

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

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. Januar 2013 (24.01.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/010604 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60L 15/20 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/002092

(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Mai 2012 (16.05.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 107 818.9 16. Juli 2011 (16.07.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **AUDI AG** [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KLIMESCH, Michael**
[DE/DE]; Schlüterstrasse 30, 85057 Ingolstadt (DE).
LAMPRECHT, Andreas [DE/DE]; Am Katharinengarten
6, 85055 Ingolstadt (DE). **KULNICK, Sascha** [DE/DE];
Richard-Strauss-Strasse 51, 85057 Ingolstadt (DE).

(74) Anwalt: **THIELMANN, Frank**; c/o AUDI AG,
Patentabteilung, 85045 Ingolstadt (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD,
SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

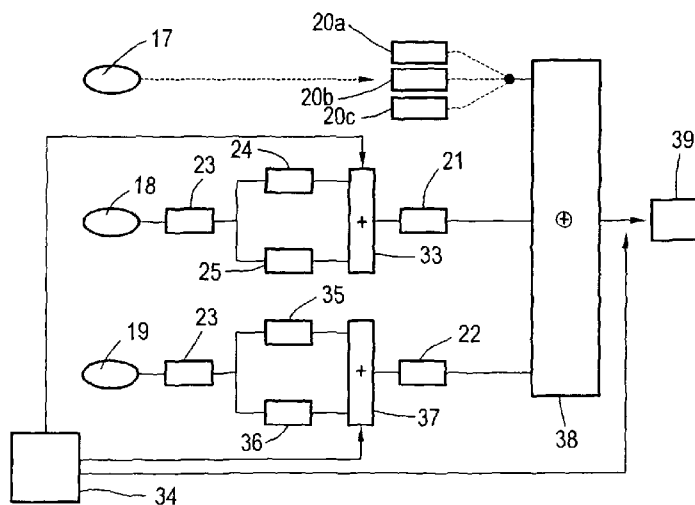
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE REMAINING RANGE OF A MOTOR VEHICLE, AND MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR ERMITTLUNG DER RESTREICHWEITE EINES KRAFTFAHRZEUGS UND
KRAFTFAHRZEUG

FIG. 2



(57) Abstract: Method for determining the
remaining range (39) of a motor vehicle (1)
which has an energy store (5) for a drive
which acts on at least one wheel of the
motor vehicle (1) and has an electric motor
(2), as a function of residual energy (34) in
the energy store (5), wherein consumption
values (17, 18, 19) which describe the
current consumption of the drive and of at
least one secondary consumer are
determined using at least one sensor, a drive
prediction value (20a, 20b, 20c) which is
assigned to the drive and describes the
consumption over a predetermined distance
is determined from the consumption values
(17) of the drive, and at least one secondary
consumption prediction value (21, 22)
which is assigned to the secondary
consumers and describes the consumption
over a predetermined distance is determined
separately from the consumption values (18,
19) of the secondary consumers, and the
remaining range (39) is determined for at
least one distance which is to be travelled
by the motor vehicle (1) and is described by
the route data, by taking into account the

drive prediction value (20a, 20b, 20c) and the secondary consumption prediction value (21, 22).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/010604 A2

**Veröffentlicht:**

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zur Ermittlung der Restreichweite (39) eines Kraftfahrzeugs (1), welches einen Energiespeicher (5) für einen auf wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs (1) wirkenden Antrieb mit einem Elektromotor (2) aufweist, in Abhängigkeit einer Restenergie (34) in dem Energiespeicher (5), wobei - den aktuellen Verbrauch des Antriebs und von wenigstens einem Nebenverbraucher beschreibende Verbrauchswerte (17, 18, 19) unter Verwendung wenigstens eines Sensors ermittelt werden, - aus den Verbrauchswerten (17) des Antriebs wenigstens ein dem Antrieb zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Antriebsprädiktionswert (20a, 20b, 20c) ermittelt wird und - aus den Verbrauchswerten (18, 19) der Nebenverbraucher separat wenigstens ein den Nebenverbrauchern zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Nebenverbraucherprädiktionswert (21, 22) ermittelt wird, und - für wenigstens eine durch das Kraftfahrzeug (1) zurückzulegende, durch Streckendaten beschriebene Strecke die Restreichweite (39) unter Berücksichtigung des Antriebsprädiktionswerts (20a, 20b, 20c) und des Nebenverbraucherprädiktionswerts (21, 22) bestimmt wird.

Verfahren zur Ermittlung der Restreichweite eines Kraftfahrzeugs und Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ermittlung der Restreichweite eines Kraftfahrzeugs, welches einen Energiespeicher für einen auf wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs wirkenden Antrieb mit einem Elektromotor aufweist, in Abhängigkeit einer Restenergie in dem Energiespeicher, sowie ein Kraftfahrzeug.

