

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

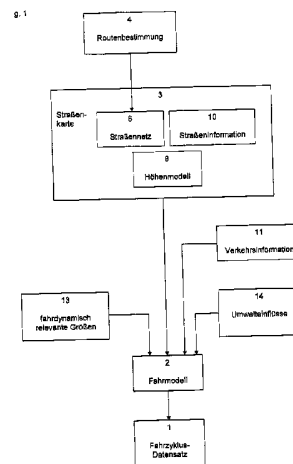
(21) Anmeldenummer: A 1362/2011
(22) Anmeldetag: 21.09.2011
(43) Veröffentlicht am: 15.01.2012

(51) Int. Cl. : **G09B 9/02** (2006.01)
G01M 15/02 (2006.01)

(73) Patentanmelder:
AVL LIST GMBH
A-8020 GRAZ (AT)

(54) **FAHRZYKLUS FÜR FAHRSIMULATION**

(57) Ein Fahrzyklus-Datensatz (1), der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation eines Fahrzeugs repräsentiert, wird computerbasiert erzeugt. Hierbei wird der Fahrzyklus-Datensatz (1) automatisch mit einem Fahrmodell (2) aus einer Straßenkarte (3) erzeugt, indem eine Route in der Straßenkarte (3) als wenigstens eine Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet wird.

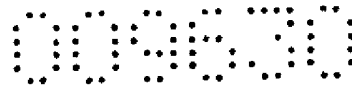




ZUSAMMENFASSUNG

Ein Fahrzyklus-Datensatz (1), der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation eines Fahrzeugs repräsentiert, wird computerbasiert erzeugt. Hierbei wird der Fahrzyklus-Datensatz (1) automatisch mit
5 einem Fahrmodell (2) aus einer Straßenkarte (3) erzeugt, indem eine Route in der Straßenkarte (3) als wenigstens eine Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet wird.

(Fig. 1)



FAHRZYKLUS FÜR FAHRSIMULATION

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Fahrzyklus-Datensatzes, der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation repräsentiert, ein Verfahren zur Erzeugung eines Längsprofil-Datensatzes und ein Verfahren zum Testen eines Kraftfahrzeugs.

Bei der Entwicklung von Kraftfahrzeugen, insbesondere Kraftfahrzeugantrieben oder Komponenten hierzu, werden Fahrzyklen benötigt, die bei rein virtuellen Fahrsimulationen oder auch bei Fahrsimulationen auf einem Prüfstand eingesetzt werden.

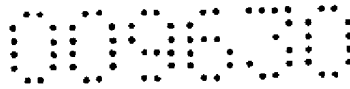
Es gibt gesetzlich vorgegebene Fahrzyklen, beispielsweise zur Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs eines Personenkraftwagens (PKW) mit Verbrennungsmotor. Um jedoch unterschiedliche Fahrsituationen zu simulieren, beispielsweise Stadtverkehr oder Überlandfahrten, sind unterschiedliche Fahrzyklen erforderlich. Herkömmlich werden solche Fahrzyklen durch (reales) Abfahren einer bestimmten Route mit speziell ausgerüsteten Fahrzeugen erzeugt, welche die für den Fahrzyklus benötigten Informationen beim Fahren messtechnisch erfassen.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung wird beim Verfahren zur computerbasierten Erzeugung eines Fahrzyklus-Datensatzes, der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation eines Kraftfahrzeugs repräsentiert, der Fahrzyklus-Datensatz automatisch mit einem Fahrmodell aus einer Straßenkarte erzeugt, indem eine Route in der Straßenkarte als wenigstens eine Eingangsgröße für das Fahrmodell verwendet wird.

Ein zweiter Aspekt betrifft ein Verfahren zur Erzeugung eines Längsprofil-Datensatzes. Dieser umfasst wenigstens zwei eindimensionale Größen, die aus wenigstens einer zwei- oder dreidimensionalen Größe des mit dem obigen Verfahren erzeugten Fahrzyklus-Datensatzes abgeleitet werden und auf die Längsrichtung entlang der Route bezogen sind. Eine dieser Größen ist Ort, Geschwindigkeit oder Beschleunigung des Fahrzeugs in Längsrichtung, und eine weitere der Größen ist die das Fahrzeug bremsende bzw. beschleunigende Kraft in Längsrichtung.

Ein dritter Aspekt betrifft schließlich ein Verfahren zum Testen eines Kraftfahrzeugs, wobei mit dem Kraftfahrzeug in einer Fahrsimulation auf einem Prüfstand ein Längsprofil-Datensatz, der mit dem obigen erzeugt wurde, abgefahren wird: Hierbei wird das Fahrzeug auf dem Prüfstand einerseits dazu veranlasst, seine Antriebsräder entsprechend der im Längsprofil vorgegebenen Größe Ort, Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung anzutreiben; andererseits werden dessen Antriebsräder vom Prüfstand entsprechend der im Längsprofil vorgegebenen Kraft gebremst bzw. beschleunigt.

Der „Fahrzyklus-Datensatz“ und der daraus abgeleitete „Längsprofil-Datensatz“ bezeichnen vorliegend jeweils eine Folge von Anweisungen für die Fahrsimulation (also nicht die Fahrsimulation



selbst).

Die „Fahrsimulation“ ist zum Beispiel eine den Anweisungen des Fahrzyklus-Datensatzes beziehungsweise des Längsprofil-Datensatzes folgende Fahrt mit einem zu betrachtenden realen Fahrzeug bzw. Fahrzeugantrieb (oder der Komponente hierzu) auf dem Prüfstand. Es handelt sich hierbei also
5 um eine Teilsimulation (simuliert wird die Fahrt, nicht jedoch das Fahrzeug bzw. der Fahrzeugantrieb oder die Komponente hierzu).

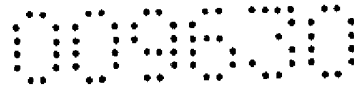
Bei anderen Beispielen ist die Fahrsimulation eine Vollsimation, bei der mit einem virtuellen Fahrzeug bzw. Fahrzeugantrieb (oder einer Komponente hierzu) eine Fahrt gemäß dem Fahrzyklus-beziehungsweise Längsprofil-Datensatz simuliert wird.

10 Im Folgenden werden fakultative Ausgestaltungen, die zum Teil auch Gegenstand der abhängigen Patentansprüche sind, näher beschrieben.

