (F_{Roll}) dauerhaft abgespeichert wird.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung des Rollwiderstands eines Kraftfahrzeugs, das mit einem automatisierten Schaltgetriebe ausgerüstet ist, in dessen Getriebesteuergerät der aktuelle Fahrwiderstand nach einer langsamen Einfahrt in eine Gefälle- oder Steigungsstrecke zur Ermittlung eines geeigneten Anfahrangangs komponentenweise bestimmt wird, wobei in einem vorhergehenden Fahrzyklus unter bestimmten Betriebsbedingungen selbsttätig ein aktueller Rollwiderstandsbeiwert ermittelt wird.

[0002] Für die Steuerung der Gangwechselforgänge eines automatisierten Schaltgetriebes bildet der Fahrwiderstand F_{Fw} neben der Fahrgeschwindigkeit v_F des Kraftfahrzeugs, der Motordrehzahl des Antriebsmotors und der Leistungsanforderung des Fahrers den wesentlichen Eingangsparameter. In Abhängigkeit von dem aktuellen Fahrwiderstand werden bei einem fahrenden Kraftfahrzeug jeweils die Schalt- und Zieldrehzahl der nächsten Schaltung, d. h. der betreffende Schaltzeitpunkt und der Zielgang der Schaltung, sowie bei stehendem Kraftfahrzeug der jeweilige Anfahrangang bestimmt.

[0003] Bei geschlossenem Antriebsstrang und nicht betätigter Betriebsbremse kann der Fahrwiderstand F_{Fw} bekanntlich aus der auf die Antriebsräder wirksamen Zug- oder Schubkraft des Antriebsmotors F_{Rad} und dem aus dem Produkt von Fahrzeugmasse m_{Fzg} und Fahrbeschleunigung a_F des Kraftfahrzeugs gebildeten Beschleunigungswiderstand $F_B = m_{Fzg} \cdot a_F$ nach der Gleichung $F_{Fw} = F_{Rad} - F_B$ bestimmt werden.

[0004] Die auf die Antriebsräder wirksame Zug- oder Schubkraft F_{Rad} kann z. B. aus dem Motormoment des Antriebsmotors, dessen Wert aus dem Motorsteuergerät oder dem CAN-Datenbus des Fahrzeugs ausgelesen werden kann, oder aus dem an der Ausgangswelle des Schaltgetriebes wirksamen Drehmoment, das mittels eines Drehmomentsensors erfasst werden kann, unter Berücksichtigung der jeweils wirksamen Übersetzung und des Übertragungswirkungsgrades berechnet werden. Die Fahrbeschleunigung a_F kann durch die Differenzierung der Fahrgeschwindigkeit v_F des Kraftfahrzeugs ermittelt werden, die mittels Raddrehzahlsensoren erfasst oder aus dem CAN-Datenbus ausgelesen werden kann.

[0005] Da eine derartige Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw} bei zumindest teilweise geöffnetem Antriebsstrang, wie z. B. beim Rangieren mit schleifender Anfahrkupplung und/oder bei einer Betätigung der Betriebsbremse durch den Fahrer oder durch ein auf die Betriebsbremse einwirkendes Steuergerät, nicht möglich und bei niedriger Fahrgeschwindigkeit

v_F , insbesondere beim Rangieren, nur mit unzureichender Genauigkeit möglich ist, wird der Fahrwiderstand F_{Fw} auf diese Art und Weise nur während einer Vorwärtsfahrt mit einer oberhalb einer Mindestgeschwindigkeit v_{min} liegenden Fahrgeschwindigkeit v_F bestimmt.

[0006] Fährt das Kraftfahrzeug dann langsam, beispielsweise im Rangierbetrieb, in eine Gefälle- oder Steigungsstrecke ein, in der angehalten und nachfolgend wieder angefahren werden soll, so würde die Bestimmung des geeigneten Anfahrangangs auf der Basis des in dem vorhergehenden Fahrzyklus ermittelten Fahrwiderstands F_{Fw} zwangsläufig zur Auswahl eines für die Anfahrt weitgehend ungeeigneten Getriebegangs führen.

[0007] Eine derartige Betriebssituation ist beispielhaft in [Fig. 3](#) dargestellt. Ein Kraftfahrzeug **1** erreicht aus einer relativ schnellen Vorwärtsfahrt eine weitgehend ebene Fahrbahn **2** und hält dort an. Danach setzt das Kraftfahrzeug **1** in eine Gefällestrecke **3** zurück (erste Fahrsequenz) und hält dort an (zweite Fahrsequenz). Anschließend soll entgegen der Fahrbahnsteigung, d. h. bergauf wieder vorwärts angefahren werden (dritte Fahrsequenz).

[0008] Da eine Bestimmung des Anfahrangangs auf der Basis des in dem vorhergehenden Fahrzyklus nach der Gleichung $F_{Fw} = F_{Rad} - F_B$ ermittelten Fahrwiderstands F_{Fw} hierzu ungeeignet ist, wird der Fahrwiderstand F_{Fw} in einer derartigen Betriebssituation komponentenweise, d. h. durch die Summe seiner Komponenten, wie dem Luftwiderstand F_{Luft} , dem Rollwiderstand F_{Roll} und dem Steigungswiderstand F_{Steig} bestimmt. Da der Luftwiderstand F_{Luft} aufgrund der geringen Fahrgeschwindigkeit v_F vernachlässigt werden kann, gilt für den Fahrwiderstand die Gleichung $F_{Fw} = F_{Roll} + F_{Steig}$.