Verfahren zur automatischen Ermittlung einer Restreichweite innerhalb eines Kraftfahrzeugs sind bereits seit längerer Zeit bekannt. Sehr häufig wird dabei mit einem Navigationssystem zusammengewirkt, welches Streckendaten über von dem Kraftfahrzeug zukünftig befahrene Reisesstrecken liefert. Abhängig von Verbrauchsbeobachtungen ist es dann möglich, zu präzisieren, wie hoch der Verbrauch auf den verschiedenen zukünftigen Streckenabschnitten sein wird, so dass, wenn die Restenergie bekannt ist, ermittelt werden kann, wie weit das Kraftfahrzeug auf einer solchen Strecke noch fahren kann. Dies kann einem Fahrer zur Anzeige gebracht werden, insbesondere dann, wenn dieser beurteilen möchte, ob er seine Fahrt noch ohne zu Tanken oder auf andere Weise Energie nachzuladen zu Ende bringen kann und in erweiterten Fällen auch, ob die Restenergie sogar noch für eine Rückfahrt auf derselben Strecke ausreicht. Ferner sind Reichweitenberechnungsverfahren bekannt, die auch verschiedene mögliche zukünftige Strecken überprüfen.

Ein Verfahren zur Bestimmung einer zurücklegbaren Restentfernung und eine Anordnung dazu wird durch DE 199 29 426 A1 offenbart. Dabei wird von einem Verbrennungsmotor ausgegangen, so dass die Restenergie einem Betriebsstoffvorrat entspricht. Aus der Betriebsstoffvorratsmenge und einem ermittelten Betriebsstoffverbrauch wird die mit dem Betriebsstoffvorrat zurücklegbare Restentfernung bestimmt, wobei situationsabhängige

Verbrauchsmittelwerte verwendet werden. Die Kernidee dort ist es, straßenklassenabhängige Verbrauchsmittelwerte zu bestimmen. Es wird dann überprüft, welcher Straßenklasse ein Streckenabschnitt zugehörig ist, so dass, wenn deren Länge bekannt ist, abhängig von den Verbrauchsmittelwerten ein Verbrauch für den Streckenabschnitt präzisiert werden kann. Auch weitere Klassifizierungen sind dort vorgeschlagen, beispielsweise für den Ladezustand des Fahrzeugs, die Steigung und/oder ein Gefälle eines Streckenabschnitts und dergleichen.

In letzter Zeit wurden neue Antriebskonzepte für die Serienproduktion vorgeschlagen. Dabei weist der Antrieb des Kraftfahrzeugs einen Elektromotor auf, der beispielsweise aus einer Hochspannungsbatterie des Kraftfahrzeugs gespeist werden kann. Bekannt sind Kraftfahrzeuge, die nur wenigstens einen Elektromotor aufweisen, die häufig auch als Elektrofahrzeuge bezeichnet werden. Vorgeschlagen wurden jedoch auch Kraftfahrzeuge, die sowohl einen Elektromotor als auch einen Verbrennungsmotor als Antriebsmittel umfassen (sogenannte Hybridfahrzeuge). Während bei Kraftfahrzeugen, die nur einen Verbrennungsmotor aufweisen, der Verbrennungsmotor über die Lichtmaschine auch alle neben dem Antrieb vorgesehenen elektrischen Verbraucher (Nebenverbraucher) „mitzieht“, ist dies bei einem Elektromotor, der aus einem Speicher für elektrische Energie, insbesondere eine Hochspannungsbatterie, betrieben wird, nicht mehr der Fall, nachdem die Nebenverbraucher auch zum Gesamtverbrauch aus dem elektrischen Energiespeicher beitragen. Bekannte Konzepte zur Berechnung einer Restreichweite berücksichtigen diese Nebenverbraucher nicht ausreichend, um auch bei Betrieb eines Elektromotors hinreichend zuverlässige Aussagen über die Restreichweite zu treffen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zur präziseren und differenzierteren Restreichweitenermittlung anzugeben.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass

- den aktuellen Verbrauch des Antriebs und von wenigstens einem Nebenverbraucher beschreibende Verbrauchswerte unter Verwendung wenigstens eines Sensors ermittelt werden,
- aus den Verbrauchswerten des Antriebs wenigstens ein dem Antrieb zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Antriebsprädiktionswert ermittelt wird und
- aus den Verbrauchswerten der Nebenverbraucher separat wenigstens ein den Nebenverbrauchern zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Nebenverbraucherprädiktionswert ermittelt wird, und
- für wenigstens eine durch das Kraftfahrzeug zurückzulegende, durch Streckendaten beschriebene Strecke die Restreichweite unter Berücksichtigung des Antriebsprädiktionswerts und des Nebenverbraucherprädiktionswerts bestimmt wird.

Bei Betrieb eines Elektromotors können also die selbst zum Verbrauch beitragenden Nebenverbraucher getrennt berücksichtigt werden, das bedeutet, es wird nicht nur ein (gegebenenfalls für jede Klassifizierung) einzelner Prädiktionswert ermittelt, der den Gesamtverbrauch beschreibt, sondern es werden wenigstens zwei Prädiktionswerte ermittelt, nämlich ein Antriebsprädiktionswert, der sich lediglich auf den Antrieb (konkret den Elektromotor) bezieht, und wenigstens ein Nebenverbraucherprädiktionswert, der einen Verbrauch von Nebenverbrauchern für zukünftige Streckenabschnitte zu präzisieren sucht. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass die Verbräuche von Antrieb und Nebenverbrauchern nicht immer korreliert sind und sich daher eine getrennte Betrachtung anbietet, um eine letztlich exaktere und insbesondere differenziertere Berechnung der Restreichweite zu ermöglichen. Es ergibt sich insgesamt ein exakteres Ergebnis. Dabei sei angemerkt, dass das erfindungsgemäße Verfahren selbstverständlich automatisch innerhalb des Kraftfahrzeugs ausgeführt wird, insbesondere durch ein entsprechend ausgebildetes Steuergerät.