Die Straßenkarte umfasst ein Straßennetz mit zumindest einer Straße, wobei eine Straße insbesondere zwei Enden umfasst. Eine Straße kann über wenigstens einen Knoten mit zumindest einer weiteren Straße verbunden sein. Falls der Knoten zwischen den Enden der Straße angeordnet ist, unterteilt
15 er die Straße in zwei Straßenabschnitte.

Die Route ist als ein Pfad im Straßennetz mit einem Startpunkt, einem davon verschiedenen Zielpunkt und wenigstens einer dazwischenliegenden Straße zu verstehen. Insgesamt sind Start- und Zielpunkt so in der Straßenkarte gewählt, dass zwischen ihnen eine gewisse Anzahl von (durch Knoten verbundener) Straßen angeordnet ist. Somit umfasst die Route wenigstens eine Längsinformation über
20 eine Distanz zwischen Startpunkt und Zielpunkt entlang der von der Route erfasste(n) Straße(n). Darüberhinaus lassen sich in der Straßenkarte weitere Informationen speichern (siehe unten). Hier und auch nachfolgend ist hinsichtlich der Straßenkarte und bezüglich Informationen der Begriff „speichern“ so zu verstehen, dass die Informationen in der Straßenkarte repräsentiert werden. Die Straßenkarte kann eine solche Information also unmittelbar als Datum oder Datensatz aufweisen. Alternativ kann eine
25 solche Information auch mittelbar in anderen Daten enthalten sein, sodass sie erst durch einen Zwischenschritt aus diesen abgeleitet werden kann.

Mittels des Fahrmodells wird die Route virtuell nachgefahren, um Informationen zur Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes zu gewinnen. Beim virtuellen Nachfahren wird also (zumindest) aus einer Ortsinformation (Route) eine zeitabhängige Ortsinformation und/oder eine zeitabhängige Geschwin-
30 digkeitsinformation und/oder zeitabhängige Beschleunigungsinformation, etwa Längs- und/oder Querbeschleunigungsinformationen, (jeweils entlang der Route) erzeugt und in dem Datensatz, der den Fahrzyklus repräsentiert, gespeichert. Der Fahrzyklus-Datensatz umfasst also beispielsweise ein Weg-Zeit-Profil, ein Geschwindigkeits-Zeit-Profil, ein Geschwindigkeits-Orts-Profil, ein Beschleunigungs-Zeit-Profil und/oder ein Höhen-Orts-Profil. Bei einem solchen Profil ist die Orts-, Geschwindigkeits-
35 und/oder Beschleunigungsinformation bei manchen Ausgestaltungen eine ein-, zwei- oder dreidimensi-



onale Größe.

Bei manchen Ausgestaltungen ist der Fahrzyklus-Datensatz für eine Fahrsimulation eines Elektrofahrzeugs, eines Hybridfahrzeugs und/oder eines Elektrofahrzeugs mit Range Extender vorgesehen.

„Elektrofahrzeug“ bezeichnet vorliegend ein Fahrzeug mit reinem Elektroantrieb und „Hybrid-
5 fahrzeug“ ein Fahrzeug, dessen Antrieb (bei betriebsbereiten Zustand) stets zwei Antriebsaggregate unterschiedlicher Technologie umfasst.

Hybridfahrzeuge sind daher mit wenigstens zwei (unterschiedlichen) Energiequellen für Antriebsenergie ausgerüstet, beispielsweise mit einem elektrischen Energiespeicher sowie mit einem Tank für herkömmlichen Kraftstoff (z.B. Benzin oder Diesel), sowie mit entsprechenden unterschiedlichen
10 Aggregaten (z.B. Elektromotor bzw. Verbrennungsmotor mit Generator). Hierbei gilt es, die unterschiedlichen Energiequellen und/oder die jeweils dafür ausgelegten Antriebskomponenten beispielsweise hinsichtlich Leistungsvermögen und/oder Reichweiten aufeinander abzustimmen.

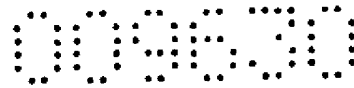
„Range Extender“ bezeichnet eine Reichweitenvergrößerungsvorrichtung, mit der sich das Elektrofahrzeug (bei Bedarf) zusätzlich ausrüsten lässt, um dessen Reichweite zu vergrößern. Der Range
15 Extender ist beispielsweise mit einem Verbrennungsmotor mit elektrischem Generator ausgerüstet, um zusätzliche elektrische Antriebsenergie für das Elektrofahrzeug bereitzustellen. Im Übrigen lässt sich in funktionaler Hinsicht das für sich gesehen reine (und auch als solches betreibbares) Elektrofahrzeug mittels des Range Extenders (bedarfsweise, nämlich im montierten Zustand des Range Extenders) auch in einem Hybridmodus betreiben.

20 Hinsichtlich der Straßenkarte werden nachfolgend verschiedene Ausgestaltungen beschrieben:

Bei manchen Ausgestaltungen umfasst die Straßenkarte Höheninformationen, die als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell verwendet werden. Hierbei ist bei einigen Ausgestaltungen das Straßennetz zweidimensional in der Straßenkarte gespeichert und die dritte Dimension durch die Höheninformation (separat) repräsentiert, beispielsweise als separates Geländehöhenmodell. Bei anderen
25 Ausgestaltungen sind Höheninformationen den Straßen, den Straßenabschnitten, den Straßenenden und/oder den Knoten unmittelbar zugeordnet.

Bei manchen Ausgestaltungen werden zusätzlich oder alternativ Höheninformation aus einer separaten Datenquelle als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell verwendet. Die separate Datenquelle ist zusätzlich zur Straßenkarte vorgesehen und ist beispielsweise eine separate Höhenkarte oder ein
30 Höhenmodell. Die Höheninformationen aus der separaten Datenquelle lassen sich (den Straßen-Informationen) der Straßenkarte überlagern.

Für eine höhere Genauigkeit der Simulation ist eine höhere räumliche Dichte der Höheninformationen vorgesehen, beispielsweise indem einer Straße mehrere Höheninformationen entlang ihres Verlaufes zugeordnet sind und/oder indem die Höheninformationen eine bestimmte räumliche Dichte nicht
35 unterschreiten. Beispielsweise ist wenigstens alle 0,5, 1, 2, 5, 10 oder 50 Höhenmeter und/oder alle 1,



5, 10, 50 oder 100 Meter entlang einer Straße jeweils eine Höheninformation vorgesehen. Insgesamt sind die Höheninformationen als absolute Größe, beispielsweise in Bezug zur Meereshöhe, gespeichert und/oder als relative Größe, beispielsweise als Steigung.