[0009] Hierbei ergeben sich in allgemein bekannter Weise der Rollwiderstand F_{Roll} aus dem Produkt der Fahrzeugmasse m_{Fzg} , der Erdbeschleunigung g , dem Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} und dem Kosinus der Fahrbahnneigung α_{Fb} gemäß der Gleichung $F_{Roll} = m_{Fzg} \cdot g \cdot f_{Roll} \cdot \cos(\alpha_{Fb})$ und der Steigungswiderstand F_{Steig} aus dem Produkt der Fahrzeugmasse m_{Fzg} , der Erdbeschleunigung g und des Sinus der Fahrbahnneigung α_{Fb} gemäß der Gleichung $F_{Steig} = m_{Fzg} \cdot g \cdot \sin(\alpha_{Fb})$.

[0010] Die Fahrzeugmasse m_{Fzg} kann jeweils aktuell mittels eines Ladungssensors, wie z. B. eines mit den Federn einer luftgefederten Achse in Verbindung stehenden Drucksensors, oder in einem vorhergehenden Fahrzyklus mit einem anderen geeigneten Verfahren bestimmt werden. Bekannte Verfahren zur Ermittlung der Masse eines Kraftfahrzeugs, bei denen diese aus dem Verhältnis der während einer

Fahrt auftretenden Zugkraftänderung zu der entsprechenden Fahrbeschleunigungsänderung bestimmt wird, sind z. B. in der DE 102 32 027 A1, der DE 102 44 789 A1, und der DE 10 2006 022 171 A1 beschrieben.

[0011] Die Fahrbahnneigung α_{Fb} kann jeweils aktuell mittels eines an dem Kraftfahrzeug bzw. dem Schaltgetriebe montierten Neigungssensors oder mit einem geeigneten Verfahren bestimmt werden. Ein bekanntes Verfahren zur Ermittlung der Fahrbahnneigung, das auf der Erfassung und Auswertung der Verlagerung der Radaufstandskräfte beruht, ist in der DE 100 53 603 A1 beschrieben.

[0012] Demzufolge bleibt als offener Parameter für die oben genannte Berechnung der Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} übrig, der zwar grob abgeschätzt werden kann, dessen Höhe sich jedoch in Abhängigkeit der Zuladung, des Reifenluftdrucks und der Beschaffenheit der Fahrbahn erheblich ändern kann. Zwar ist aus der DE 601 13 226 T2 ein Verfahren zur Bestimmung des Fahrwiderstands F_{Fw} eines Kraftfahrzeugs bekannt, in dem dieser auf eine gemischtquadratische Funktion der Fahrgeschwindigkeit v_F abgebildet wird, aus deren Konstantanteil, der die Summe aus dem Rollwiderstand F_{Roll} und dem Steigungswiderstand F_{Steig} darstellt, der Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} ableitbar ist. Da bei diesem bekannten Verfahren die Parameter (Konstantanteil und Koeffizienten) der Widerstandsfunktion während einer Fahrt aber jeweils einzeln in Abhängigkeit von der Höhe der Fahrgeschwindigkeit v_F und der Fahrbeschleunigung a_F iterativ korrigiert werden, ist dieses Verfahren für die Ermittlung des Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} ungünstig kompliziert und zeitaufwendig.

[0013] Vor diesem Hintergrund liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Ermittlung des Rollwiderstands eines Kraftfahrzeugs der eingangs genannten Art vorzuschlagen, bei dem ein aktueller Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} einfacher und schneller ermittelt werden kann.

[0014] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs während der Fahrt in eine erste Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwiderstand F_{Fw1} wiederholt ermittelt und temporär abgespeichert wird, bis ein Fahrtrichtungswechsel erkannt wird, dass dann während der Fahrt in die entgegengesetzte zweite Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwiderstand F_{Fw2} wiederholt ermittelt und temporär abgespeichert wird, dass der für die gesetzte zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand F_{Fw2} verglichen wird, und dass bei einer innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches ΔF_{Ts} liegenden Übereinstimmung der beiden Fahrwiderstände F_{Fw1} ,

F_{Fw2} , also F_{Fw1} , F_{Fw2} ($|F_{Fw1} - F_{Fw2}| \leq \Delta F_{Ts}$), der Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} aus dem für die erste oder die zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand F_{Fw1} , F_{Fw2} , der Fahrzeugmasse m_{Fzg} und der Erdbeschleunigung g nach der Gleichung $f_{Roll} = F_{Fw}/(m_{Fzg} \cdot g)$ berechnet sowie zur Ermittlung des Rollwiderstands F_{Roll} dauerhaft abgespeichert wird.

[0015] Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen dieses Verfahrens sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 21.

[0016] Das erfindungsgemäße Verfahren geht aus von einem Kraftfahrzeug, insbesondere einem Nutzfahrzeug, das mit einem automatisierten Schaltgetriebe versehen ist, in dessen Getriebesteuergerät der aktuelle Fahrwiderstand F_{Fw} nach einer langsamen Einfahrt in eine Gefälle- oder Steigungsstrecke zur Ermittlung eines geeigneten Anfahrgangs komponentenweise bestimmt wird, wobei zur Ermittlung des Rollwiderstands F_{Roll} in einem vorhergehenden Fahrzyklus unter bestimmten Betriebsbedingungen selbsttätig ein aktueller Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} bestimmt wird.

[0017] Das erfindungsgemäße Verfahren geht von der Erkenntnis aus, dass sich das Kraftfahrzeug auf einer ebenen, d. h. weitgehend waagerechten Fahrbahn befindet, wenn ein vor einem Fahrtrichtungswechsel ermittelter Fahrwiderstand F_{Fw1} und ein nach dem Fahrtrichtungswechsel ermittelter Fahrwiderstand F_{Fw2} weitgehend übereinstimmen. In diesem Fall wird der Fahrwiderstand F_{Fw} momentan durch den Rollwiderstand F_{Roll} gebildet, so dass der aktuelle Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} unmittelbar aus einem der beiden Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} mit der Gleichung $f_{Roll} = F_{Fw}/(m_{Fzg} \cdot g)$ berechnet und für die Ermittlung des Rollwiderstands F_{Roll} in einer zukünftigen Betriebssituation, insbesondere bei der Ermittlung eines geeigneten Anfahrgangs beim Anfahren in einer Steigungs- oder Gefällestrecke, abgespeichert werden kann.