Besonders zweckmäßig ist es dabei, wenn der Antriebsprädiktionswert und der Nebenverbraucherprädiktionswert auf unterschiedlichem Berechnungsweg und/oder einem unterschiedlich parametrisierten Berechnungsweg ermittelt

werden. Das bedeutet also, die differenzierte Betrachtung des Antriebs und der Nebenverbraucher äußert sich auch durch eine unterschiedliche Art der Berechnung der entsprechenden Prädiktionswerte, wobei die Berechnungswege bzw. die Parametrierung speziell abgestimmt auf die Nebenverbraucher und den Antrieb, beispielsweise basierend auf empirischen Untersuchungen, gewählt werden können. So ist es beispielsweise, wenn unterschiedliche Klassen von Umgebungsbedingungen und/oder Streckenabschnitten berücksichtigt werden, denkbar, eine unterschiedliche Klassifizierung für die Antriebsprädiktionswerte und die Nebenverbraucherprädiktionswerte vorzunehmen. Möglich ist es zudem, unterschiedliche Filter oder Filterparameter einzusetzen, worauf im Folgenden noch näher eingegangen werden wird.

So kann in vorteilhafter Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung vorgesehen sein, dass der Antriebsprädiktionswert und/oder der Nebenverbraucherprädiktionswert durch eine Filterung des Verlaufs der Verbrauchswerte unter Verwendung wenigstens eines Filters ermittelt werden. Es wird also letztlich der Verlauf der unterschiedlichen Verbrauchswerte betrachtet und analysiert, so dass allein über die Filterwirkung immer eine bestimmte Historie der Verbrauchswerte mit berücksichtigt wird und mithin in die Bestimmung der Prädiktionswerte eingeht, welche dann letztlich – abhängig von den gewählten Filterparametern – neben den aktuellen Verbrauchseigenschaften auch das Verbrauchsverhalten (welches bei den Nebenverbrauchern größtenteils fahrerinitiiert ist) in der näheren Vergangenheit berücksichtigt. Das bedeutet also, die Prädiktionswerte werden kontinuierlich anhand der aktuellen Verbrauchswerte aktualisiert, so dass eine bessere Vorhersage für die zukünftig zu befahrenen Streckenabschnitte gegeben ist.

Dabei sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass es allgemein vorteilhaft ist, insbesondere, um Schwankungen der Verbrauchseigenschaften herauszumitteln, die Verbrauchswerte immer über eine (kurze) Strecke gemittelt zu betrachten, beispielsweise also einen Mittelwert über jeweils 100 m zu bilden.

Als besonders geeignete Filter, insbesondere im Hinblick auf den Nebenverbraucherprädiktionswert, haben sich dabei PT-Filter erwiesen, insbesonde-

re PT2-Filter. Selbstverständlich sind auch andere Arten der Filterung denkbar, beispielsweise eine gleitende Mittelwertfilterung oder dergleichen.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass zur Ermittlung des Nebenverbraucherprädiktionswertes zwei Filter verwendet werden, wobei ein erstes Filter eine hohe Dämpfung aufweist und ein zweites Filter eine niedrige Dämpfung aufweist und eine insbesondere gewichtete Kombination der Filterergebnisse erfolgt. Es ist also denkbar, unterschiedliche Filter zu verwenden, um die Ergebnisse dann zu kombinieren. In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann die Wichtung der Filterergebnisse in Abhängigkeit von der Restenergie erfolgen. Das bedeutet also, es ist möglich, verschiedene Filtercharakteristiken heranzuziehen, die dann in Abhängigkeit von einem Betriebsparameter, konkret beispielsweise der Restenergie, gewichtet werden können.

Selbstverständlich kann auch allgemein bei der Verwendung eines Filters vorgesehen sein, dass wenigstens ein Filterparameter in Abhängigkeit eines auf den Antrieb bezogenen Betriebsparameters des Kraftfahrzeugs, insbesondere von der Restenergie, gewählt wird.

Diesen beiden zuletzt geäußerten, im Hinblick auf den Nebenverbraucherprädiktionswert besonders vorteilhaften Erwägungen – Wichtung der Ergebnisse verschiedener Filter in Abhängigkeit von der Restenergie bzw. Anpassung von Filterparametern in Abhängigkeit eines Betriebsparameters, insbesondere der Restenergie – liegt der Gedanke zugrunde, dass insbesondere die Restenergie ein relevantes Kriterium darstellt, wenn es um den betrachteten Zeitraum bei der Nutzung von Nebenverbrauchern geht. Denn ist die Restenergie bereits niedrig, das bedeutet, ist also auch eine korrespondierende Restreichweite als eher niedrig zu erwarten, haben aktuelle Verbrauchsentwicklungen bei der Nutzung von Nebenverbrauchern einen größeren, relevanteren Einfluss. Wird beispielsweise bei sehr niedriger Restenergie eine Klimaanlage aktiviert, sollte der auf diesen Nebenverbraucher bezogene Prädiktionswert schneller erhöht werden als wenn noch eine relativ hohe Restenergie zur Verfügung steht, nachdem so schnell auf die geänderte, aber hoch relevante Situation

