

(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. Mai 2012 (24.05.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/066064 A2**

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
- (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2011/070321
- (22) **Internationales Anmeldedatum:**  
 17. November 2011 (17.11.2011)
- (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
- (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
- (30) **Angaben zur Priorität:**  
 10 2010 044 060.4  
 17. November 2010 (17.11.2010) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US):** CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** SCHRAMME, Martin [DE/DE]; St.-Johannes-Straße 1, 86343 Königsbrunn (DE). GERING, Horst [DE/DE]; Silbernagelgasse 9, 93047 Regensburg (DE). WEIGERT, Wolfgang [DE/DE]; Pröllerstr. 22, 93105 Tegernheim (DE). MÜNCH, Matthias [DE/DE]; Albert Kaindl Ring 25, 93096 Köfering (DE). KLEMENT, Thomas [DE/DE]; Altmühlstraße 8, 93059 Regensburg (DE). GRAF, Hans-

Michael [DE/DE]; Dr.-Leo-Ritter-Str. 21, 93049 Regensburg (DE). TENDLER, Reinhard [DE/DE]; Heinrichstr. 111, 93080 Großberg (Pentling) (DE). FRIEDRICHSOHN, Oliver [DE/DE]; Sedanstr. 6a, 93055 Regensburg (DE).

(74) **Gemeinsamer Vertreter:** CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH; Postfach 22 16 39, 80506 München (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, DE, 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.

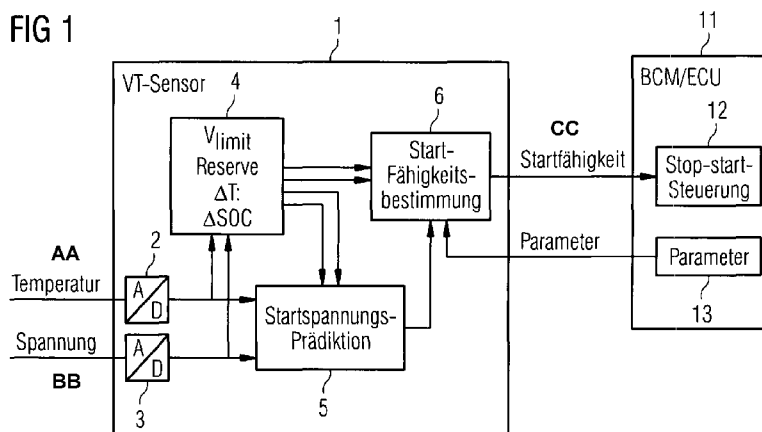
(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE STARTING CAPABILITY OF AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) **Bezeichnung :** VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DER STARTFÄHIGKEIT EINES VERBRENNUNGSMOTORS

FIG 1



- AA Temperature  
 BB Voltage  
 CC Starting capability  
 6 Determination of starting capability  
 5 Starting voltage prediction  
 12 Stop-start control

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for determining the starting capability of an internal combustion engine of a motor vehicle, which can be started by an electric motor powered by a battery, comprising the following method steps: detecting first battery parameter values during a successful starting sequence of the internal combustion engine at a first time, detecting second battery parameter values at a second time following the first time, determining at the second time the expected battery voltage for a starting sequence of the internal combustion engine taking place at a third time on the basis of the detected first and second battery parameter values, comparing the battery voltage expected at the third time with a predetermined threshold value in order to derive therefrom the starting capability of the internal combustion engine.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/066064 A2

MD, 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).

**Veröffentlicht:**

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

---

Offenbart ist ein Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der durch einen von einer Batterie versorgten Elektromotor gestartet werden kann, mit den Verfahrensschritten: Erfassung von ersten Batterie-Parameterwerten bei einem erfolgreichen Startvorgang des Verbrennungsmotors zu einem ersten Zeitpunkt, Erfassung von zweiten Batterie-Parameterwerten zu einem dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden zweiten Zeitpunkt, Bestimmung zum zweiten Zeitpunkt der zur erwartenden Batterie-Spannung für einen zu einem dritten Zeitpunkt folgenden Startvorgang des Verbrennungsmotors basierend auf den erfassten ersten und zweiten Batterie-Parameterwerten, Vergleich der zum dritten Zeitpunkt zu erwartende Batterie-Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert, um daraus die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors abzuleiten.

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors.

10 Fahrzeuge mit klassischem Verbrennungsmotor benötigen zur Stabilisierung der Bordnetzspannung und zum Starten des Verbrennungsmotors eine Batterie. Dies ist im Großteil aller Fahrzeuge eine Blei-Säure-Batterie, welche verschiedenste Ausprägungen umfassen kann.

15

Während der Fahrt wird diese Batterie mittels eines von einem Verbrennungsmotor angetriebenen Generators (auf)geladen, während des Stillstandes des Verbrennungsmotors wird die Batterie bei angeschlossenem Verbraucher entladen. Wird die  
20 Batterie während des Stillstandes zu stark entladen, so kann dies dazu führen, dass ein Start des Verbrennungsmotors nicht mehr möglich ist.

Im Rahmen der Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes soll nun der  
25 Verbrennungsmotor bei stehendem Fahrzeug (z.B. an der Ampel) komplett abgeschaltet werden und die Batterie, insbesondere im Schubbetrieb des Verbrennungsmotors, durch den Generator geladen werden. Diese Strategie führt tendenziell zu einer Verschärfung des Risikos für eine negative Ladebilanz der Batterie, welche im  
30 Extremfall zum Liegenbleiben, also nicht Starten, des Fahrzeuges führen kann.

Im Vergleich zur Diagnose stationärer Batterien (z.B. Stützung der Stromversorgung bei Stromausfall, Pufferung von Stromspitzen

bei der Stromerzeugung) gibt es bei mobilen Anwendungen (PKW, LKW, Busse, aber auch in Gabelstaplern ...) normalerweise keine Fangpunkte, also keine absolut bestimmbaren Batteriekennwerte für die Diagnose (z.B. definitiv voll, definitiv leer, definitiv in kompletter Ruhe, etc. ...). Der Zustand der Batterie schwankt  
5 üblicherweise zwischen 70% und 95% Ladezustand, der Strom ist niemals exakt 0 A und ein Temperaturbereich von - 40 °C bis 90 °C ist möglich, wobei die Temperatur im Betrieb üblicherweise nicht konstant ist.