[0018] Die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} erfolgt ohne die Nutzung eines gegebenenfalls vorhandenen Neigungssensors bevorzugt derart, dass dieser jeweils aus der auf die Antriebsräder wirksamen Zug- oder Schubkraft F_{Rad} des Antriebsmotors und dem aus der Fahrzeugmasse m_{Fzg} und der Fahrbeschleunigung a_F bestimmten Beschleunigungswiderstand F_B nach der Gleichung $F_{Fw} = F_{Rad} - F_B$ beziehungsweise $F_{Fw} = F_{Rad} - m_{Fzg} \cdot a_F$ bestimmt wird.

[0019] Zur Vermeidung der Ermittlung eines fehlerhaften oder ungenauen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} ist zweckmäßig vorgesehen, dass der ermittelte Fahrwiderstand F_{Fw1} , F_{Fw2} jeweils einer Plausibilitätskontrolle unterzogen wird, und dass nur ein

plausibler Fahrwiderstandswert F_{Fw1} , F_{Fw2} abgespeichert und für die Ermittlung des Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} verwendet wird.

[0020] Im Rahmen der Plausibilitätskontrolle kann zum Beispiel geprüft werden, ob der ermittelte Fahrwiderstand F_{Fw1} , F_{Fw2} jeweils in einem durch applizierbare Grenzwerte F_{Fw_min} , F_{Fw_max} bestimmten Erwartungsbereich ($F_{Fw_min} \leq F_{Fw} \leq F_{Fw_max}$) liegt.

[0021] Um auszuschließen, dass sich das Kraftfahrzeug gerade in einer Mulde oder auf einer Kuppe befindet, bei der die Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} in beiden Fahrtrichtungen zwar gleich groß, aber mit einem positiven oder negativen Steigungsanteil versehen sind, kann im Rahmen der Plausibilitätskontrolle zusätzlich auch der Gradient des Fahrwiderstands $d/dt F_{Fw1}$, $d/dt F_{Fw2}$ bestimmt und geprüft werden, ob der jeweilige Fahrwiderstandsgradient $d/dt F_{Fw1}$, $d/dt F_{Fw2}$ während einer applizierbaren Beobachtungszeit innerhalb einer applizierbaren Toleranzschwelle nahe Null liegt.

[0022] Alternativ dazu kann im Rahmen der Plausibilitätskontrolle auch geprüft werden, ob die Differenz des aktuell ermittelten Fahrwiderstandswertes F_{Fw1} , F_{Fw2} und des in derselben Fahrtrichtung zuletzt ermittelten Fahrwiderstandswertes F_{Fw1} , F_{Fw2} jeweils innerhalb einer applizierbaren Toleranzschwelle nahe Null liegt.

[0023] Hinsichtlich der zu vergleichenden Fahrwiderstandswerte F_{Fw1} , F_{Fw2} kann vorgesehen sein, dass der in der ersten Fahrtrichtung zuletzt ermittelte Fahrwiderstandswert F_{Fw1} mit dem in der zweiten Fahrtrichtung zuerst ermittelten Fahrwiderstandswert F_{Fw2} verglichen wird.

[0024] Zur Erhöhung der Genauigkeit der für die beiden Fahrtrichtungen ermittelten Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} kann jedoch auch vorgesehen sein, dass der für den Vergleich verwendete Fahrwiderstand F_{Fw1} , F_{Fw2} in jeder Fahrtrichtung jeweils als Mittelwert einer applizierbaren Anzahl mehrerer aufeinanderfolgend ermittelter Fahrwiderstandswerte F_{Fw1} , F_{Fw2} bestimmt wird.

[0025] Um hierbei den Einfluss von Störsignalen, die z. B. auf Fahrbahnunebenheiten zurück zu führen sein können, zu vermeiden, werden die in jeder Fahrtrichtung aufeinanderfolgend ermittelten Fahrwiderstandswerte F_{Fw1} , F_{Fw2} jeweils mittels einer geeigneten Filterfunktion geglättet.

[0026] Zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit kann der dauerhaft abgespeicherte Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} auch als Mittelwert einer applizierbaren Anzahl mehrerer bei aufeinanderfolgenden Fahrtrichtungswechseln ermittelter Rollwiderstandsbeiwerte

f_{Roll} bestimmt werden.

[0027] Da die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} nach der Gleichung $F_{Fw} = F_{Rad} - F_B$ nur bei geschlossenem Antriebsstrang und bei Nichtauftreten zusätzlicher Fahrwiderstandskräfte möglich ist, sind nachfolgend Überwachungsfunktionen angegeben, die bedarfsweise zu einer Unterbrechung oder zu einem Abbruch der Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} führen.

[0028] Da eine Kurvenfahrt, z. B. aufgrund radierender Radreifen, einen erhöhten und somit verfälschten Rollwiderstand F_{Roll} bewirkt, wird zweckmäßig der Lenkwinkel der Fahrzeuglenkung und/oder die Querschleunigung des Kraftfahrzeugs erfasst, und die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer erkannten Kurvenfahrt unterbrochen.

[0029] Ebenso ist eine Geländefahrt aufgrund von Fahrbahnunebenheiten und losem Untergrund mit einem erhöhten und somit verfälschten Rollwiderstand F_{Roll} verbunden. Daher ist daher bevorzugt vorgesehen, dass Fahrbahnunebenheiten und/oder die Querneigung des Kraftfahrzeugs und/oder ein in dem Schaltgetriebe eingelegter Geländegang erfasst werden, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer erkannten Geländefahrt unterbrochen wird.