reagiert werden kann, da im Beispiel der Klimaanlage diese einen durchaus relevanten Verbraucher darstellt.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass wenigstens zwei Nebenverbraucherprädiktionswerte für wenigstens eine wenigstens einen Nebenverbraucher umfassende Nebenverbrauchergruppe bestimmt werden. Das bedeutet, auch bezüglich der unterschiedlichen Nebenverbraucher selber ist eine differenziertere Betrachtung möglich, so dass insbesondere auch für solche verschiedenen Nebenverbrauchergruppen gilt, dass die Nebenverbraucherprädiktionswerte verschiedener Nebenverbrauchergruppen auf unterschiedlichen Berechnungswegen und/oder unterschiedlich parametrisierten Berechnungswegen ermittelt werden können. Beispielsweise können anders parametrisierte Filter für die Ermittlung der Nebenverbraucherprädiktionswerte unterschiedlicher Nebenverbrauchergruppen eingesetzt werden und dergleichen.

So kann beispielsweise vorgesehen sein, dass eine Nebenverbrauchergruppe alle betrachteten, an einem Bordnetz niedriger Spannung angeschlossenen Nebenverbraucher umfasst und eine weitere Nebenverbrauchergruppe wenigstens einen an einem Bordnetz höherer Spannung angeschlossenen Nebenverbraucher umfasst, insbesondere wenigstens einen auf das Temperaturmanagement innerhalb des Kraftfahrzeugs bezogenen Nebenverbraucher. Üblicherweise weisen Kraftfahrzeuge mit einem Elektromotor ein Hochspannungsnetz und ein Niederspannungsnetz auf, die über einen DC-DC-Umrichter verbunden sein können. Das Hochspannungsnetz wird von der Hochspannungsbatterie gespeist, welche auch als Energiespeicher für den Elektromotor herangezogen wird. Das Niederspannungsnetz kann eine Niederspannungsbatterie, beispielsweise mit einer Betriebsspannung von 12 V, aufweisen, wobei selbstverständlich die Hochspannung höher als die Niederspannung ist. Denkbar ist es dann also, die Niederspannung-Nebenverbraucher und die Hochspannung-Nebenverbraucher separat zu berücksichtigen, so dass eine weitere genauere Differenzierung erfolgen kann und mithin eine präzisere Berechnung der Restreichweite erfolgt. Als Hochspannungs-Nebenverbraucher von merklichem Einfluss, die getrennt be-

trachtet werden können, sind dabei insbesondere Komponenten einer Klimaanlage zu nennen. Allgemein können auf die Temperaturen im Kraftfahrzeug bezogene Vorrichtungen als Thermomanagement-System zusammengefasst werden.

Es kann ferner vorgesehen sein, dass obere Schranken für die Prädiktionswerte verwendet werden. Derartiges kann sinnvoll sein, um eine Entartung bei verschiedenen Betriebszuständen zu vermeiden.

In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass bestimmten Klassen von Streckenabschnitten und/oder Umgebungsbedingungen zugeordnete Antriebsprädiktionswerte und/oder Nebenverbraucherprädiktionswerte ermittelt werden. Dabei kann bezüglich der Antriebsprädiktionswerte beispielsweise das durch die eingangs bereits genannte DE 199 29 426 A1 beschriebene Verfahren genutzt werden, wobei eine Klassifizierung von Streckenabschnitten vorgenommen wird und jeder Klasse ein eigener Prädiktionswert (dort: Verbrauchsmittelwert) zugeordnet wird. Entsprechende Daten, um zu bestimmen, auf welcher Klasse von Streckenabschnitten man sich gerade befindet, können von einem Navigationssystem geliefert werden, beispielsweise eine Straßenklasse, eine Geschwindigkeitsbegrenzung, eine Steigung, ein Kurvenradius, Verkehrsinformationen und dergleichen. Es können dabei auch Klassen für die Nebenverbraucherprädiktionswerte berücksichtigt werden, welche beispielsweise auch im Zusammenhang mit Umgebungsbedingungen stehen können, beispielsweise Wetterbedingungen oder dergleichen.

In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung kann vorgesehen sein, dass zur Durchführung des Verfahrens ein Steuergerät einer Kombinationsanzeigevorrichtung verwendet wird und/oder die Streckendaten von einem Steuergerät einer Navigationseinrichtung zur Verfügung gestellt werden. Eine Navigationseinrichtung kann ferner auch Informationen zum aktuellen Aufenthaltsort des Kraftfahrzeugs liefern, welcher beispielsweise über Daten eines GPS-Sensors und ein nachfolgendes „Map-Matching“ ermittelt werden kann. Streckendaten, gegebenenfalls Daten zur Klassifizierung und die aktuelle Po-

sition des Kraftfahrzeugs werden dann dem Steuergerät zur Verfügung gestellt, welches die Restreichweite ermitteln soll. Dabei kann es sich bevorzugt um ein Steuergerät einer Kombinationsanzeigevorrichtung handeln, an der die Restreichweite dann auch dargestellt werden soll. Steuergeräte von Nebenverbrauchern und des Antriebs können die aktuellen Verbrauchswerte liefern, welche beispielsweise durch Auswertung von Messwerten geeigneter Sensoren bestimmt werden können. Die verbleibende Restenergie kann von einem entsprechenden Batteriesteuergerät zur Verfügung gestellt werden, insbesondere von einem Batteriemanagementsystem.