10

Zur Diagnose einer Batterie kann diese beispielsweise mittels eines elektrischen Modells beschrieben werden, welches als Eingangsgrößen Batteriestrom, -spannung und -temperatur benötigt. Es gibt auch Lösungen, bei denen nicht der Strom oder  
15 die Spannung direkt sondern der Batteriewiderstand bei verschiedenen Frequenzen zur Batteriediagnose benutzt wird. Die Spannung wird dabei normalerweise über einen Analog-Digital-(A/D) Wandler gemessen, welcher einem Spannungsteiler nachgeschaltet ist. Die analogen Größen von Strom und Temperatur  
20 werden zunächst jeweils in einen Spannungswert überführt, der dann ebenfalls von einem A/D-Wandler jeweils in einen numerischen Wert umgewandelt wird. Die Erfassung des Stromes erfolgt dabei indirekt über den Spannungsabfall an einem Shunt-Widerstand oder über ein vom Strom induziertes Magnetfeld (z.B. Hall-Effekt). Für  
25 die Temperaturmessung bieten sich temperaturabhängige Widerstandsmaterialien wie Kaltleiter, auch als PTC- (positive temperature coefficient) Thermistors bekannt, oder Heißleiter, auch als NTC- (negative temperature coefficient) Thermistors bekannt, an.

30

Die Spannung wird idealerweise an den Polen der Batterie gemessen. Der komplette Batteriestrom, d.h. die Summe der Ströme aller Verbraucher, wird idealerweise direkt an einem der beiden Pole gemessen, und

die Temperatur wird idealerweise im Inneren der Batterie gemessen. Der Batteriestrom wird dabei teilweise aus der Differenz der Ströme von Generator und Bordnetz und/oder aus der Batteriespannung geschätzt.

5

Alternativ kann jedoch Strom, Spannung und/oder Temperatur auch an anderen Positionen gemessen werden. Der dadurch entstehende Fehler muss dann jedoch durch geeignete Algorithmen numerisch korrigiert/interpoliert werden. Dies erfolgt insbesondere für die Temperatur, welche normalerweise außerhalb der Batterie  
10 gemessen wird. Die A/D-Wandlung aller drei Messwerte erfolgt häufig (z.B. bei einem Intelligent Battery Sensor) in der räumlichen Nähe der Batterie. Die A/D-Wandlung kann jedoch auch in jedem beliebigen Steuergerät erfolgen, vorausgesetzt die  
15 Messsignale sind ausreichend stark, um bis zum Steuergerät störungsfrei übertragen werden zu können; ggf. kann z.B. eine Verstärkung des Signals in einem Hall-Sensor erfolgen.

Als Kostentreiber hat sich die Messung des Stromes  
20 herausgestellt. Daher gab es in der Vergangenheit bereits Ansätze, die Batterie ohne Messung des Batteriestromes zu diagnostizieren. Ziel war es jedoch meist, den Ladezustand oder eine negative Ladebilanz, bei der in Summe die Batterie stärker entladen als geladen wird, abzuschätzen.

25

Für die Bestimmung des Ladezustands einer Batterie sind aber auch Verfahren denkbar, welche die Messung der Säuredichte (optisch, akustisch, induktiv, ...) zugrunde legen. Die Säuredichte korreliert direkt mit dem Ladezustand der Batterie. Diese  
30 Verfahren konnten sich bisher jedoch noch nicht durchsetzen. Eine Ausnahme ist das sogenannte „Magische Auge“. Das „Magische Auge“ ist als Sichtfenster im Gehäuse der Batterie ausgebildet und zeigt ein Maß für den Säuregehalt bzw. den Ladezustand der Batterie optisch durch Farbänderung an.

Die Startfähigkeit des Fahrzeugs an sich spielte in diesem Zusammenhang allerdings nur eine untergeordnete Rolle, da stets der Fahrer den Verbrennungsmotor abstellte und damit in letzter  
5 Konsequenz für seine eigene Mobilität verantwortlich war. Mit Einführung von Start-Stopp-Systemen hat sich der Fokus der Batteriediagnose verschoben. Der Wiederstart des Fahrzeugs an der auf „grün“ springenden Ampel ist Kern der derzeitigen Diskussion.

10

Daher liegt die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin, eine einfache und günstige technische Lösung bereitzustellen, welche die Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors ermöglicht.

15

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren nach Anspruch 1 und eine Vorrichtung nach Anspruch 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der durch einen von einer Batterie versorgten Elektromotor gestartet werden kann, umfasst folgende Verfahrensschritte:

25

- Erfassung von ersten Batterie-Parameterwerten bei einem erfolgreichen Startvorgang des Verbrennungsmotors zu einem ersten Zeitpunkt,

- Erfassung von zweiten Batterie-Parameterwerten zu einem dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden zweiten Zeitpunkt,

30

- Bestimmung zum zweiten Zeitpunkt der zur erwartenden Batterie-Spannung für einen zu einem dritten Zeitpunkt folgenden Startvorgang des Verbrennungsmotors basierend auf den erfassten ersten und zweiten Batterie-Parameterwerten,

- Vergleich der zum dritten Zeitpunkt zu erwartende Batterie-Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert, um daraus die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors abzuleiten.

5

Dadurch wird ein Liegenbleiben des Fahrzeugs aufgrund einer nicht mehr ausreichend vorhandenen Batterieleistung vermieden.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung liegt die Startfähigkeit vor, wenn die zum dritten Zeitpunkt zu erwartende Batterie-Spannung gleich oder größer dem vorgegebenen Schwellwert ist. Dies hat den Vorteil, dass der Schwellwert der Batterie-Spannung an die anderen elektrischen Geräte, wie das Motor-Steuergerät, angepasst werden kann. .

15

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein zum zweiten Zeitpunkt laufender Verbrennungsmotor nur dann gestoppt, wenn die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors zum dritten Zeitpunkt vorliegt. Dadurch wird vermieden, dass das Fahrzeug nach dem Abstellen des Motors nicht mehr gestartet werden kann.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird ein zum zweiten Zeitpunkt gestoppter Verbrennungsmotor wieder gestartet, wenn die vorhergesagte Startfähigkeit des Verbrennungsmotors zum dritten Zeitpunkt nicht mehr vorliegt. Das hat den Vorteil, dass der Motor gestartet wird bevor die notwendige Spannung für die Startfähigkeit unterschritten wird.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung umfassen die Parameter die Batterie-Spannung und/oder Batterie-Temperatur. Dies sind Parameter, für welche üblicherweise Sensoren zur Messung bereits vorhanden sind, so dass es keiner zusätzlichen Sensoren bedarf.