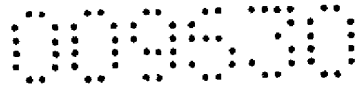
Aus der Höheninformation wird bei einigen Ausgestaltungen eine Änderung der potentiellen Energie beim (virtuellen) Fahren entlang der Route von dem Fahrmodell berücksichtigt. Beispielsweise werden von dem Fahrmodell Zug- und Schubkräfte bei Bergauf- beziehungsweise Bergabfahrt abgeleitet. Dementsprechend ist ein so erzeugter Fahrzyklus-Datensatz für die Simulation von Rekuperationsvorgängen beim Fahren entlang der Route ausgelegt.

Bei manchen Ausgestaltungen umfasst die Straßenkarte straßenbeschreibende Informationen, die als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell verwendet werden. Die straßenbeschreibenden Informationen umfassen beispielsweise Standorte von Ampeln, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Kurvenradien, Ausbauzustand und/oder Straßentyp. Hierbei gibt der Ausbauzustand beispielsweise eine Information über die Breite der Straße, die Beschaffenheit und/oder den Verschleiß des Straßenbelags wieder. Als Straßentypen werden beispielsweise Autobahnen, Schnellstraßen, Hauptstraßen, Nebenstraßen, innerörtliche Straßen, außerörtliche Straßen und/oder land- und forstwirtschaftliche Straßen unterschieden. Mittels solcher Straßeninformationen werden durch das Fahrmodell geeignete Geschwindigkeiten beim (virtuellen) Fahren entlang der Route gewählt.

Als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell werden bei manchen Ausgestaltungen Verkehrsinformationen verwendet, die in der Straßenkarte gespeichert sind. Die Verkehrsinformationen umfassen beispielsweise Informationen über Verkehrsaufkommen, Verkehrshindernisse, Verkehrsstörungen und/oder Baustellen. Im Übrigen sind bei einigen dieser Ausgestaltungen die Verkehrsinformationen uhrzeit- und/oder datumsspezifisch gespeichert. So lassen sich beispielsweise unterschiedliche Verkehrsaufkommen an Sonn- und Feiertagen sowie an Werktagen, Urlaubsreiseverkehr und/oder Berufsverkehr im Fahrzyklus-Datensatz berücksichtigen.

Das Fahrmodell ist bei manchen Ausgestaltungen für wenigstens zwei Fahrverhaltensweisen ausgelegt, beispielsweise für sportliche und/oder energiesparende Fahrverhaltensweisen. Dementsprechend werden unterschiedliche Fahrzyklen-Datensätze für die Simulation unterschiedlichen Fahrverhaltens erzeugt. Im Übrigen lassen sich hierdurch mit dem Fahrmodell unterschiedliche Fahrergruppen berücksichtigen, beispielsweise unterschiedliche Altersgruppen. Bei einigen dieser Ausgestaltungen sind bei dem Fahrmodell für unterschiedliche Fahrverhaltensweisen unterschiedliche Richtgeschwindigkeiten, Beschleunigungs-, Brems- und/oder Schaltverhalten vorgesehen. Als Richtgeschwindigkeit wird eine entsprechend der Fahrverhaltensweise bevorzugte Fahrgeschwindigkeit auf der jeweiligen Straße bezeichnet, die jedoch durch andere Faktoren beeinflusst ist, beispielsweise durch ein Geschwindigkeitsbegrenzung, Verkehrsaufkommen und/oder Umwelteinflüsse (siehe unten).

Umwelteinflüsse werden bei manchen Ausgestaltungen als weitere Eingangsgröße des Fahrmo-



dells berücksichtigt, beispielsweise Windstärke, Windrichtung, Niederschlag, Schnee-/Eisglätte, Helligkeit, Temperatur, Datum und/oder Uhrzeit. Umwelteinflüsse wirken sich sowohl auf den Fahrer und dessen Fahrverhalten aus, beispielsweise langsames Fahren bei Dunkelheit oder Niederschlägen, als auch auf das Fahrzeug und die Fahrdynamik, beispielsweise die Windlast. Auch lassen sich so zusätzliche Aggregate des Fahrzeugs, beispielsweise Scheibenwischer, Beleuchtung und/oder Klimaanlage, die umweltabhängig betrieben werden und die mit der Antriebsleistung konkurrieren, berücksichtigen. Aus der Datums- und/oder Uhrzeitinformation lassen sich beispielsweise ein Sonnenstand sowie resultierenden Lichtverhältnisse bestimmen und deren Einfluss auf das Fahrverhalten berücksichtigen.

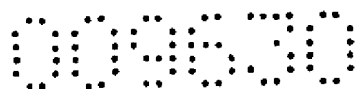
Bei manchen Ausgestaltungen wird von dem Fahrmodell eine Information über eine Fahrzeugklasse berücksichtigt. Als Fahrzeugklassen werden beispielsweise Personenkraftwagen und Lastkraftwagen unterschieden oder auch Sportwagen, Kleinwagen, Geländewagen, Kleintransporter o.ä.. Mittels der Information über die Fahrzeugklasse lässt sich von dem Fahrmodell beispielsweise berücksichtigen, mit welchen Geschwindigkeiten eine Straße oder Route virtuell nachgefahren wird oder auch welche Straßen für die jeweilige Fahrzeugklasse erlaubt oder verboten sind.

Bei manchen Ausgestaltungen wird von dem Fahrmodell wenigstens eine Eigenschaft eines bestimmten Fahrzeugmodells berücksichtigt, beispielsweise Masse, Schwerpunktage, Luftwiderstand, Kurvenstabilität, Brems- und/oder Beschleunigungsleistung des bestimmten Fahrzeugmodells.

Im Übrigen bestimmt einerseits zwar der Fahrzyklus-Datensatz bei der Simulation (in gewissen Grenzen) die Fahrdynamik, jedoch sind andererseits bestimmte Fahrmanöver oder Fahrverhaltensweisen nur mit bestimmten Fahrzeugmodellen und/oder Fahrzeugklassen möglich oder unmöglich. Um dies im Fahrzyklus-Datensatz widerzuspiegeln, wird bei manchen Ausgestaltungen von dem Fahrmodell wenigstens eine fahrdynamisch relevante Größe (des Fahrzeugs) berücksichtigt. Dadurch lässt sich der Fahrzyklus-Datensatz beispielsweise an unterschiedliche Fahrzeugmodelle und/oder Fahrzeugklassen anpassen. Als fahrdynamisch relevante Größen werden beispielsweise Masse, Schwerpunktage, Luftwiderstand, Kurvenstabilität, Brems- und/oder Beschleunigungsleistung des Fahrzeugs und/oder der Betrieb von Zusatzaggregaten wie Klimaanlage, Sitz- und/oder Scheibenheizung berücksichtigt.