[0030] Zur Berücksichtigung eines geöffneten Antriebsstrangs kann der Schaltzustand des Schaltgetriebes erfasst werden, und die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U eines erkannten Gangwechsels unterbrochen werden.

[0031] Hierzu kann auch vorgesehen sein, dass der Öffnungsgrad einer den Antriebsmotor mit dem Schaltgetriebe verbindenden Anfahrkupplung erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer zumindest teilweise geöffneten Anfahrkupplung unterbrochen wird.

[0032] Zur Berücksichtigung einer zusätzlichen Bremskraft ist zweckmäßig vorgesehen, dass der Betätigungszustand der Betriebsbremse erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer erkannten Betätigung der Betriebsbremse unterbrochen wird.

[0033] Da ein für das erfindungsgemäße Verfahren erforderlicher Fahrtrichtungswechsel naturgemäß

nur bei niedriger Fahrgeschwindigkeit v_F stattfinden bzw. bevorstehen kann, und bei höherer Fahrgeschwindigkeit der Luftwiderstand F_{Luft} als zusätzliche Widerstandskraft berücksichtigt werden müsste, kann zusätzlich vorgesehen sein, dass die aktuelle Fahrgeschwindigkeit v_F erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer oberhalb einer applizierbaren Grenzggeschwindigkeit v_{Gr} liegenden Fahrgeschwindigkeit v_F unterbrochen wird ($v_F > v_{Gr}$).

[0034] Alternativ oder ergänzend hierzu kann auch der aktuell eingelegte Fahrgang G_F erfasst werden, und die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U eines oberhalb eines applizierbaren Grenzganges G_{Gr} liegenden Fahrganges G_F unterbrochen werden ($G_F > G_{Gr}$).

[0035] Zur Berücksichtigung einer Betriebspause kann zudem vorgesehen sein, dass der Betriebszustand des Kraftfahrzeugs erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} für die Dauer Δt_U einer erkannten Betriebspause unterbrochen wird.

[0036] Auf die gemessene Länge der Unterbrechungsdauer Δt_U kann derart reagiert werden, dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} und eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} nach Ablauf der Unterbrechung fortgesetzt wird, wenn die Unterbrechungsdauer Δt_U eine applizierbare Grenzdauer Δt_{Gr} unterschritten hat ($\Delta t_U < \Delta t_{Gr}$), beziehungsweise abgebrochen wird, wenn die Unterbrechungsdauer Δt_U die Grenzdauer Δt_{Gr} erreicht oder überschritten hat ($\Delta t_U \geq \Delta t_{Gr}$). Hierbei kann die jeweilige Grenzdauer Δt_{Gr} wahlweise einheitlich oder abhängig von dem jeweiligen Grund der Unterbrechung unterschiedlich hoch definiert sein.

[0037] Zur Berücksichtigung von Be- und Entladungsvorgängen, die mit einer Änderung der Fahrzeugmasse m_{Fzg} und demzufolge mit einer Änderung des Rollwiderstands F_{Roll} sowie des Beschleunigungswiderstands F_B verbunden sind, ist zudem zweckmäßig vorgesehen, dass die Fahrzeugmasse m_{Fzg} oder die Ladungsmasse m_{Ldg} erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw1} , F_{Fw2} sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} abgebrochen wird, wenn die ermittelte Änderung Δm der Fahrzeugmasse m_{Fzg} oder der Ladungsmasse m_{Ldg} im Betrag über einer applizierbaren Grenzmassendifferenz $\Delta m_{Gr} > 0$ liegt ($|\Delta m| > \Delta m_{Gr}$).

[0038] Da bei der Erstinbetriebnahme des Kraftfahrzeugs nach dessen Produktion und bei einer Wie-

derinbetriebnahme des Kraftfahrzeugs nach einer Reparatur oder einem Austausch des Schaltgetriebes in einer Servicewerkstatt kein im Fahrbetrieb ermittelter Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} zur Verfügung steht, ist zur Ermöglichung einer Berechnung des Rollwiderstands F_{Roll} zweckmäßig vorgesehen, dass bei Nichtvorliegen eines im Fahrbetrieb ermittelten Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} bei der Berechnung des Rollwiderstands F_{Roll} auf einen dauerhaft abgespeicherten Defaultwert f_{Roll_Def} zugegriffen wird.

[0039] Zur Verdeutlichung der Erfindung ist der Beschreibung eine Zeichnung mit einem Ausführungsbeispiel beigefügt. In dieser zeigt

[0040] [Fig. 1](#) einen Ablaufplan des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung eines Rollwiderstandsbeiwertes,

[0041] [Fig. 2](#) eine Skizze zur Erläuterung der Betriebssituation eines Kraftfahrzeugs zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

[0042] [Fig. 3](#) eine Skizze zur Erläuterung einer kritischen Betriebssituation des Kraftfahrzeugs zur Ermittlung des aktuellen Fahrwiderstands und eines Anfahranges.