In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung wird als weiterer Parameter eine Spannung zwischen dem Minuspol der Batterie und einer stromdurchflossenen Stelle der Fahrzeugkarosserie gemessen. Diese zusätzliche Spannung dient der Plausibilisierung von Parametern, die der Voraussage der Startfähigkeit zugrunde liegen.

Ein zweiter Aspekt der Erfindung umfasst eine Vorrichtung zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der durch einen von einer Batterie versorgten Elektromotor gestartet werden kann, wobei die Vorrichtung folgende Merkmale umfasst:

- wenigstens ein Sensor:
  - o zur Erfassung von ersten Batterie-Parameterwerten bei einem erfolgreichen Startvorgang des Verbrennungsmotors zu einem ersten Zeitpunkt, und
  - o Erfassung von zweiten Batterie-Parameterwerten zu einem dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden zweiten Zeitpunkt,
- Auswerteeinheit:
  - o zur Bestimmung zum zweiten Zeitpunkt der zur erwartenden Batterie-Spannung für einen zu einem dritten Zeitpunkt folgenden Startvorgang des Verbrennungsmotors basierend auf den erfassten ersten und zweiten Batterie-Parameterwerten,
  - o Zum Vergleich der zum dritten Zeitpunkt zu erwartenden Batterie-Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert, um daraus die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors abzuleiten.

Das hat den Vorteil, dass durch die Bestimmbarkeit der Startfähigkeit des Verbrennungsmotors ein Liegenbleiben des

Fahrzeugs aufgrund einer nicht mehr ausreichend vorhandenen Batterieleistung, vermieden werden kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist die  
5 Auswerteeinheit dafür ausgelegt, den wenigstens einen Sensor zur Erfassung der ersten und zweiten Batterie-Parameterwerte zu dem ersten und zweiten Zeitpunkt anzusteuern. Dadurch werden die ersten- und zweiten Batterie-Parameterwerte aktuell erfasst, und  
10 ebenso wird die Startfähigkeit aus aktuellen Werten ermittelt, so dass eine Vorhersage der Startfähigkeit entsprechend genau ist.

Im Folgenden soll die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 3  
beispielhaft erläutert werden. Es zeigen schematisch:  
15

Figur 1 erfindungsgemäße Vorrichtung;

Figur 2 elektrisches Modell für Batterie und Anlasser; und

20 Figur 3 Diagramm Batteriespannung vs Zeit.

Figur 1 zeigt eine Sensor- und Auswerteeinheit 1 und eine Motorsteuerungseinheit 11. Die Sensor- und Auswerteeinheit 1 umfasst einen ersten A/D-Wandler 2, welcher als Eingang ein  
25 analoges Temperatursignal hat, und einen zweiten A/D-Wandler 3, welcher als Eingang eine analoge Spannung hat. Im dem ersten- und zweiten A/D-Wandler 2, 3 werden die analogen Eingangsgrößen in digitale Werte umwandelt.

30 Die Sensor- und Auswerteeinheit 1 umfasst weiterhin die Blöcke 4, 5 und 6.

In Block 4 „ $V_{limit}$  Reserve  $\Delta T$   $\Delta SOC$ “ wird mit entsprechenden Algorithmen aus den digitalisierten Temperatur- und

Spannungswerten die Änderung der Temperatur  $\Delta T$  und des Ladezustands  $\Delta SOC$  der Batterie seit dem letzten Start berechnet.

In Block 5 „Startspannungsprädiktion“ wird aus der Batteriespannung beim zuletzt erfolgten Motorstart des Kraftfahrzeugs und mithilfe der Werte  $\Delta T$ ,  $\Delta SOC$  die prädizierte Batteriespannung für den nächsten Motorstart berechnet.

In Block 6 „Startfähigkeitsbestimmung“ wird die prädizierte Startspannung mit der mindestens zum Motorstart erforderlichen Batteriespannung verglichen. Die mindestens erforderliche Batteriespannung kann als Parameter von der Motorsteuerungseinheit 11 BCM/ECU vorgegebenen sein, aus der Batterietemperatur berechnet werden oder auch ein fest vorgegebener Wert sein. Das Ergebnis des Vergleichs wird als Parameter „Startfähigkeit“ der Stop-Start-Steuerung 12 übergeben, die wiederum die Startfähigkeit in die Entscheidung einbezieht, ob der Motor abgestellt werden kann oder nicht, den Motor automatisch aktiviert oder den Fahrer auffordert den Motor zu starten.

Figur 1 zeigt ferner eine Motorsteuerungseinheit 11, welche mit der Sensor- und Auswerteeinheit 1 austauschen kann. Die Motorsteuerungseinheit 11 umfasst eine Stop-Start-Steuerung 12 und eine Speichereinheit in welcher Parameter 13 der Start-Stop-Steuerung 12 hinterlegt sind.

Der Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur kann vorteilhafterweise folgende Bestandteile umfassen:

- Gehäuse mit Stecker und/oder Kabelschwanz und/oder Metallflasche,
- ein oder zwei Analog-Digital-Wandler zur Übersetzung von Spannungen in numerische Werte,

- Auswerteeinheit (Mikrocontroller) zur Berechnung der Startfähigkeit sowie weiterer Größen,
  - Kommunikationsausgang (evtl. auch Eingang) zur Übermittlung der Startfähigkeit an übergeordnetes Steuergerät (z.B. LIN, CAN oder PWM),
  - Temperatursensor, welcher ein Spannungssignal generiert (z.B. NTC-Widerstand) innerhalb oder außerhalb des Gehäuses mit guter thermischen Anbindung zur Batterie,
  - je eine elektrische Verbindung vom Analog-Eingang des A/D-Wandlers zum Pluspol und zum Minuspol der Batterie, alternativ auch zu zwei Punkten bzw. Anschlüssen im Bordnetz, zwischen welchen annähernd die Batteriespannung anliegt.
- Der Sensor kann in der Motorsteuerung, in einem Body-Controller, in der Batterie oder auch als eigenständige elektronische Einheit angeordnet sein.

Zudem kann der Sensor in Form einer mit elektronischen Bauteilen bestückten Leiterplatte ausgebildet sein, die als Ganzes wiederum in ein Steuergerät des Fahrzeugs eingebaut wird oder auf eine Steuergeräte-Leiterplatte bestückt wird.