Für eine vereinfachte Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes wird die Route bei manchen Ausgestaltungen automatisch für vorgegebene Start- und Zielpunkte mittels der Straßenkarte bestimmt. Hierzu werden Start- und Zielpunkt in der Straßenkarte festgelegt und als Route automatisch eine Verbindung dieser Punkte entlang durch Knoten verbundener Straßen berechnet. Bei einigen dieser Ausgestaltungen wird außerdem wenigstens ein Zwischenziel berücksichtigt, das schließlich von der Route erfasst wird.

Bei einigen dieser Ausgestaltungen werden bei der Bestimmung der Route gewisse Straßentypen (siehe oben) gegenüber anderen Straßentypen bevorzugt oder gemieden. Hierbei wird zwar in Kauf genommen, dass die so bestimmte Route gegenüber einer alternativen Route länger ist oder eine länge-

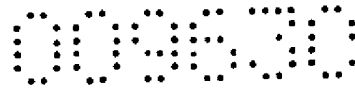


re Fahrzeit benötigt, doch wird ein günstigeres Verhältnis von bevorzugten bzw. zu meidenden Straßen gegenüber nicht bevorzugten bzw. nicht zu meidenden Straßen erzielt.

Bei einigen dieser Ausgestaltungen werden bei der Bestimmung der Route fahrzeugspezifische Kriterien berücksichtigt, insbesondere Beschränkungen von Durchfahrtshöhen und/oder Durchfahrts-
5 beschränkungen für PKW, LKW und/oder Zweiräder. Auf diese Weise lassen sich unrealistische Routen automatisch ausfiltern.

Die Erfindung vereinfacht die Erstellung von Fahrzyklus-Datensätzen, welche die wirklichen Verhältnisse detailliert abbilden. Sie erleichtert auch die Erstellung einer Vielzahl unterschiedlicher Varianten von Fahrzyklus-Datensätzen, die sich beispielsweise durch geographische, klimatische, ver-
10 kehrsbezogene, fahrzeugspezifische und/oder durch verschiedene Fahrverhaltensweisen bedingte Einflüsse unterscheiden. Dies ist insbesondere für die Entwicklung von Hybridfahrzeugen nützlich, da diese hinsichtlich der Hybridsteuerung (z.B. Abstimmung und Dimensionierung der unterschiedlichen Antriebskomponenten, Speicherstrategie) komplex sind und daher eine relativ große „Simulationsbreite“ in der Entwicklung vorteilhaft ist. Ähnliches gilt auch für reine Elektrofahrzeuge oder auch für die
15 Entwicklung von dafür geeigneten Range Extendern.

Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird bei manchen Ausgestaltungen aus dem Fahrzyklus-Datensatz der Längsprofil-Datensatz erzeugt, der gleichfalls (jedoch in anderer Form) den Fahrzyklus widerspiegelt. Das „Längsprofil“ bezeichnet einen Datensatz mit eindimensionalen Größen, nämlich zumindest eine Orts-, Geschwindigkeits- oder Beschleunigungsinformation und eine Kraftinforma-
20 tion, welche eine (Gesamt-)Last repräsentiert und die Simulation von Lastmomenten, die während einer realen Fahrt auf ein reales Fahrzeug wirken würden, ermöglicht. Hierzu werden (gegebenenfalls) mehrdimensionale Größen wie Orts-, Geschwindigkeits- und/oder Beschleunigungsdaten des Fahrzyklus-Datensatzes jeweils auf eine eindimensionale Orts- oder Geschwindigkeitsangabe z.B. als Funktion der Zeit (nämlich entlang der Längsrichtung der dem Fahrzyklus zugrunde liegenden Route) so wie die
25 auf das Fahrzeug wirkende Gesamtkraft, ebenfalls z.B. als Funktion der Zeit oder des Weges, abgebildet. Der so gebildete Längsprofil-Datensatz ist eine Eingangsgröße für einen Prüfstand, mit dem eine Teilsimulation des Fahrzeugs durchgeführt wird: der Antrieb des (realen) Fahrzeugs arbeitet so, dass die Raddrehzahl des Fahrzeugs der (auf die Vorwärtsrichtung reduzierten) Orts- oder Geschwindigkeitsvorgabe des Fahrzyklus entspricht, ohne dass sich das Fahrzeug tatsächlich fortbewegt. Bei dieser Art
30 von Teilsimulation fehlen also die durch die Fortbewegung des Fahrzeugs hervorgerufenen Kräfte (z.B. Trägheitskräfte bei Fahrzeugbeschleunigung, Gewichtskraft bei Fahrt auf geneigter Strecke, Luftwiderstand, Rollwiderstand, und ggf. Bremskräfte bei Kurvenfahrt). Diese bei der Prüfstands-Prüfung aufgrund des Fahrzeugstillstands „fehlenden“ Kräfte werden mit dem Rollen-Prüfstand durch ein geeignetes Brems- und ggf. auch Antriebsmoment als Funktion der Zeit oder der gefahrenen Strecke erzeugt.
35 Dieses Brems- und ggf. auch Antriebsmoment wird von der oder den Rollen des Prüfstands aufge-



bracht, auf die die Antriebsräder des zu prüfenden Fahrzeugs wirken. Die Abbildung des Fahrzyklus auf das Längsprofil ist derart, dass dieses (eindimensionale) Brems- und Antriebsmoment als Funktion der Zeit bzw. demjenigen Brems- und Antriebsmoment entspricht, mit dem der Antrieb des Fahrzeugs bei wirklicher Fahrt entsprechend dem Fahrzyklus beaufschlagt würde. Bei dem Prüfstandtest entsprechend dem Längsprofil wird das Fahrzeug also mit derjenigen (eindimensionalen) Geschwindigkeit (bezogen auf die Prüfstandsrollen) als Funktion der Zeit gefahren, die dem Fahrzyklus entspricht, und es erfährt an den Antriebsrädern dasjenige Brems- bzw. Antriebsmoment, dass es bei realer Fahrt entsprechend dem Fahrzyklus erfahren würde. Die Abbildung des Fahrzyklus auf das Längsprofil berücksichtigt also diejenigen Größen der Fahrdynamik, die aufgrund der Teilsimulation (d.h. des Fahrzeugstillstands) nicht real auftreten, und stellt die Vorgabe der mit den Prüfstandsrollen aufzubringenden Momenten bereit, um dem Fahrzeugantrieb diese Fahrdynamikgrößen gewissermaßen vorzuspiegeln.