Sind die Prädiktionswerte, beispielsweise als Verbrauch in Kilowattstunden/100 km, erst bekannt, kann in Kenntnis der zukünftig zu befahrenen Strecke anhand der Streckendaten durch eine Summenbildung der Gesamtverbrauch für verschiedene Streckenabschnitte und somit auch die Restreichweite bestimmt werden, wobei gegebenenfalls Klassifizierungen zu beachten sind.

Neben dem Verfahren betrifft die Erfindung auch ein Kraftfahrzeug, aufweisend einen Energiespeicher für einen auf wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs wirkenden Antrieb mit einem Elektromotor, und ein zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildetes Steuergerät. Bei dem Steuergerät kann es sich dabei besonders vorteilhaft um das Steuergerät einer Kombinationsanzeigevorrichtung handeln. Ein Navigationssystem sowie Steuergeräte von Nebenverbrauchern und Antrieb sowie des Energiespeichers können weitere benötigte Informationen liefern, um die Restreichweite zu bestimmen. Sämtliche Ausführungen bezüglich des erfindungsgemäßen Verfahrens gelten analog für das erfindungsgemäße Kraftfahrzeug, mit welchem folglich auch eine differenziertere und folglich präzisere Restreichweitenberechnung möglich ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus den im Folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

- Fig. 1 eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs,
- Fig. 2 eine Skizze zum Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens,
und
- Fig. 3 verschiedene Filtercharakteristika in Form einer Antwort auf ein
Eingangssignal.

Fig. 1 zeigt eine Prinzipskizze eines erfindungsgemäßen Kraftfahrzeugs 1. Dabei handelt es sich um ein Elektrofahrzeug, dessen Antrieb einen Elektromotor 2 umfasst, dem ein Antriebssteuergerät 3 zugeordnet ist. Über ein aus Übersichtlichkeitsgründen in Fig. 1 nicht näher gezeigtes Hochspannungsnetz wird der Elektromotor 2 von einer Hochspannungsbatterie 4, die einen elektrischen Energiespeicher 5 darstellt, mit Energie versorgt und treibt wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs 1 an. Auch der Hochspannungsbatterie 4 ist ein Batteriesteuergerät 6 zugeordnet.

Über das Hochspannungsnetz werden auch Komponenten einer Klimaanlage 7 betrieben, der ebenfalls ein Steuergerät 8 zugeordnet ist.

Neben dem Hochspannungsnetz existiert in dem Kraftfahrzeug auch ein Niederspannungsnetz, welches ebenso aus Übersichtlichkeitsgründen nicht näher gezeigt ist. Das Niederspannungsnetz wird von einer Niederspannungsbatterie 9 gespeist, die auch von dem Batteriesteuergerät 6 überwacht wird, welches somit Teil eines Batteriemanagementsystems bildet.

An das Niederspannungsnetz sind weitere Nebenverbraucher, also weitere Verbraucher elektrischer Energie neben dem Elektromotor 2 des Antriebs, angeschlossen, wobei rein beispielshalber ein Infotainmentsystem 10 mit zugeordnetem Steuergerät 11 und eine Kombinationsanzeigevorrichtung 12 mit einem zugeordneten Steuergerät 13 gezeigt sind. Ferner ist das Kraftfahrzeug 1 auch mit einem Navigationssystem 14 versehen, welchem ein GPS-Sensor 15 zugeordnet ist. Selbstverständlich sind auch weitere Nebenverbraucher denkbar; es sei jedoch angemerkt, dass auch die Steuergeräte 3, 6, 8, 11, 13

selbst Nebenverbraucher darstellen, die über das Niederspannungsnetz betrieben werden.

Die verschiedenen Steuergeräte und Systeme des Kraftfahrzeugs 1 kommunizieren über ein Bussystem 16, hier einen CAN-Bus, wie allgemein bekannt ist.

Vorliegend ist nun das Steuergerät 13 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet. Hierzu empfängt das Steuergerät 13 verschiedene Daten über das Bussystem 16, konkret Streckendaten über eine zukünftig zu befahrene Strecke und die aktuelle Position des Kraftfahrzeugs 1 von dem Navigationssystem 14, eine Information über die in der Hochspannungsbatterie 4 noch vorhandene Restenergie von dem Batteriesteuergerät 6 sowie Verbrauchswerte des Antriebs und der Nebenverbraucher, beispielsweise von den Steuergeräten 3, 8 und 11.

Die Verbrauchswerte werden dabei über in Fig. 1 nicht näher dargestellte Sensoren bestimmt, beispielsweise, indem Strom und Spannung am Eingang des Nebenverbrauchers bzw. Elektromotors 2 gemessen werden, so dass die Leistungsaufnahme bestimmt werden kann. Es sei an dieser Stelle noch angemerkt, dass die Verbrauchswerte im vorliegenden Ausführungsbeispiel immer über eine Strecke von 100 m gemittelt betrachtet werden, das bedeutet, ein durch das erfindungsgemäße Verfahren verarbeiteter Verbrauchswert bezieht sich auf den Durchschnitt einer 100 m-Strecke.

Die Verbrauchswerte werden erfindungsgemäß genutzt, um Prädiktionswerte für den Verbrauch des Antriebs und der Nebenverbraucher auf einer bestimmten Streckenlänge, vorliegend 100 km, ständig aktuell nachzuführen. Dies sei durch die Darstellung in Fig. 2 näher erläutert.