Konkret könnte das Gehäuse einen Stecker mit zwei Pins für einen local interconnect network (LIN), also einen seriellen Bus-Anschluss und einen Anschluss für den Pluspol der Batterie (B+) aufweisen. Über B+ wird sowohl die Messspannung zugeführt als auch die Stromversorgung des Sensors sichergestellt. Die LIN-Leitung ist beispielsweise mit einem Bodycontroller oder mit der Motorsteuerung verbunden und erhält von dieser auch Informationen. Eine aus dem Gehäuse herausgeführte Metalllasche verbindet den Sensor mechanisch mit dem Minuspol der Batterie und stellt darüber hinaus eine elektrische Verbindung, sowie die thermische Ankopplung zum Batterieinneren, sicher. Alternativ

kann die Spannung des Minuspols auch über den Stecker zugeführt werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann ferner weitere Komponenten  
5 umfassen, wie beispielsweise ein Bauteil zur Stromversorgung,  
das gleichzeitig eine hochgenaue Referenzspannung (z.B. 3V) zur  
Verfügung stellt. Weiterhin kann die Vorrichtung einen  
Mikrocontroller ( $\mu\text{C}$ ) (z.B. NEC, 24kByte ROM) umfassen, der  
bereits einen A/D-Wandler (10 bis 16 bit) beinhaltet. Auch ein  
10 Spannungsteiler, der die Batteriespannung auf 5 bis 50% der  
ursprünglichen Spannung reduziert kann vorgesehen sein. Ein  
zusätzlicher Spannungsteiler der Referenzspannung mit einem NTC  
(guter elektrischen Kontakt zur Lasche) würde eine zweite von der  
Temperatur abhängige Spannung liefern. Beide Spannungen würden  
15 vom A/D-Wandler in numerische Werte übersetzt und vom Prozessor  
weiterverarbeitet werden. Die vom Prozessor berechnete  
Startfähigkeit kann über einen LIN-Anschluss an das  
übergeordnete Steuergerät übergeben werden. Alle Bauteile können  
über eine Leiterplatte miteinander verbunden werden. Eine  
20 mangelnde Startfähigkeit würde dann in den übergeordneten  
Steuergeräten zu Reaktionen führen, welche die Mobilität  
sicherstellen würden.

Konkret kann das tatsächliche Startverhalten durch  
25 Minimalspannung und/oder Dauer des Startvorgangs und/oder  
Änderung der Spannung ( $dU/dt$ ) während des Startvorgangs und/oder  
Integration des Spannungseinbruchs über die Zeit beschrieben  
werden. Die Änderung der Startfähigkeit (hier beispielhaft  
minimale Startspannung) kann konkret aus einem elektrischen  
30 Modell der Batterie ( $V_{\text{Batterie}} = f(\text{SOC}, T_{\text{Batterie}}, V_{\text{Polarisation}}, R_{\text{Anlasser}}, Q_{\text{Batterie}}^{\text{max}})$ ), wie  
nachfolgend beschrieben, berechnet werden.

Figur 2 zeigt ein elektrisches Modell der Batterie 21 und des Anlassers 22, welche durch einen Schalter elektrisch verbunden werden können.

5 Hierbei ist  $R_{Anlasser}$  der elektrische Widerstand des Anlassers,  $M_{Anlasser}$  der elektrische Motor, der bei Drehzahl  $> 0$  eine Gegenspannung induziert,  $R_{Batterie}^1$  und  $R_{Batterie}^2$  zwei unterschiedliche elektrische Widerstände innerhalb der Batterie,  $C_{Batterie}^1$  und  $C_{Batterie}^2$  zwei unterschiedliche elektrische Kondensatoren innerhalb der  
 10 Batterie und  $V_{Batterie}^0$  ein Spannungsoffset innerhalb der Batterie. Die Summe der beiden Ladungsinhalte der Kondensatoren 1 und 2 ( $Q_{Batterie}^1$  und  $Q_{Batterie}^2$  dividiert durch die maximale Ladungsmenge  $Q_{Batterie}^{max}$  der Batterie wird üblicherweise als Ladungszustand, auch unter state-of-charge (SOC) bekannt,

15

$$SOC = \frac{Q_{Batterie}^1 + Q_{Batterie}^2}{Q_{Batterie}^{MAX}}$$

bezeichnet. Spannungsunterschiede der beiden Kondensatoren

20

$$V_{Batterie}^1 - V_{Batterie}^2 = \frac{Q_{Batterie}^1}{C_{Batterie}^1} - \frac{Q_{Batterie}^2}{C_{Batterie}^2}$$

können als Polarisationsspannung

$$V_{Polarisation} = V_{Batterie}^1 - V_{Batterie}^2$$

25

der Batterie bezeichnet werden. Sowohl die beiden Kapazitäten der Batterie als auch beide Widerstände hängen zusätzlich nichtlinear von der Batterietemperatur  $T_{Batterie}$  und den Batteriespannungen  $V_{Batterie}^1$  und  $V_{Batterie}^2$  ab.

Zum Zeitpunkt  $t_0$  werden die Größen  $R_{Anlasser}$ ,  $R_{Batterie}^1$ ,  $R_{Batterie}^2$ ,  $C_{Batterie}^1$ ,  $C_{Batterie}^2$ ,  $V_{Batterie}^0$ ,  $Q_{Batterie}^1$ ,  $Q_{Batterie}^2$ ,  $Q_{Batterie}^{max}$  und  $T_{Batterie}$  als bekannt angenommen.

- 5 Wird nun der Schalter zwischen Batterie und Anlasser geschlossen, dann stellt sich zum Zeitpunkt  $t_1$  im elektrischen Modell folgende prädizierte Batteriespannung  $V_{Batterie} = V_{prädiziert}$  ein:

$$V_{prädiziert}(t_1) = \frac{V_{Batterie}^1 + V_{Batterie}^0}{\left(1 - \frac{R_{Batterie}^1}{R_{Anlasser}}\right)}$$

- 10 Figur 3 zeigt ein Diagramm der Batteriespannung über die Zeit. Die Zeitpunkte  $t_0$  und  $t_1$  sind nahezu identisch. Die Dauer des Spannungsabfalls wird im Wesentlichen durch die Induktivität der Zuleitungen beeinflusst. Zwischen  $t_1$  und  $t_{1a}$  sinken die Spannungen  $V_{Batterie}^1$  und  $V_{Batterie}^2$  infolge der Entladung während
- 15 gleichzeitig die induzierte Gegenspannung des Anlasser-Motors zunimmt. Ab dem Zeitpunkt  $t_{1a}$  beginnt der Generator mit dem Laden der Batterie. Gleichzeitig wird im Zeitpunkt  $t_1$  (Spannungsminimum) die Spannung  $V_{Messung}(t_1)$  vom A/D-Wandler gemessen.