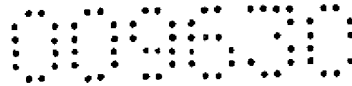
Im Übrigen wird bei manchen Ausgestaltungen zwischen einer Orts-, Geschwindigkeits-, Beschleunigungs- oder Kraftinformation umgerechnet, etwa mittels Differentiation, Integration oder einer physikalischen Gesetzmäßigkeit wie dem Trägheitsgesetz. Beispielsweise wird aus (zeitabhängigen) Ortsinformationen des Fahrzyklus-Datensatzes eine (zeitabhängige) Geschwindigkeitsgröße des Längsprofil-Datensatzes berechnet.

Bei manchen Ausgestaltungen sind die wenigstens zwei eindimensionalen Größen des Längsprofil-Datensatzes zeitabhängige Größen. Der Längsprofil-Datensatz (und/oder auch der Fahrzyklus-Datensatz) ist beispielsweise als eine Folge von Werten, die etwa aufeinanderfolgenden konstanten Zeitintervallen zugeordnet sind, gespeichert, um die Zeitabhängigkeit zu repräsentieren. So lässt sich jedem Folgeglied eine bestimmte Zeitinformation zuordnen. Dementsprechend lassen sich (später) die den einzelnen Folgegliedern entsprechenden Anweisungen im Prüfstand bei der Fahrsimulation entsprechend der Dauer der Zeitintervalle nacheinander umsetzen. Bei manchen Ausgestaltungen sind die beiden eindimensionalen Größen mit einer ebenfalls im Datensatz gespeicherten Zeitinformation verknüpft, beispielsweise als Tripel aus einer Geschwindigkeit, einer Kraft und einem Zeitstempel.

Die Kraftinformation spiegelt eine auf ein reales Fahrzeug wirkende oder beim realen Fahren auftretende Last wider. Durch die Kraftinformation werden bei manchen Ausgestaltungen eine oder mehrere der folgenden Aspekte hinsichtlich verschiedener Lasten berücksichtigt (wobei gegebenenfalls die Beiträge verschiedener Lasten aufaddiert werden, und zwar insbesondere zu einer Längskraft, d.h.

Kraft in Längsrichtung):

Mittels der Masse des (zu testenden) Kraftfahrzeugs wird die Last (Kraft) bei Beschleunigungsvorgängen in Fahrtrichtung bestimmt, und zwar mit dem zweiten Newtonschen Gesetz „Kraft = Masse * Beschleunigung“. Außerdem fließt die Masse des Fahrzeugs in die Bestimmung der das Fahrzeug beschleunigenden bzw. bremsenden Komponente der Gewichtskraft an Gefällestrecken (gemäß den Höheninformationen) entlang der Route ein, und zwar entsprechend „Kraft = $\sin(\text{Winkel der Längs-}$



richtung gegen die Horizontale) * Masse * Erdbeschleunigung“.

Aus dem Betrag der dreidimensionalen Geschwindigkeit wird die Last aufgrund des Luftwiderstands des Fahrzeugs modelliert (die im Allgemeinen ungefähr quadratisch von der Geschwindigkeit abhängt). Entsprechend wird aus dem Betrag der dreidimensionalen Geschwindigkeit der Rollwiderstand modelliert (der im Allgemeinen weniger als quadratisch von der Geschwindigkeit abhängt). Bei manchen Ausführungsformen der Längsprofilerstellung wird zudem berücksichtigt, dass der Rollwiderstand bei Kurvenfahrt aufgrund der mit Querbesehleunigung einhergehenden Reifenverformung zunimmt.

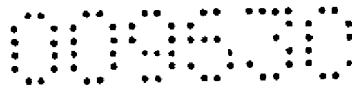
Gemäß dem dritten Aspekt der Erfindung wird beim Verfahren zum Testen des Kraftfahrzeugs das Kraftfahrzeug (oder der Fahrzeugantrieb oder eine Komponente hierzu) in einer Fahrsimulation gefahren, und zwar gemäß dem aus dem Fahrzyklus ermittelten Längsprofil. Bei manchen Ausgestaltungen erfolgt die Umrechnung des Fahrzyklus' in das Längsprofil vorab in einem gesonderten Schritt. Bei anderen Ausgestaltungen ist hingegen der Steuerrechner des Prüfstands so ausgerüstet und programmiert, dass er die rechnerische Umsetzung vom Fahrzyklus zum Längsprofil selbst ausführt, z.B. zeitlich vor der eigentlich Prüfstandsfahrt oder auch erst während deren Verlaufs. Im Fall der Vorab- Umsetzung bildet also der Längsprofil-Datensatz die Eingangsgröße für den Prüfstand, während es im Fall der Umsetzung im Steuerrechner des Prüfstands so scheint, als bildete sie der Fahrzyklus-Datensatz. Tatsächlich ist es jedoch in beiden Fällen so, dass der Längsprofil-Datensatz die Aktoren des Prüfstand (d.h. beispielsweise die Fahrpedalbetätigung und die dem Fahrzeugantrieb entgegen zu setzende Last) steuert, gleich ob das Längsprofil in einem gesonderten Schritt vorab oder erst im Prüfstand-Steuergerät aus dem Fahrzyklus-Datensatz errechnet wird.

Unabhängig davon, dass bei der Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes bereits fahrzeugklassen- oder fahrzeugmodellspezifische Eigenschaften berücksichtigt wurden, wird bei der Erstellung des Längsprofils aus dem Fahrzyklus-Datensatz wenigstens die Masse und der Luftwiderstand des zu testenden Fahrzeugs berücksichtigt.

Ein Ausführungsbeispiel des Verfahrens wird anhand der folgenden Zeichnung beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung des Verfahrens zur computerbasierten Erzeugung eines Fahrzyklus-Datensatzes, der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation repräsentiert.

Das nachfolgende Ausführungsbeispiel zeigt das Verfahren zur Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes, der einen Fahrzyklus für die Fahrsimulation eines Hybridfahrzeugs repräsentiert. Weitere Ausführungsbeispiele unterscheiden sich dadurch, dass der Fahrzyklus-Datensatz für ein reines Elekt-



rofahrzeug oder ein Elektrofahrzeug mit einem Range Extender erzeugt wird.