Dabei sind als Eingangswerte bei 17 die Verbrauchswerte des Antriebs, bei 18 die Verbrauchswerte von Hochspannungsnebenverbrauchern, hier an das Hochspannungsnetz angeschlossener Komponenten der Klimaanlage 7, und bei 19 Verbrauchswerte der übrigen Nebenverbraucher, die an das Niederspannungsnetz angeschlossen sind, gezeigt. Ersichtlich sind die Neben-

verbraucher in zwei Nebenverbrauchergruppen eingeteilt, nämlich Hochspannungsnebenverbraucher und Niedrigspannungsnebenverbraucher.

Aus den Verbrauchswerten 17 des Antriebs werden Antriebsprädiktionswerte 20a, 20b und 20c hergeleitet. Dies ist im Stand der Technik bereits bekannt; beispielsweise kann wie in DE 199 29 426 A1 bezüglich der Verbrauchswerte beschrieben vorgegangen werden. Die Antriebsprädiktionswerte 20a, 20b und 20c sind verschiedenen Klassen von Streckenabschnitten zugeordnet, beispielsweise „Autobahn“, „Landstraße“ und „Stadtverkehr“. Die Daten des Navigationssystems 14 erlauben es, zu ermitteln, welcher Klasse die aktuell aufgenommenen Verbrauchswerte 17 zuzuordnen sind. Es sei an dieser Stelle angemerkt, dass grundsätzlich auch bei der Ermittlung von Nebenverbraucherprädiktionswerten 21, 22, welche separat bestimmt werden, eine derartige Klassifizierung denkbar ist; der Einfachheit halber wird hier jedoch ein Beispiel dargestellt, in dem keine Klassifizierung diesbezüglich vorgenommen wird.

Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist, dass ein anderer Berechnungsweg und/oder ein anders parametrierter Berechnungsweg für die Bestimmung der Nebenverbraucherprädiktionswerte 21, 22 verwendet wird, als für die Bestimmung der Antriebsprädiktionswerte 20a, 20b und 20c. Es können andere Filter bzw. Filtercharakteristika verwendet werden.

Beispielhaft sei zunächst die Ermittlung des Nebenverbraucherprädiktionswertes 21 für die Nebenverbrauchergruppe der Hochspannungsverbraucher, ausgehend von den Verbrauchswerten 18, näher erläutert. Der Kasten 23 stellt die bereits beschriebene Mittelung über eine bestimmte, kurze Strecke dar, beispielsweise 100 m. Der gemittelte Verbrauchswert 18 wird sodann parallel zwei PT2-Filtern 24, 25 zugeführt. Dabei besitzen die PT2-Filter 24, 25 unterschiedliche Dämpfungskonstanten, wie durch Fig. 3 näher erläutert werden soll.

Dort ist zunächst in einem ersten Graphen 26 ein Verlauf des Verbrauchswertes gegen die zurückgelegte Strecke s gezeigt, mithin ein zeitlicher Verlauf 27.

Ersichtlich ist an einer Stelle 28 ein Sprung im Verbrauch zu verzeichnen, beispielsweise, nachdem ein Fahrer des Kraftfahrzeugs 1 an dieser Stelle 28 die Klimaanlage 7 aktiviert hat.

Der Graph 29 zeigt nun den durch den Filter 24 mit einer hohen Dämpfungskonstante gefilterten Verlauf 30. Ersichtlich zeigt sich die Auswirkung des Sprunges an der Stelle 28 nur äußerst langsam. Im Gegensatz dazu ist im Graphen 31 der durch den Filter 25 mit einer niedrigen Dämpfungskonstante gefilterte Verlauf 32 gezeigt, der dem Originalverlauf 27 deutlich schneller folgt.

Die Ergebnisse der Filterung, welche durch ihre Parametrierung im Übrigen auch definieren, über welche Strecken die historischen Verbrauchswerte 18 eine Auswirkung haben, werden in einem Kombiniierer 33 gewichtet addiert. Die Gewichtung erfolgt dabei in Abhängigkeit der Restenergie 34 derart, dass bei niedrigen Restenergien das Ergebnis des Filters 25 relevanter wird, bei hohen Restenergien jedoch das Ergebnis des Filters 24. Dies begründet sich darin, dass bei niedrigen Restenergien 34, mithin bei niedrigen Restreichweiten, auch kurzfristige Verbrauchsänderungen sehr relevant sein können, so dass dann schneller auf sie reagiert werden kann.

Als Ergebnis erhält man dann den ersten Nebenverbraucherprädiktionswert 21, der beispielsweise angeben kann, wie hoch der Energieverbrauch auf 100 km basierend auf dem Verlauf der Verbrauchswerte 18 ist.