- 20 Zwischen dem Zeitpunkt  $t_1$  und einem späteren Zeitpunkt  $t_2$  liegt nun ein Spannungsprofil  $V_{Batterie}(t)$  an der Batterie an. Hierdurch ergeben sich die zwei folgenden Differentialgleichungen für die beiden Spannungen der Batterie:

25

$$\frac{dV_{Batterie}^1(t)}{dt} = \frac{V_{Batterie}(t) - V_{Batterie}^1(t) - V_{Batterie}^0}{R_{Batterie}^1(T_{Batterie}) \cdot C_{Batterie}^1(T_{Batterie})} - \frac{V_{Batterie}^1(t) - V_{Batterie}^2(t)}{R_{Batterie}^2(T_{Batterie}) \cdot C_{Batterie}^1(T_{Batterie})}$$

$$\frac{dV_{Batterie}^2(t)}{dt} = \frac{V_{Batterie}^1(t) - V_{Batterie}^2(t)}{R_{Batterie}^2(T_{Batterie}) \cdot C_{Batterie}^2(T_{Batterie})}$$

Diese Differentialgleichungen können unter Kenntnis der Temperatur-Abhängigkeiten gelöst werden. Somit können die Spannungen  $V_{Batterie}^1(t_2)$  und  $V_{Batterie}^2(t_2)$  zum Zeitpunkt  $t_2$  berechnet werden. Die prädizierte Spannung zum Zeitpunkt  $t_2$  beträgt:

$$V_{\text{prädiziert}}(t_2) = \frac{V_{Batterie}^1(t_2) + V_{Batterie}^0(t_2)}{\left(1 - \frac{R_{Batterie}^1(t_2)}{R_{Anlasser}(t_2)}\right)} + V_{\text{Messung}}(t_1) - V_{\text{prädiziert}}(t_1)$$

In einer weiteren, vereinfachten Berechnungsmethode für die prädizierte Spannung gemäß dieser Formel wird nur ihre Abhängigkeit von der zeitlichen Änderung bestimmter Batterieparameter wie SOC, T und  $V_{\text{polarisation}}$  berücksichtigt. Ist zum Zeitpunkt  $t_1$  die Abhängigkeit der modellierten Batteriespannung von SOC ( $\frac{\partial V_{Batterie}}{\partial SOC}$ ), von Temperatur ( $\frac{\partial V_{Batterie}}{\partial T_{Batterie}}$ ) und von

der Polarisationsspannung ( $\frac{\partial V_{Batterie}}{\partial V_{Polarisation}}$ ) bekannt, so kann die

prädizierte Spannung mithilfe der vorgenannten Ausdrücke

$$V_{Batterie} = V_{\text{prädiziert}} \quad \text{und} \quad V_{\text{prädiziert}}(t_1) = \frac{V_{Batterie}^1 + V_{Batterie}^0}{\left(1 - \frac{R_{Batterie}^1}{R_{Anlasser}}\right)}$$

werden:

$$V_{\text{prädiziert}}(t_2) = V_{\text{Messung}}(t_1) + \frac{\partial V_{Batterie}}{\partial SOC} (SOC(t_2) - SOC(t_1)) + \frac{\partial V_{Batterie}}{\partial T_{Batterie}} (T_{Batterie}(t_2) - T_{Batterie}(t_1)) + \frac{\partial V_{Batterie}}{\partial V_{Polarisation}} (V_{\text{polarisation}}(t_2) - V_{\text{polarisation}}(t_1))$$

$V_{\text{prädiziert}}(t_2)$  ist die zu erwartende Spannung, welche sich aus dem Modell ergibt.  $V_{\text{Messung}}$  ist die aktuelle gemessene Spannung.  $V_{\text{polarisation}}$  ist die sogenannte Polarisationsspannung, die im Folgenden kurz erklärt wird:

Die Batteriespannung, welche zur Nutzung bereit steht, setzt sich aus der Ruhespannung und der Polarisationsspannung zusammen. Die Ruhespannung liegt an der Batterie an wenn für wenigstens einige Stunden kein Verbraucher angeschlossen ist. Im Betrieb der Batterie ist üblicherweise ein Verbraucher angeschlossen, währenddessen sich innerhalb der Batterie Ungleichgewichte, beispielsweise hinsichtlich der räumlichen Ionenverteilung, einstellen können. Diese Ungleichgewichte erzeugen eine zusätzliche Spannung die auch als Polarisationsspannung bezeichnet wird.

Das Modell soll für Startvorgänge, welche etwa 5 bis 250 Sekunden nach dem Abschalten des Verbrennungsmotors stattfinden, und für minimale Startspannungen um etwa 6 bis 8V bei 12V-Systemen und 12 bis 16V bei 24V-Systemen, optimiert sein.

Die Größe und Typ der Batterie werden nach einem beobachteten Startverhalten als unverändert angenommen.

Die Änderung der Batterietemperatur wird über ein numerisches Modell berechnet, welches sowohl die Messtemperatur als auch einen geschätzten Batteriestrom berücksichtigt.

Die Änderung des Ladezustands (SOC) wird über ein weiteres numerisches Modell berechnet, welches die Batteriegröße und einen geschätzten Batteriestrom berücksichtigt. Beispielsweise kann die SOC-Änderung über das Integral des geschätzten relativen Batteriestromes bestimmt werden:

$$\Delta SOC = \int_{\text{Zeitpunkt des letzten Startvorgangs}}^{\text{aktuelle Zeit}} I_{BAT\_relativ}^{geschätzt} \cdot dt$$

Die Änderung der Polarisationsspannung wird ebenfalls über ein Modell berechnet, welches die Batteriespannung- und temperatur berücksichtigt.