[0043] Ein in [Fig. 3](#) schematisch dargestelltes, vorliegend als Lastkraftwagen ausgeführtes Kraftfahrzeug **1**, dessen Antriebsstrang ein automatisiertes Schaltgetriebe **4** mit einem Getriebesteuergerät **5** umfasst (siehe [Fig. 2](#)), in dem Betriebsparameter des Kraftfahrzeugs **1** erfasst und zur Steuerung des Schaltgetriebes **3** ausgewertet werden, erreicht aus einer relativ schnellen Vorwärtsfahrt eine weitgehend ebene Fahrbahn **2** und hält dort an. Danach setzt das Kraftfahrzeug **1** in einer ersten Fahrsequenz in eine Gefällestrecke **3** zurück und hält dort an (zweite Fahrsequenz). Anschließend soll in einer dritten Fahrsequenz entgegen der Fahrbahnsteigung, also bergauf, wieder vorwärts angefahren werden. Da in dieser Betriebssituation eine komponentenweise Ermittlung des Fahrwiderstands F_{Fw} erforderlich ist, müssen der aktuelle Rollwiderstand F_{Roll} und der aktuelle Steigungswiderstand F_{Steig} gemäß der Gleichung $F_{Fw} = F_{Roll} + F_{Steig}$ bestimmt werden. Für die Ermittlung des Rollwiderstands F_{Roll} ist die Kenntnis des aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} erforderlich, denn es gilt wie weiter vorne hergeleitet die Gleichung $F_{Roll} = m_{Fzg} \cdot g \cdot f_{Roll} \cdot \cos(\alpha_{Fb})$.

[0044] Zur Ermittlung des Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} wird erfindungsgemäß in einem vorhergehenden Fahrzyklus eine Betriebssituation gemäß [Fig. 2](#) ermittelt, in der sich das Kraftfahrzeug **1** auf einer ebenen, d. h. waagerechten Fahrbahn **2** befindet. Hierzu wird in dem nachfolgend beschriebenen Verfahren ein Fahrtrichtungswechsel, d. h. ein Wechsel

von einer Fahrt in eine erste Fahrtrichtung, z. B. einer Vorwärtsfahrt, in eine Fahrt in eine zweite Fahrtrichtung, z. B. eine Rückwärtsfahrt, dazu genutzt, um eine ebene, also weitgehend waagerechte Fahrbahn **2** zu erkennen, und in diesem Fall den aktuellen Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} aus dem aktuellen Fahrwiderstand F_{Fw} zu berechnen sowie für eine spätere Ermittlung des Rollwiderstandes F_{Roll} abzuspeichern.

[0045] Das in dem Ablaufplan von [Fig. 1](#) vereinfacht dargestellte Verfahren startet mit der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs **1** und der Fahrt in eine erste Fahrtrichtung, z. B. einer Vorwärtsfahrt. In Verfahrensschritt S1 wird der Fahrwiderstand F_{Fw1} in dieser ersten Fahrtrichtung ermittelt und temporär, d. h. in einem flüchtigen Speicher eines Getriebesteuergerätes, abgespeichert. Hierzu wird auf eine Auswertung des Sensorsignals eines gegebenenfalls vorhandenen Neigungssensors verzichtet, sondern das momentan an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs **1** wirksame Zug- oder Schubmoment des Antriebsmotors F_{Rad} , die aktuelle Fahrzeugmasse m_{Fzg} und die aktuelle Fahrbeschleunigung a_{F} erfasst, und der Fahrwiderstand nach der weiter vorne hergeleiteten Gleichung $F_{\text{Fw1}} = F_{\text{Rad}} - m_{\text{Fzg}} \cdot a_{\text{F}}$ berechnet.

[0046] Anschließend wird in Verfahrensschritt S2 eine Plausibilitätskontrolle des ermittelten Fahrwiderstands F_{Fw1} durchgeführt. Dabei wird z. B. geprüft, ob der ermittelte Fahrwiderstand F_{Fw1} in einem durch applizierbare Grenzwerte $F_{\text{Fw_min}}$, $F_{\text{Fw_max}}$ bestimmten Erwartungsbereich liegt, wobei dieser Erwartungsbereich mathematisch als $F_{\text{Fw_min}} \leq F_{\text{Fw1}} \leq F_{\text{Fw_max}}$ definiert ist.

[0047] Falls der Fahrwiderstandswert F_{Fw1} nicht plausibel ist, wird dieser Wert nicht weiter verwendet, d. h. gelöscht, und es wird vor Verfahrensschritt S1 zurück verzweigt sowie nachfolgend ein neuer Fahrwiderstandswert F_{Fw1} ermittelt.

[0048] Falls der Fahrwiderstandswert F_{Fw1} plausibel ist, wird im Verfahrensschritt S3 geprüft, ob ein Fahrtrichtungswechsel vorliegt. Hierzu kann z. B. ein Wechsel der Wählhebelposition von D auf R (oder umgekehrt) oder ein Wechsel des in dem Schaltgetriebe **4** eingelegten Gangs von einem Vorwärtsgang in einen Rückwärtsgang (oder umgekehrt) erfasst werden. Falls kein Fahrtrichtungswechsel vorliegt, wird vor Verfahrensschritt S1 zurück verzweigt und nachfolgend ein neuer Fahrwiderstandswert F_{Fw1} ermittelt.

[0049] Falls jedoch ein Fahrtrichtungswechsel erkannt wurde, wird im Verfahrensschritt S4 der Fahrwiderstand F_{Fw2} in die entgegengesetzte zweite Fahrtrichtung neigungssensorunabhängig ermittelt und temporär in einem flüchtigen elektronischen Speicher abgespeichert. Hierzu wird zunächst wieder

das momentan an den Antriebsrädern des Kraftfahrzeugs **1** wirksame Zug- oder Schubmoment des Antriebsmotors F_{Rad} , die aktuelle Fahrzeugmasse m_{Fzg} und die aktuelle Fahrbeschleunigung a_{F} erfasst, und der Fahrwiderstand nach der Gleichung $F_{\text{Fw2}} = F_{\text{Rad}} - m_{\text{Fzg}} \cdot a_{\text{F}}$ berechnet.

[0050] Danach wird in Verfahrensschritt S5 eine Plausibilitätskontrolle des ermittelten Fahrwiderstands F_{Fw2} durchgeführt. Falls der Fahrwiderstandswert F_{Fw2} nicht plausibel ist, wird dieser Wert nicht weiter verwendet, also gelöscht, und es wird vor Verfahrensschritt S4 zurück verzweigt sowie nachfolgend ein neuer Fahrwiderstandswert F_{Fw2} ermittelt.