Der Fahrzyklus-Datensatz 1 wird gemäß Fig. 1 mit dem Fahrmodell 2 aus der Straßenkarte 3 automatisch erzeugt. Hierzu wird in 4 eine Route im Straßennetz 6 der Straßenkarte 3 erzeugt und als Eingangsgröße für das Fahrmodell 2 verwendet. Im Folgenden werden in dieser Reihenfolge das Straßennetz 6, das Erzeugen der Route, die Straßenkarte 3 und schließlich die Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes 1 beschrieben. Diese und die nachfolgend beschriebenen Operationen sind durch ein Computerprogramm, das in einem Speicher gespeichert ist, bestimmt und werden, sofern nicht explizit anders genannt, durch einen Computer ausgeführt, der dazu programmiert ist das Computerprogramm auszuführen. Auch die im Folgenden genannten Informationen sind zumindest bei der Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes 1 im Computer gespeichert.

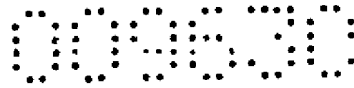
Zur Bestimmung der Route werden in 4 der Startpunkt und der Zielpunkt sowie bedarfsweise Zwischenziele manuell festgelegt. Außerdem wird die zu simulierende Fahrzeugklasse, beispielsweise ein Personenkraftwagen, sowie weitere Routenoptionen, beispielsweise eine Optimierung nach kürzester Strecke oder alternativ nach kürzester Fahrzeit und/oder die bevorzugte Verwendung von Autobahnen, ebenfalls manuell festgelegt. Unter Einhaltung dieser Vorgaben wird automatisch die Route innerhalb des Straßennetzes 6 bestimmt. Im Übrigen werden hierbei auch fahrzeugspezifische Kriterien berücksichtigt, beispielsweise Durchfahrtsbeschränkungen für das gewählte Fahrzeug.

Das Straßennetz 6 der Straßenkarte 3 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine zweidimensionale Abbildung eines Straßenverkehrsnetzes eines bestimmten geographischen Gebiets, wobei Straßen in der Straßenkarte 3 als (feingliedrige) Polygonzüge gespeichert sind, sodass auch (näherungsweise) Informationen über Kurvenradien mittelbar in der Straßenkarte 3 enthalten sind. Verbindungen zwischen den Straßen werden durch Knoten repräsentiert. Die räumliche (zweidimensionale) Lage der Straßen, deren individueller Verlauf sowie die Lage der Knoten sind durch Geokoordinaten kodiert.

Außer dem Straßennetz 6 ist in der Straßenkarte 3 ein Geländehöhenmodell 9 des von dem Straßennetz 6 überdeckten Gebiets gespeichert. Aus dem Geländehöhenmodell 9 lässt sich die Höhe der Erdoberfläche über dem Meeresspiegel in Abhängigkeit von den Geokoordinaten (zumindest innerhalb des vom Straßennetz 6 überdeckten Gebiets) bestimmen. Bei anderen Beispielen ist das Geländehöhenmodell als von der Straßenkarte 3 separater Datensatz realisiert.

Auch umfasst die Straßenkarte 3 Straßeninformationen 10, und zwar Standorte von Ampeln, Geschwindigkeitsbegrenzungen der Straßen sowie eine Typisierung der Straßen, beispielsweise in Autobahnen, ein- oder mehrspurige Straßen, inner- und außerörtliche Straßen. Diese Straßeninformationen 10 sind als Datensätze den jeweiligen Straßen des Straßennetzes 6 zugeordnet.

Der Fahrzyklus-Datensatz 1 wird, wie zuvor genannt, mit dem Fahrmodell 2 aus der Straßenkarte 3 erzeugt. Hierzu fährt das Fahrmodell 2 virtuell entlang der Route vom Startpunkt zum Zielpunkt, wobei die Route eine Eingangsgröße des Fahrmodells 2 darstellt. Dieses virtuelle Fahren, das der Er-



zeugung des Fahrzyklus-Datensatzes 1 dient, ist von der oben genannten Fahrsimulation des Fahrzeugs auf dem Prüfstand zu unterscheiden, für die der Fahrzyklus-Datensatz 1 letztendlich vorgesehen ist.

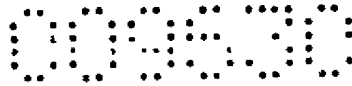
Für das virtuelle Fahren entlang der Route sind in dem Fahrmodell 2 unterschiedliche Fahrverhaltensweisen 12 implementiert, wodurch das Brems- und Beschleunigungsverhalten, sowie das
5 Schaltverhalten (bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe) für unterschiedliche Fahrertypen berücksichtigt wird. Beispielsweise sind Fahrverhaltensweisen 12 eines sportlichen Fahrers, der verhältnismäßig stark beschleunigt, stark abbremst, spät schaltet und möglichst mit zulässiger Höchstgeschwindigkeit fährt, und eines energiesparenden Fahrers, der wenig stark abbremst, längere Ausrollphasen nutzt, sanft beschleunigt, frühzeitig schaltet und etwa 0% - 90% der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, maximal
10 jedoch etwa 130 km/h anstrebt, in dem Fahrmodell 2 bereitgestellt.

Die (feingliedrige) polygonale Darstellung des Straßennetzes 6 erlaubt dem Fahrmodell 2 einerseits tatsächliche Wegstrecken genau zu bestimmen. Andererseits wird für die jeweils gewählte Fahrverhaltensweise 12 aus dem Kurvenverlauf der Straßenführung ein realistisches Geschwindigkeitsprofil entlang der Route bestimmt, wobei zusätzlich die Straßeninformationen 10 und Verkehrsinformationen 11 als weitere Eingangsgrößen berücksichtigt werden. Bei einem alternativen Ausführungsbeispiel sind die Straßen als (geradlinige) Strecken zwischen den Knoten im Straßennetz 6 implementiert. Informationen über den jeweiligen Kurvenverlauf der Straßen sind als separate Daten in der Straßenkarte 3 hinterlegt.