Der Batteriestrom wird aus Ladezustand (SOC), Batteriespannung und -temperatur geschätzt. Beispielsweise kann der relative Batteriestrom aus der Spannungsmessung wie folgt geschätzt werden:

$$I_{BAT\_relativ}^{geschätzt} = I_{Ladung} + I_{Entladung}$$

$$I_{Entladung} = \begin{cases} \frac{V_{mess} - V_0^{Entladung}}{Q_{max} \cdot R_{eff}} & V_{mess} < V_0^{Entladung} \\ 0 & V_{mess} \geq V_0^{Entladung} \end{cases}$$

$$I_{Ladung} = \begin{cases} \frac{V_{mess} - V_0^{Ladung}}{Q_{max} \cdot R_{eff}} & V_{mess} \geq V_0^{Ladung} \\ 0 & V_{mess} < V_0^{Ladung} \end{cases}$$

mit

$$V_0^{Entladung} = 12.7V$$

$$V_0^{Ladung} = 13.5V - 12 \frac{mV}{K} (T - 25^\circ C)$$

Dabei ist  $Q_{max} \cdot R_{eff}$  ein systemspezifischer, experimentell bestimmbarer Parameter. Der relative Batteriestrom bezieht sich immer auf die maximale Batteriekapazität  $Q_{max}$ .  $I_{Entladung}$  und  $I_{Ladung}$  sind die jeweiligen Ströme bei Ladung und Entladung zur gemessenen Spannungen  $V_{mess}$  zu den jeweiligen Zeitpunkten.  $V_{0Ladung}$  und  $V_{0Entladung}$  sind Kalibrierparameter, die entsprechend vorgegeben sind.

Die Startfähigkeit wird konkret als gegeben betrachtet, falls

- die Minimalspannung oberhalb einer Grenzspannung liegt,
- die Startdauer unterhalb einer Zeitgrenze liegt,
- das Integral des Spannungseinbruchs über die Zeit unterhalb einer Grenze liegt,
- die Spannungsdynamik unterhalb einer Grenze liegt.

Die Grenzwerte können darüber hinaus von der Auslegung des Systems aus Anlasser und Batterie, von Temperatur der Batterie

und/oder des Motors sowie vom Ladezustand abhängen. Als  
zusätzlicher Schutz gegen ein Nichtstarten, d.h. Liegenbleiben,  
kann der Generatorstrom für eine bestimmte Dauer (z.B. 1 sec) vor  
Abschaltung des Verbrennungsmotors auf 0 A reduziert werden. Der  
5 Verbrauchstrom wird dann für diese Dauer komplett aus der  
Batterie versorgt.

Durch die Analyse des hierdurch verursachten Spannungseinbruchs  
können die seit dem letzten Start zusätzlich aufgetretenen Fehler  
10 innerhalb der Batterie erkannt werden bevor der Motor  
abgeschaltet wird.

Darüber hinaus kann der Sensor zur Messung von Spannung und  
Temperatur einen Leistungswiderstand aufweisen, welcher  
15 regelmäßig parallel zur Batterie geschaltet wird und somit der  
Batterie einen zusätzlichen Strom aufprägt (z.B. 20mA). Die Dauer  
kann beispielsweise in einem Bereich von 1ms bis 1 Stunde liegen.  
Durch Auswertung der Spannungsantwort kann auf den Zustand der  
Batterie geschlossen werden.

20

Das Ausführungsbeispiel umfasst einen eigenständigen Sensor zur  
Messung von Spannung und Temperatur der Batterie sowie einen  
Algorithmus, welcher einem übergeordneten Steuergerät  
mindestens die Startfähigkeit für Start-Stop-Systeme in  
25 Kraftfahrzeugen mit Verbrennungsmotor übermittelt. Der hier  
beschriebene Sensor kann auch in ein anderes Steuergerät hinein,  
in Bauteile der Batterie (z.B. Deckel) oder Anbauteile an der  
Batterie (Batteriekabel, Polklemme, Sicherungskasten,  
Abdeckhaube des Pluspols) integriert werden.

30

Die Erfindung beruht auf der Idee, dass selbst ohne genaue  
Kenntnis der in der Batterie enthaltenen absoluten oder relativen  
Ladungs- oder Energiemenge das zukünftige Verhalten der Batterie  
beim nächsten Motorstart vorhergesagt wird. Dazu wird das

Verhalten der Batterie bei mindestens einem der vorhergehenden Motorstarts ausgewertet und es wird die zu erwartende Änderung dieses Verhaltens allein aufgrund der beobachteten Batteriespannung- und temperatur über eine begrenzte Zeit  
5 vorausberechnet.

Im Ergebnis ergibt sich eine deutliche Kostenersparnis, weil auf die Strommessung verzichtet werden kann. Weiterhin verzichtet die Erfindung aus Kostengründen bewusst auf eine Bestimmung der  
10 Säuredichte.

Die Startfähigkeit kann auch unabhängig vom tatsächlichen, vorhergehenden Startverhalten präzisiert werden:

$$15 \quad V_{\text{präzisiert}}(t_2) = (OCV + V_{\text{polarisation}}) \cdot \frac{R_{\text{starter}}}{R_{\text{battery}} + R_{\text{starter}}}$$

Hierfür sind jedoch wesentlich mehr Annahmen über Parameter der Batterie und des Starters erforderlich. OCV (open circuit voltage ) ist die Ruhespannung, also die Spannung, welche sich nach  
20 wenigstens einigen Stunden ohne angeschlossenen Verbraucher einstellt.  $V_{\text{polarisation}}$  wurde bereits oben beschrieben, und kann entsprechend bestimmt werden.  $R_{\text{starter}}$  ist der elektrische Widerstand des Starters bzw. Anlassers und  $R_{\text{battery}}$  ist der elektrische Widerstand der Batterie. Die Widerstände können  
25 berechnet oder gemessen werden.

#### Weitere Ausführungsbeispiele

- 30 - Die Batteriediagnose kann über die Bestimmung der Säuredichte erfolgen.
- Die Spannung der Batterie kann über zwei Leitungen einem existierenden Steuergerät zugeführt werden und innerhalb dieses Gerätes in numerische Werte übersetzt werden.