[0051] Falls der Fahrwiderstandswert F_{Fw2} plausibel ist, wird in Verfahrensschritt S6 geprüft, ob die Differenz der beiden Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches ΔF_{Ts} übereinstimmen, welches mathematisch durch $|F_{\text{Fw1}} - F_{\text{Fw2}}| \leq \Delta F_{\text{Ts}}$ ausgedrückt wird. Dies bedeutet physikalisch, dass sich das Kraftfahrzeug **1** auf einer ebenen, d. h. weitgehend waagerechten Fahrbahn **2** befindet. Falls die beiden Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} nicht übereinstimmen, sich das Kraftfahrzeug **1** demnach nicht auf einer ebenen Fahrbahn **2** befindet, wird der aktuelle Verfahrenszyklus abgebrochen und ein neuer Verfahrenszyklus gestartet.

[0052] Wenn jedoch die beiden Fahrwiderstände F_{Fw1} , F_{Fw2} übereinstimmen, sich das Kraftfahrzeug **1** also auf einer ebenen Fahrbahn **2** befindet, wird der aktuelle Fahrwiderstand F_{Fw1} , F_{Fw2} allein durch den Rollwiderstand F_{Roll} gebildet. Demzufolge wird der aktuelle Rollwiderstandsbeiwert f_{Roll} z. B. aus dem für die erste Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand F_{Fw1} nach der Gleichung $f_{\text{Roll}} = F_{\text{Fw1}} / (m_{\text{Fzg}} \cdot g)$ berechnet und für die zukünftige Ermittlung des Rollwiderstands F_{Roll} dauerhaft in einem nichtflüchtigen elektronischen Speicher des Getriebesteuergerätes abgespeichert. Danach wird ein neuer Verfahrenszyklus zur Ermittlung eines neuen Rollwiderstandsbeiwertes f_{Roll} gestartet.

Bezugszeichenliste

1	Kraftfahrzeug
2	Ebene Fahrbahn
3	Gefällestrecke
4	Automatisiertes Schaltgetriebe
5	Getriebesteuergerät
a_F	Fahrbeschleunigung
F_B	Beschleunigungswiderstand
F_{Fw}	Fahrwiderstand
F_{Fw_max}	Maximaler Fahrwiderstand
F_{Fw_min}	Minimaler Fahrwiderstand
F_{Fw1}	Fahrwiderstand in Fahrtrichtung 1

F_Fw2	Fahrwiderstand in Fahrtrichtung 2
F_Luft	Luftwiderstand
F_Rad	Zugkraft, Schubkraft
f_Roll	Rollwiderstandsbeiwert
f_Roll_Def	Defaultwert von f_Roll
F_Roll	Rollwiderstand
F_Steig	Steigungswiderstand
g	Erdbeschleunigung
G_F	Fahrgang
G_Gr	Grenzgang
m_Fzg	Fahrzeugmasse
m_Ldg	Ladungsmasse
S1-S7	Verfahrensschritte
v_F	Fahrgeschwindigkeit
v_Gr	Grenzgeschwindigkeit
α_{Fb}	Fahrbahnneigung
Δm	Masseänderung
Δm_{Gr}	Grenzmassendifferenz
Δt_{Gr}	Grenzdauer
Δt_U	Unterbrechungsdauer
$\Delta F-Ts$	Toleranzbereich

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 10232027 A1 [\[0010\]](#)
- DE 10244789 A1 [\[0010\]](#)
- DE 102006022171 A1 [\[0010\]](#)
- DE 10053603 A1 [\[0011\]](#)
- DE 60113226 T2 [\[0012\]](#)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ermittlung des Rollwiderstands eines Kraftfahrzeugs, das mit einem automatisierten Schaltgetriebe ausgerüstet ist, in dessen Getriebe-steuergerät der aktuelle Fahrwiderstand (F_{Fw}) nach einer langsamen Einfahrt in eine Gefälle- oder Steigungsstrecke zur Ermittlung eines geeigneten An-fahrgangs komponentenweise bestimmt wird, wobei in einem vorhergehenden Fahrzyklus unter bestimm-ten Betriebsbedingungen selbsttätig ein aktueller Rollwiderstandsbeiwert (f_{Roll}) ermittelt wird, **dadurch gekennzeichnet**,

– dass nach der Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs (1) während der Fahrt in eine erste Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwiderstand (F_{Fw1}) wiederholt ermittelt und temporär abgespeichert wird, bis ein Fahrtrich-tungswechsel erkannt wird,

– dass dann während der Fahrt in die entgegenge-setzte zweite Fahrtrichtung der aktuelle Fahrwider-stand (F_{Fw2}) wiederholt ermittelt und temporär ab-gespeichert wird,

– dass der für die erste Fahrtrichtung ermittelte Fahr-widerstand (F_{Fw1}) mit dem für die entgegengesetz-te zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahrwiderstand (F_{Fw2}) verglichen wird,

– und dass bei einer innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereiches (ΔF_{Ts}) liegenden Übereinstim-mung der beiden Fahrwiderstände (F_{Fw1} , F_{Fw2}) der Rollwiderstandsbeiwert (f_{Roll}) aus dem für die erste oder die zweite Fahrtrichtung ermittelten Fahr-widerstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}), der Fahrzeugmasse (m_{Fzg}) und der Erdbeschleunigung (g) nach der Gleichung $f_{Roll} = F_{Fw} / (m_{Fzg} \cdot g)$ berechnet so-wie zur Ermittlung des Rollwiderstands (F_{Roll}) dau-erhaft abgespeichert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-zeichnet, dass der Fahrwiderstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}) jeweils aus der auf die Antriebsräder wirksamen Zug-oder Schubkraft (F_{Rad}) des Antriebsmotors und dem aus der Fahrzeugmasse (m_{Fzg}) sowie der Fahrbeschleunigung (a_F) bestimmten Beschleuni-gungswiderstand F_B nach der Gleichung $F_{Fw} = F_{Rad} - F_B$ mit $F_B = m_{Fzg} \cdot a_F$ bestimmt wird.