Auch für die Gruppe der Niedrigspannungsverbraucher, Verbrauchswerte 19, werden PT2-Filter 35 und 36 eingesetzt, deren Ergebnisse in einem Kombiniierer 37 entsprechend kombiniert werden. Allerdings sind die Filter 35 und 36 anders parametrierter als die Filter 24 und 25 und auch die Wichtung in Abhängigkeit der Restenergie 34 erfolgt auf andere Weise, das bedeutet, es wird ein anders parametrierter Berechnungsweg verwendet. Es sei jedoch an dieser Stelle auch angemerkt, dass auch unterschiedliche Berechnungswege, beispielsweise die Verwendung unterschiedlicher Filter, gegeben sein können. Weiterhin muss es sich bei den Filtern 24, 25, 35 und 36 nicht um PT2-Filter

handeln, sondern es können auch andere Filter verwendet werden, beispielsweise gleitende Mittelwert-Filter. Ein Berechnungsweg, wie er für die Verbraucherprädiktionswerte 21 und 22 gezeigt wurde, kann im Übrigen selbstverständlich auch analog, jedoch anders parametrisiert, für die Berechnung der Antriebsprädiktionswerte 20a, 20b und 20c verwendet werden.

Sind nun die aktuellen Prädiktionswerte 20a, 20b, 20c, 21 und 22 bekannt, kann durch Addition der entsprechenden Werte für einen Streckenabschnitt, Kombiniierer 38, ein Verbrauch für den Streckenabschnitt ermittelt werden, wobei gegebenenfalls dessen Klasse bei der Auswahl des Prädiktionswertes 20a, 20b oder 20c berücksichtigt werden muss. Immer dann, wenn der Verbrauch aufgrund der Prädiktionswerte 20a, 20b, 20c, 21 und 22 für einen Streckenabschnitt vorhergesagt wurde, wird dieser Verbrauch von der Restenergie 34 abgezogen. Ist diese bei einem Streckenabschnitt auf Null gefallen oder gar unter Null, so ist die Restreichweite 39 für die entsprechende Strecke bestimmt. Sie kann dann beispielsweise an der Kombinationsanzeigevorrichtung 12 dargestellt werden.

Es sei schließlich noch angemerkt, dass es vorgesehen sein kann, obere Schranken für die Prädiktionswerte 20a, 20b, 20c, 21 und 22 zu verwenden, um Fehlberechnungen, insbesondere bei wenigen vorliegenden Daten, zu vermeiden. Ferner sei darauf hingewiesen, dass statt der Wichtung in den Kombiniierern 33 und 37 alternativ oder zusätzlich auch eine Veränderung der Filterparameter der Filter 25, 24, 35 und 36 in Abhängigkeit der Restenergie 34 erfolgen kann.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Ermittlung der Restreichweite (39) eines Kraftfahrzeugs (1), welches einen Energiespeicher (5) für einen auf wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs (1) wirkenden Antrieb mit einem Elektromotor (2) aufweist, in Abhängigkeit einer Restenergie (34) in dem Energiespeicher (5),
dadurch gekennzeichnet, dass
 - den aktuellen Verbrauch des Antriebs und von wenigstens einem Nebenverbraucher beschreibende Verbrauchswerte (17, 18, 19) unter Verwendung wenigstens eines Sensors ermittelt werden,
 - aus den Verbrauchswerten (17) des Antriebs wenigstens ein dem Antrieb zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Antriebsprädiktionswert (20a, 20b, 20c) ermittelt wird und
 - aus den Verbrauchswerten (18, 19) der Nebenverbraucher separat wenigstens ein den Nebenverbrauchern zugeordneter, den Verbrauch über eine vorbestimmte Strecke beschreibender Nebenverbraucherprädiktionswert (21, 22) ermittelt wird, und
 - für wenigstens eine durch das Kraftfahrzeug (1) zurückzulegende, durch Streckendaten beschriebene Strecke die Restreichweite (32) unter Berücksichtigung des Antriebsprädiktionswerts (20a, 20b, 20c) und des Nebenverbraucherprädiktionswerts (21, 22) bestimmt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsprädiktionswert (20a, 20b, 20c) und der Nebenverbraucherprädiktionswert (21, 22) auf unterschiedlichem Berechnungsweg und/oder einem unterschiedlich parametrisierten Berechnungsweg ermittelt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsprädiktionswert (20a, 20b, 20c) und/oder der Nebenverbraucherprädiktionswert (21, 22) durch eine Filterung des Verlaufes (27) der

Verbrauchswerte (17, 18, 19) unter Verwendung wenigstens eines Filters ermittelt werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass als Filter wenigstens ein PT-Filter verwendet wird, insbesondere ein PT2-Filter (24, 25, 35, 36).
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ermittlung des Nebenverbraucherprädiktionswertes (21, 22) zwei Filter verwendet werden, wobei ein erstes Filter eine hohe Dämpfung aufweist und ein zweites Filter eine niedrige Dämpfung aufweist und eine insbesondere gewichtete Kombination der Filterergebnisse erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wichtung der Filterergebnisse in Abhängigkeit von der Restenergie (34) erfolgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Filterparameter in Abhängigkeit eines auf den Antrieb bezogenen Betriebsparameters des Kraftfahrzeugs (1), insbesondere von der Restenergie (34), gewählt wird.
8. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens zwei Nebenverbraucherprädiktionswerte (21, 22) für jeweils eine wenigstens einen Nebenverbraucher umfassende Nebenverbrauchergruppe bestimmt werden.
9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Nebenverbrauchergruppe alle betrachteten, an einem Bordnetz niedriger Spannung angeschlossenen Nebenverbraucher umfasst und eine weitere Nebenverbrauchergruppe wenigstens einen an einem Bordnetz höherer Spannung angeschlossenen Nebenverbraucher umfasst, insbesondere wenigstens einen auf das Temperaturmanagement innerhalb des Kraftfahrzeugs (1) bezogenen Nebenverbraucher.

10. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass obere Schranken für die Prädiktionswerte (20a, 20b, 20c, 21, 22) verwendet werden.
11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bestimmten Klassen von Streckenabschnitten und/oder Umgebungsbedingungen zugeordnete Antriebsprädiktionswerte (20a, 20b, 20c) und/oder Nebenverbraucherprädiktionswerte (21, 22) ermittelt werden.
12. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Durchführung des Verfahrens ein Steuergerät (13) einer Kombinationsanzeigevorrichtung (12) verwendet wird und/oder die Streckendaten von einem Steuergerät eines Navigationssystems (14) zur Verfügung gestellt werden.
13. Kraftfahrzeug (1), aufweisend einen Energiespeicher (5) für einen auf wenigstens ein Rad des Kraftfahrzeugs (1) wirkenden Antrieb mit einem Elektromotor (2), und ein zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche ausgebildetes Steuergerät (13).

FIG. 1

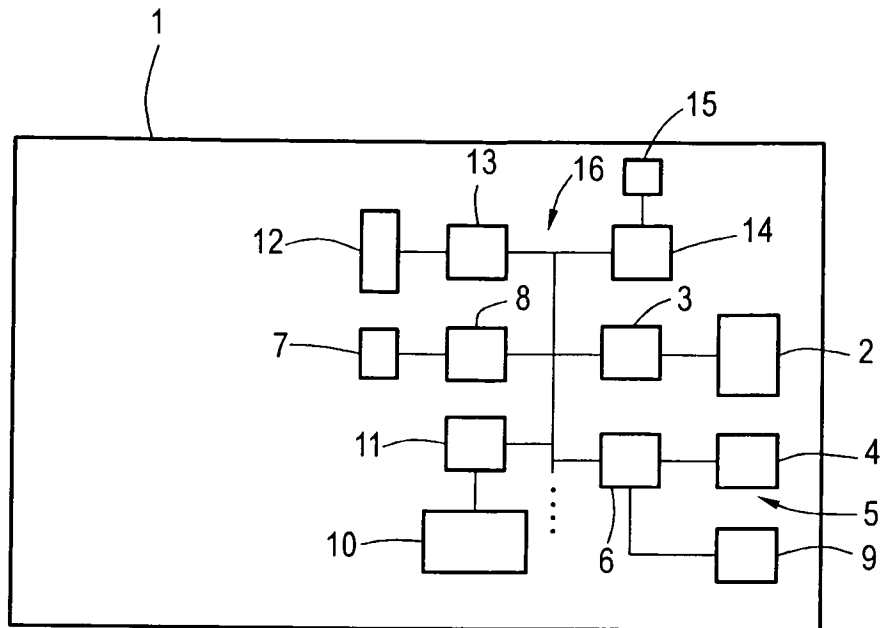


FIG. 2

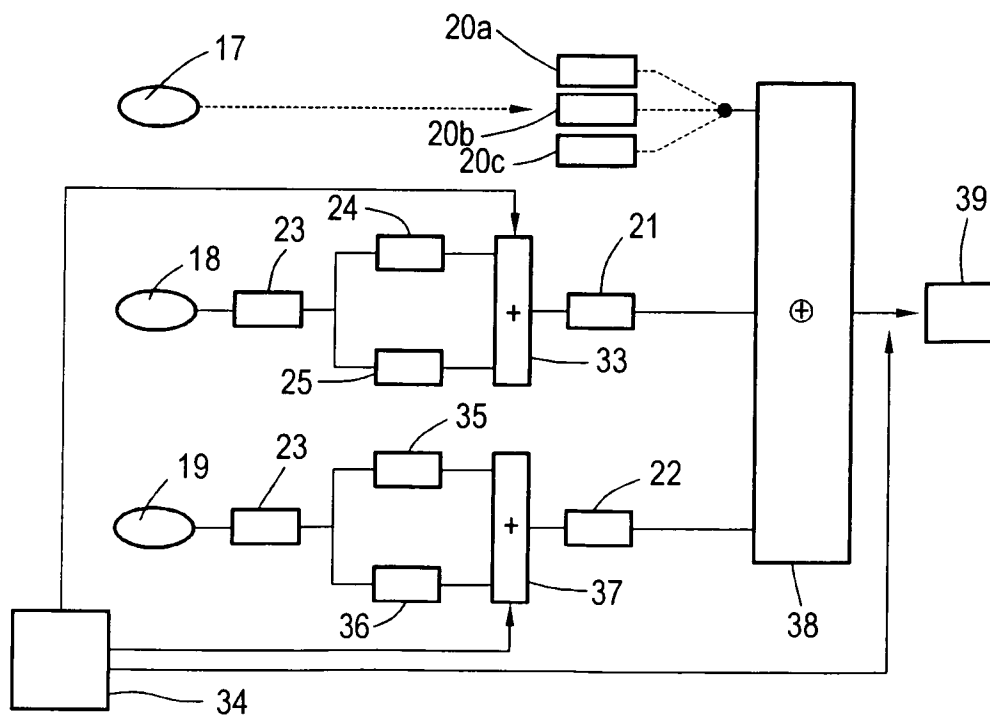


FIG. 3