Aus dem Höhenmodell 9 der Straßenkarte 3 als weitere Eingangsgröße ermittelt das Fahrmodell
20 2 mittels der Geopositionen entlang der Route Höhenänderungen beim virtuellen Fahren und speichert diese als Höhenprofil zusätzlich zu dem Geschwindigkeitsprofil im Fahrzyklus-Datensatz 1. Außerdem werden unter Berücksichtigung der nachfolgend beschriebenen fahrdynamisch relevanten Größen aus dem Höhenprofil Schub- und Zugkräfte bei Steigungen und Gefällen entlang der Route abgeleitet.

Als weitere Eingangsgrößen werden vom Fahrmodell 2 fahrdynamisch relevante Größen 13 verwendet, um das virtuelle Fahren entlang der Route für das gewählte Fahrzeug, also für ein bestimmtes Fahrzeugmodell, möglichst realistisch umzusetzen. Hierbei stehen beispielsweise die Masse, der Luftwiderstand, maximal zulässige Querschleunigungskräfte sowie maximale Brems- und Beschleunigungsleistung des Fahrzeugs zur Verfügung. Diese Größen beeinflussen beispielsweise die maximale Beschleunigung und/oder Geschwindigkeit des Fahrzeugs und werden dementsprechend bei der Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes 1, insbesondere des Geschwindigkeitsprofils berücksichtigt.
30

Als weitere Eingangsgröße werden Verkehrsinformationen 11 vom Fahrmodell 2 berücksichtigt. Die Verkehrsinformationen 11 enthalten beispielsweise Erfahrungswerte über jeweilige Verkehrsaufkommen der jeweiligen Straßen in Abhängigkeit von der Tageszeit sowie unter Berücksichtigung von Werktagen und Sonn- und Feiertagen. Die Verkehrsinformationen 11 sind als Datensätze den jeweiligen Straßen des Straßennetzes 6 zugeordnet. Allerdings sind nicht für alle Straßen solche Verkehrs-
35



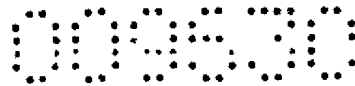
formationen 11 verfügbar, sodass gegebenenfalls auf vorhandene Verkehrsinformationen 11 für Straßen gleichen Straßentyps in räumlicher Nähe zurückgegriffen wird.

Für eine realistischere Fahrsimulation werden als weitere Eingangsgröße Umwelteinflüsse 14 entlang der Route bei der Erzeugung des Fahrzyklus-Datensatzes 1 vom Fahrmodell 2 berücksichtigt. Hierzu zählen beispielsweise Windstärke und Windrichtung, Niederschläge und/oder Schnee- und Eisglätte. Derartige Umwelteinflüsse 14 wirken sich einerseits auf das Fahrzeug selbst aus, indem beispielsweise zusätzliche Antriebsleistung zur Überwindung des Windwiderstands aufgebracht werden muss. Andererseits wirken sie sich auch auf den Fahrer aus, der beispielsweise bei starkem Niederschlag die Fahrgeschwindigkeit reduziert. Dementsprechend werden die Umwelteinflüsse 14 als Korrekturterme hinsichtlich der Fahrverhaltensweisen 12 verwendet. Schließlich lassen sich so auch unterschiedliche Fahrzyklus-Datensätze 1 erzeugen, beispielsweise für Tag- und Nachtfahrten oder für unterschiedliche Witterungen, etwa für Sommer- und Winterfahrten.

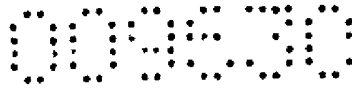
Der (unter Berücksichtigung der zuvor genannten Eingangsgrößen) von dem Fahrmodell 2 erzeugte Fahrzyklus-Datensatz 1 wird als Datensatz gespeichert, der ein Geschwindigkeits-Zeit-Profil umfasst. In diesem Profil sind die Geschwindigkeitsdaten als drei-dimensionale Größe gespeichert. Bei manchen Ausführungsbeispielen wird zusätzlich oder alternativ ein Orts-Zeit-Profil und/oder ein Beschleunigungs-Zeit-Profil erstellt. Bei einigen Ausführungsbeispielen sind die Orts-, Geschwindigkeits- bzw. Beschleunigungsdaten der jeweiligen Fahrzyklus-Datensätze als ein-, zwei- oder drei-dimensionale Information gespeichert.

Im Übrigen wird bei einem weiteren Ausführungsbeispiel aus dem Fahrzyklus-Datensatz der Längsprofil-Datensatz erzeugt. Dies geschieht wiederum durch einen geeignet eingerichteten Computer, nämlich einen Computer mit einem Computerprogramm, das in einem Speicher eines Computers gespeichert ist, und bei Ausführung den Computer veranlasst, das beschriebene Verfahren durchzuführen. Hierzu werden aus mehrdimensionalen Daten des Fahrzyklus-Datensatzes, wie Orts-, Geschwindigkeits- bzw. Beschleunigungsdaten, sowohl zeitabhängige, eindimensionale Längsgeschwindigkeiten als auch zeitabhängige, eindimensionale Längskräfte (Last) berechnet, deren Werte sich jeweils auf die Längsrichtungen entlang der Route beziehen. Der Längsprofil-Datensatz besteht bei diesem Ausführungsbeispiel aus einer Folge von Wertepaaren aus jeweils einer Längsgeschwindigkeit und Längskraft. Hierbei repräsentiert die Folge eine zeitliche Abfolge in gleichmäßigen Zeitschritten.

Bei weiteren Ausführungsbeispielen wird das Kraftfahrzeug, der Fahrzeugantrieb (oder die Komponente hierzu) auf dem Prüfstand getestet, indem es in einer Fahrsimulation gemäß dem aus dem Fahrzyklus errechneten Längsprofil gefahren wird. Hierbei ist bei verschiedenen Varianten von Ausführungsbeispielen das durch einen Längsprofil-Datensatz repräsentiert. Dieser stellt eine Folge von Anweisungen für die Fahrsimulation dar, sodass der (jeweilige) Datensatz eine Eingangsgröße für den Prüfstand ist.