3. Verfahren nach 1 oder 2, dadurch gekenn-zeichnet, dass der ermittelte Fahrwiderstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}) jeweils einer Plausibilitätskontrolle unterzogen wird, und dass nur ein plausibler Fahrwi-derstandswert (F_{Fw1} , F_{Fw2}) abgespeichert sowie für die Ermittlung des Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) verwendet wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekenn-zeichnet, dass im Rahmen der Plausibilitätskontrolle geprüft wird, ob der ermittelte Fahrwiderstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}) jeweils in einem durch applizierbare Grenzwerte ($F_{Fw} \min$, $F_{Fw} \max$) bestimmten Er-wartungsbereich liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Plausibilitäts-kontrolle der Gradient des Fahrwiderstands ($d/dt F_{Fw1}$, $d/dt F_{Fw2}$) bestimmt und geprüft wird, ob der jeweilige Fahrwiderstandsgradient ($d/dt F_{Fw1}$, $d/dt F_{Fw2}$) während einer applizierbaren Beobach-tungszeit innerhalb einer applizierbaren Toleranz-schwelle nahe Null liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass im Rahmen der Plausibilitäts-kontrolle geprüft wird, ob die Differenz des aktuell er-mittelten Fahrwiderstandswertes (F_{Fw1} , F_{Fw2}) und des in derselben Fahrtrichtung zuletzt ermittelten Fahrwiderstandswertes (F_{Fw1} , F_{Fw2}) jeweils in-nerhalb einer applizierbaren Toleranzschwelle nahe Null liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der in der ersten Fahrtrichtung zuletzt ermittelte Fahrwiderstandswert (F_{Fw1}) mit dem in der zweiten Fahrtrichtung zuerst ermittelten Fahrwiderstandswert (F_{Fw2}) verglichen wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der verwendete Fahr-widerstand (F_{Fw1} , F_{Fw2}) in jeder Fahrtrichtung je-weils als Mittelwert einer applizierbaren Anzahl meh-rerer aufeinanderfolgend ermittelter Fahrwider-standswerte (F_{Fw1} , F_{Fw2}) bestimmt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die in jeder Fahrtrichtung auf-einanderfolgend ermittelten Fahrwiderstandswerte (F_{Fw1} , F_{Fw2}) jeweils mittels einer geeigneten Fil-terfunktion geglättet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der dauerhaft abge-speicherte Rollwiderstandsbeiwert (f_{Roll}) als Mittel-wert einer applizierbaren Anzahl mehrerer bei auf-einanderfolgenden Fahrtrichtungswechseln ermittelter Rollwiderstandsbeiwerte (f_{Roll}) bestimmt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Lenkwinkel der Fahrzeuglenkung und/oder die Querbeschleuni-gung des Kraftfahrzeugs erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) so-wie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_U) einer erkannten Kurven-fahrt unterbrochen wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Fahrbahnebenen-heiten und/oder die Querneigung des Kraftfahrzeugs und/oder ein in dem Schaltgetriebe eingelegter Ge-ländegang erfasst werden, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines

aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_{U}) einer erkannten Geländefahrt unterbrochen wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltzustand des Schaltgetriebes (3) erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_{U}) eines erkannten Gangwechsels unterbrochen wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Öffnungsgrad einer den Antriebsmotor mit dem Schaltgetriebe (3) verbindenden Anfahrkupplung erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_{U}) einer zumindest teilweise geöffneten Anfahrkupplung unterbrochen wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Betätigungszustand der Betriebsbremse erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_{U}) einer erkannten Betätigung der Betriebsbremse unterbrochen wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die aktuelle Fahrgeschwindigkeit (v_{F}) erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer Δt_{U} einer oberhalb einer applizierbaren Grenzggeschwindigkeit (v_{Gr}) liegenden Fahrgeschwindigkeit (v_{F}) unterbrochen wird ($v_{\text{F}} > v_{\text{Gr}}$).

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der aktuell eingelegte Fahrgang (G_{F}) erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer Δt_{U} eines oberhalb eines applizierbaren Grenzganges (G_{Gr}) liegenden Fahrganges (G_{F}) unterbrochen wird ($G_{\text{F}} > G_{\text{Gr}}$).

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand des Kraftfahrzeugs erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) für die Dauer (Δt_{U}) einer erkannten Betriebspause unterbrochen wird.

19. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) und eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) nach Ablauf der Unterbrechung fortgesetzt wird, wenn die Unter-

brechungsdauer (Δt_{U}) eine applizierbare Grenzdauer (Δt_{Gr}) unterschritten hat ($\Delta t_{\text{U}} < \Delta t_{\text{Gr}}$), beziehungsweise abgebrochen wird, wenn die Unterbrechungsdauer (Δt_{U}) die Grenzdauer (Δt_{Gr}) erreicht oder überschritten hat ($\Delta t_{\text{U}} \geq \Delta t_{\text{Gr}}$).

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugmasse (m_{Fzg}) oder die Ladungsmasse (m_{Ldg}) erfasst wird, und dass die Ermittlung des Fahrwiderstands (F_{Fw1} , F_{Fw2}) sowie eines aktuellen Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) abgebrochen wird, wenn die ermittelte Änderung (Δm) der Fahrzeugmasse (m_{Fzg}) oder der Ladungsmasse (m_{Ldg}) im Betrag über einer applizierbaren Grenzmassendifferenz ($\Delta m_{\text{Gr}} > 0$) liegt ($|\Delta m| > \Delta m_{\text{Gr}}$).