- Die Spannung kann etwas abseits der Batteriepole (z.B. am Ende des Batteriekabels) abgegriffen werden.
- Die Temperatur kann durch einen Temperatursensor in oder an der Batterie in eine elektrische Spannung gewandelt, einem existierenden Steuergerät zugeführt und innerhalb dieses  
5 Gerätes in numerische Werte übersetzt werden.
- Die Batterietemperatur kann aus der Umgebungstemperatur und einem Modell für Aufwärmung und Abkühlung geschätzt werden.
- Der Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur kann in  
10 die Batterie integriert werden.
- Die Kommunikation kann drahtlos (z.B. Funk) erfolgen.
- Die elektrischen Verbindungen können als Kabelschwanz, Steckkontakt oder aus dem Sensor herausragende Stege erfolgen.
- Der Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur kann  
15 mechanisch mit einer Polklemme (plus oder minus), mit einem Batteriekabel, mit Teilen der Batterie oder mit einem der Batterie nahen Bauteil verbunden werden.
- Statt eines Gehäuses ist auch eine dichte Umspritzung oder  
20 Lackierung möglich.
- Statt einer Leiterplatte kann auch ein Substrat benutzt werden. Die elektrische Verbindung erfolgt dann durch Kleben (Bonding).
- Alle oder ein Teil der relevanten Funktionen  
25 (Spannungsversorgung, Referenz, AD-Wandler,  $\mu\text{C}$ , Spannungsteiler, NTC, ...) können in einen Chip integriert werden.
- Der Batteriestrom kann aus der Differenz von Generatorstrom und Verbraucherstrom geschätzt werden, sofern beide Größen  
30 verfügbar sind. Die Belastung der Batterie durch den aktuellen Verbraucherstrom kann durch kurzzeitiges Abschalten des Generators ermittelt werden, wobei die Batteriespannung vor, während und nach der Deaktivierung des Generators gemessen und/oder ausgewertet wird.

- Die Startfähigkeit kann in verschiedenen Formen an das übergeordnete Steuergerät übermittelt werden (möglich/nicht möglich, 0 bis 100%,  $\pm 50\%$ , usw. ...).
- Der Algorithmus kann Informationen vom übergeordneten Steuergerät erhalten (erlaubte minimale Startspannung, Zustand der Verbrennungsmotors, Zustand der Klemme) oder auch darauf verzichten.
- Die Startfähigkeit kann auch optisch und/oder visuell (in einem Display) dargestellt werden.
- Zur Berechnung der Startfähigkeit können neben der Minimalspannung zusätzlich z.B. die Dauer, die Dynamik und/oder die benötigte Energiemenge des Startvorgangs berücksichtigt werden.
- Die Grenzen der Startfähigkeit können fix oder veränderlich sein.
- Neben der Startfähigkeit können noch weitere Informationen (Batteriealterungsgrad, optimale Ladestrategie, ...) dem übergeordneten Steuergerät übermittelt werden.
- Der Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur kann mehr als die genannten Bauteile aufweisen. Hierzu gehören insbesondere RC-Filter, Transistoren, CAN-Treiber und Speicher. Darüber hinaus können weitere Funktionalitäten integriert werden.
- Insbesondere kann der Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur Bauteile (Transistor, Widerstand, ...) enthalten, welche der Batterie in (un)-regelmäßigen Abständen einen zusätzlichen Strom aufprägen.
- Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann zudem einen eigenständigen Sensor zur Messung von Spannung und Temperatur an der Batterie aufweisen.

Wie bereits ausgeführt, hat die vorliegende Erfindung zum Gegenstand ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Bestimmung der Startfähigkeit eines Verbrennungsmotors mittels einer

Starterbatterie, wobei im Gegensatz zu herkömmlichen Verfahren aus Kostengründen auf eine Messung des Batteriestroms verzichtet wird. Stattdessen wird der Batteriestrom bzw. die Änderung der in der Batterie gespeicherten Ladung mittels eines Modells aus gemessenen Größen (Spannung und Temperatur der Batterie) und als  
5 bekannt angenommenen Batterieparametern geschätzt. Abweichungen vom erwarteten Verhalten der Batterie beeinträchtigen die Startfähigkeitsprädiktion.

10 Daher ist eine weitere Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft, wobei über eine zusätzliche Vorrichtung eine Plausibilisierung des vom Modell errechneten Batteriestroms ermöglicht wird. Hierbei wird über einen weiteren A/D-Wandler eine weitere Spannung gemessen, und zwar die Spannung zwischen einer  
15 stromdurchflossenen Stelle an der Fahrzeugkarosserie und dem Minuspol der Batterie. Üblicherweise sind sowohl die elektrischen Verbraucher, als auch der Generator im Fahrzeug, mit ihrem Minuspol elektrisch mit der Karosserie verbunden, so dass die Karosserie ein Teil des Stromkreises ist, der die Verbraucher  
20 und den Generator mit der Fahrzeugbatterie verbindet. Zwischen jedem beliebigen Punkt der Karosserie und dem Minuspol der Batterie ist zwangsläufig ein elektrischer Widerstand vorhanden. Wird nun die Karosserie mit dem Strom der elektrischen Verbraucher oder des Generators im Fahrzeug durchflossen,  
25 bewirkt dieser Widerstand einen Spannungsabfall zwischen dem Kontaktpunkt an der Karosserie und dem Minuspol der Batterie. Insbesondere kann durch das Vorzeichen dieses Spannungsabfalls erkannt werden, ob die Batterie durch den Generator geladen wird, oder eine Entladung der Batterie durch Verbraucher im Fahrzeug  
30 stattfindet.

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine alternative Lösung zur Diagnose der Startfähigkeit einer Batterie für Start-Stop-Systeme, insbesondere von Batterien auf Basis von

Blei und Schwefelsäure. Start-Stop-Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Startvorgängen kurz ist (Stop-and-Go-Verkehr), und dass die Spannung während des Startvorgangs nicht unter eine  
5 Mindestspannung, z.B. 8V, einbrechen soll, da sonst eine Unterbrechung des Betriebs von z. B. Radio und/oder Navigationsgeräten eintreten könnte.

Eine Vorhersage der Startfähigkeit des Verbrennungsmotors auf  
10 Basis der vorliegenden Diagnose der Fahrzeugbatterie hat den Vorteil, dass im Vergleich zu herkömmlichen Systemen eine Strommessung nicht erforderlich ist und entsprechend die Kosten für eine Strommessung eingespart werden können.