Hierbei wird das Fahrzeug auf dem Prüfstand einerseits dazu veranlasst, seine Antriebsräder entsprechend der im Längsprofil-Datensatz z.B. als Funktion der Zeit oder der Strecke vorgegebenen Größe Ort, Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung anzutreiben; andererseits werden dessen Antriebsräder vom Prüfstand entsprechend der im Längsprofil z.B. ebenfalls als Funktion der Zeit bzw. Strecke vorgegebenen Kraft gebremst bzw. beschleunigt. Der Antrieb des (realen) Fahrzeugs arbeitet dann so, dass die Raddrehzahl des Fahrzeugs der (auf die Vorwärtsrichtung reduzierten) Orts- oder Geschwindigkeitsvorgabe des Fahrzyklus entspricht, ohne dass sich das Fahrzeug tatsächlich fortbewegt. Bei dieser Art von Teilsimulation fehlen also die durch die Fortbewegung des Fahrzeugs hervorgerufenen Kräfte (z.B. die Trägheitskräfte bei Fahrzeugbeschleunigung, Gewichtskraft bei Fahrt auf geneigter Strecke, Luftwiderstand, Rollwiderstand, und ggf. Bremskräfte bei Kurvenfahrt). Diese bei der Prüfstands-Prüfung aufgrund des Fahrzeugstillstands „fehlenden“ Kräfte werden mit dem Rollen-Prüfstand durch ein geeignetes Brems- und ggf. auch Antriebsmoment als Funktion der Zeit oder der gefahrenen Strecke erzeugt. Dieses Brems- und ggf. auch Antriebsmoment wird von der oder den Rollen des Prüfstands aufgebracht, auf die die Antriebsräder des zu prüfenden Fahrzeugs wirken. Bei dem Prüfstandstest entsprechend dem Längsprofil wird das Fahrzeug also mit derjenigen (eindimensionalen) Geschwindigkeit (bezogen auf die Prüfstandsrollen) als Funktion der Zeit gefahren, die dem Fahrzyklus entspricht, und es erfährt an den Antriebsrädern dasjenige Brems- bzw. Antriebsmoment, dass es bei realer Fahrt entsprechend dem Fahrzyklus erfahren würde. Die Abbildung des Fahrzyklus auf das Längsprofil berücksichtigt also diejenigen Größen der Fahrdynamik, die aufgrund der Teilsimulation (d.h. des Fahrzeugstillstands) nicht real auftreten, und stellt die Vorgabe der mit den Prüfstandsrollen aufzubringenden Momenten bereit, um dem Fahrzeugantrieb diese Fahrdynamikgrößen gewissermaßen vorzuspiegeln.

**PATENTANSPRÜCHE**

1. Verfahren zur computerbasierten Erzeugung eines Fahrzyklus-Datensatzes (1), der einen Fahrzyklus für eine Fahrsimulation eines Kraftfahrzeugs, insbesondere eines Fahrzeugs mit Hybridantrieb, repräsentiert, wobei der Fahrzyklus-Datensatz (1) automatisch mit einem Fahrmodell (2) aus einer Straßenkarte (3) erzeugt wird, indem eine Route in der Straßenkarte (3) als wenigstens eine Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet wird.
5
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei die Straßenkarte (3) Höheninformationen (9) umfasst, die als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet werden.
10
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei Höheninformationen aus einer separaten Datenquelle als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet wird.
- 15 4. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Straßenkarte (3) straßenbeschreibende Informationen (10) umfasst, die als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet werden, insbesondere straßenbeschreibende Informationen (10) über Ampeln, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Kurvenradien, Ausbauzustand und/oder Straßentyp.
- 20 5. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Straßenkarte (3), insbesondere uhrzeit- und/oder datumsspezifische, Verkehrsinformationen (11) umfasst, die als weitere Eingangsgröße für das Fahrmodell (2) verwendet werden.
- 25 6. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei das Fahrmodell (2) für wenigstens zwei, insbesondere sportliche und/oder energiesparende, Fahrverhaltensweisen (12) ausgelegt ist, insbesondere indem das Fahrmodell (2) Richtgeschwindigkeiten und/oder ein Beschleunigungs-, Brems- und/oder Schaltverhalten berücksichtigt.
- 30 7. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei von dem Fahrmodell (2) wenigstens ein Umwelteinfluss (14) berücksichtigt wird, insbesondere Windstärke, Windrichtung, Niederschlag, Schnee-/Eisglätte, Helligkeit, Temperatur, Datums- und/oder Uhrzeitinformati-
on.
- 35 8. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei von dem Fahrmodell (2) wenigstens eine fahrdynamisch relevante Größe (13) des Fahrzeugs berücksichtigt wird, insbe-



sondere Masse, Schwerpunktlage, Luftwiderstand, Kurvenstabilität, Brems- und/oder Beschleunigungsleistung des Fahrzeugs und/oder der Betrieb von Zusatzaggregaten wie Klimaanlage, Sitz- und/oder Scheibenheizung.

- 5 9. Verfahren gemäß einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die Route automatisch für einen vorgegebenen Startpunkt und Zielpunkt mittels der Straßenkarte (3) bestimmt wird, insbesondere wobei ein Zwischenziel berücksichtigt wird.
- 10 10. Verfahren gemäß Anspruch 8, wobei bei der Bestimmung der Route gewisse Straßentypen, insbesondere Autobahnen und/oder Schnellstraßen, bevorzugt oder gemieden werden.
- 15 11. Verfahren gemäß Anspruch 8 oder 9, wobei bei der Bestimmung der Route fahrzeugspezifische Kriterien berücksichtigt werden, insbesondere Beschränkungen von Durchfahrtshöhen und/oder Durchfahrtsbeschränkungen für PKW, LKW und/oder Zweiräder.
- 20 12. Verfahren zur Erzeugung eines Längsprofil-Datensatzes, der wenigstens zwei eindimensionale Größen umfasst, wobei die Größen aus wenigstens einer zwei- oder drei-dimensionalen Größe des gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11 erzeugten Fahrzyklus-Datensatzes (1) abgeleitet werden und auf die Längsrichtung entlang der Route bezogen sind, und wobei eine der Größen Ort, Geschwindigkeit oder Beschleunigung des Fahrzeugs in Längsrichtung und eine weitere der Größen eine das Fahrzeug bremsende bzw. beschleunigende Kraft in Längsrichtung sind.
- 25 13. Verfahren zum Testen eines Kraftfahrzeugs, wobei mit dem Kraftfahrzeug in einer Fahrsimulation auf einem Prüfstand ein Längsprofil-Datensatz gemäß Anspruch 12 abgefahren wird, wobei das Fahrzeug auf dem Prüfstand einerseits dazu veranlasst wird, seine Antriebsräder entsprechend der im Längsprofil vorgegebenen Größe Ort, Geschwindigkeit bzw. Beschleunigung anzutreiben, und wobei andererseits seine Antriebsräder vom Prüfstand entsprechend der im Längsprofil vorgegebenen Kraft gebremst bzw. beschleunigt werden.

009030

Fig. 1