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass bei Nichtvorliegen eines im Fahrbetrieb ermittelten Rollwiderstandsbeiwertes (f_{Roll}) bei der Berechnung des Rollwiderstands (F_{Roll}) auf einen dauerhaft abgespeicherten Defaultwert ($f_{\text{Roll_Def}}$) zugegriffen wird.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

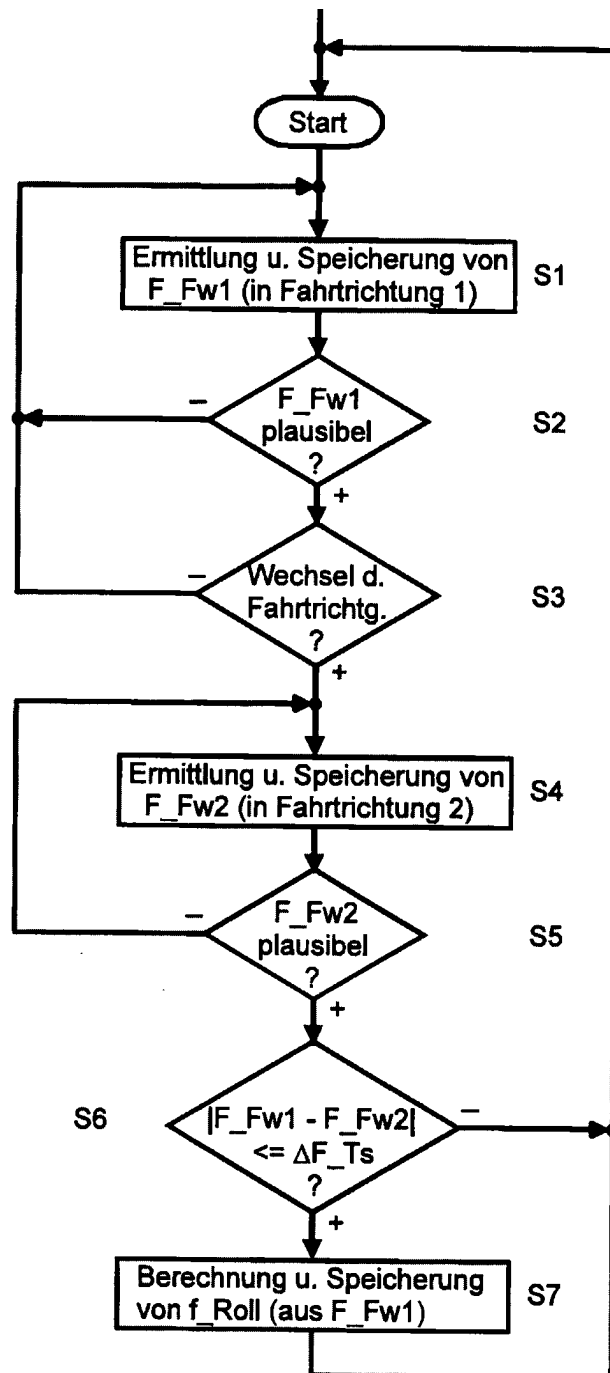


Fig. 1

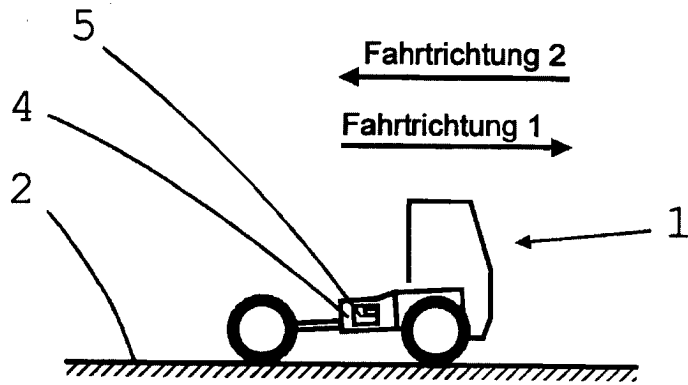


Fig. 2

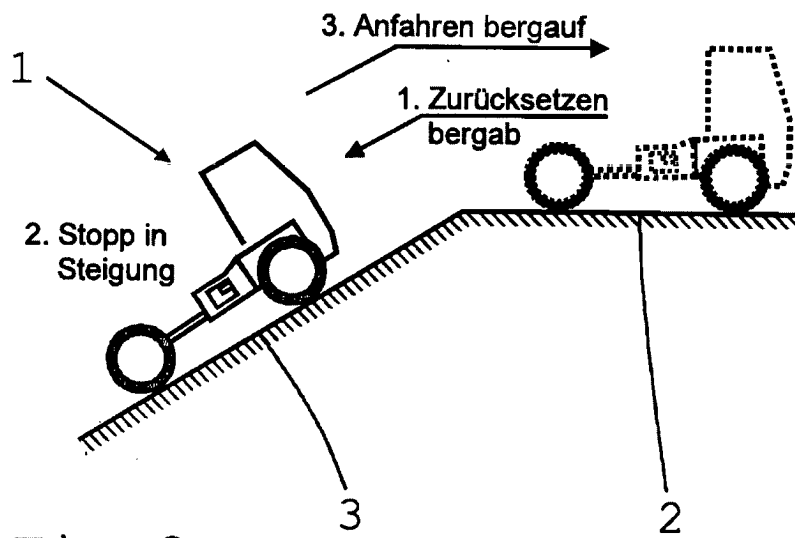


Fig. 3