15 Die Erfindung wird vorteilhaft bei PKWs und LKWs eingesetzt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung der Startfähigkeit eines  
Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der durch einen von  
5 einer Batterie versorgten Elektromotor gestartet werden  
kann, mit den Verfahrensschritten:
  - Erfassung von ersten Batterie-Parameterwerten bei einem  
erfolgreichen Startvorgang des Verbrennungsmotors zu  
einem ersten Zeitpunkt,
  - 10 - Erfassung von zweiten Batterie-Parameterwerten zu einem  
dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden zweiten Zeitpunkt,
  - Bestimmung zum zweiten Zeitpunkt der zur erwartenden  
Batterie-Spannung für einen zu einem dritten Zeitpunkt  
folgenden Startvorgang des Verbrennungsmotors basierend  
15 auf den erfassten ersten und zweiten Batterie-Para-  
meterwerten,
  - Vergleich der zum dritten Zeitpunkt zu erwartende  
Batterie-Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert, um  
daraus die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors  
20 abzuleiten.
  
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Startfähigkeit  
vorliegt, wenn die zum dritten Zeitpunkt zu erwartende  
Batterie-Spannung gleich oder größer dem vorgegebenen  
25 Schwellwert ist.
  
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein zum zweiten  
Zeitpunkt laufender Verbrennungsmotor nur dann gestoppt wird,  
wenn die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors zum dritten  
30 Zeitpunkt vorliegt.
  
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem ein zum zweiten  
Zeitpunkt gestoppter Verbrennungsmotor wieder gestartet

wird, wenn die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors zum dritten Zeitpunkt nicht mehr vorliegt.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Parameter  
5 die Batterie-Spannung und/oder Batterie-Temperatur umfassen.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem als  
weiterer Parameter eine Spannung zwischen dem Minuspol der  
Batterie und einer stromdurchflossenen Stelle der  
10 Fahrzeugkarosserie gemessen wird.
7. Vorrichtung zur Bestimmung der Startfähigkeit eines  
Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, der durch einen von  
einer Batterie versorgten Elektromotor gestartet werden kann,  
15 wobei die Vorrichtung folgende Merkmale umfasst:
- wenigstens ein Sensor:
    - o zur Erfassung von ersten Batterie-Parameterwerten bei  
einem erfolgreichen Startvorgang des  
Verbrennungsmotors zu einem ersten Zeitpunkt, und
    - 20 o Erfassung von zweiten Batterie-Parameterwerten zu  
einem dem ersten Zeitpunkt nachfolgenden zweiten  
Zeitpunkt,
  - Auswerteeinheit:
    - o zur Bestimmung zum zweiten Zeitpunkt der zur  
25 erwartenden Batterie-Spannung für einen zu einem  
dritten Zeitpunkt folgenden Startvorgang des  
Verbrennungsmotors basierend auf den erfassten ersten  
und zweiten Batterie-Parameterwerten,
    - o Zum Vergleich der zum dritten Zeitpunkt zu erwartende  
30 Batterie-Spannung mit einem vorgegebenen Schwellwert,  
um daraus die Startfähigkeit des Verbrennungsmotors  
abzuleiten.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der die Auswerteeinheit dafür ausgelegt ist, den wenigstens einen Sensor zur Erfassung der ersten und zweiten Batterie-Parameterwerte zu dem ersten und zweiten Zeitpunkt anzusteuern.

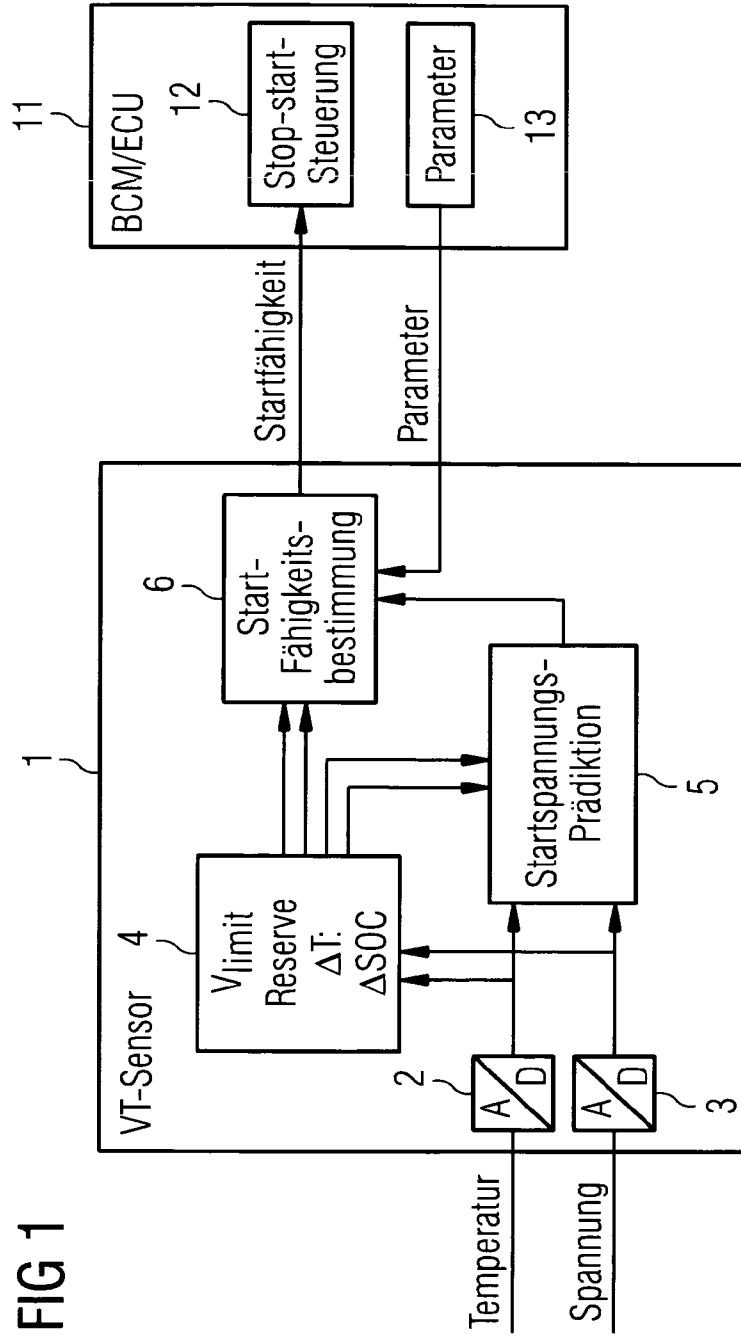


FIG 1

FIG 2

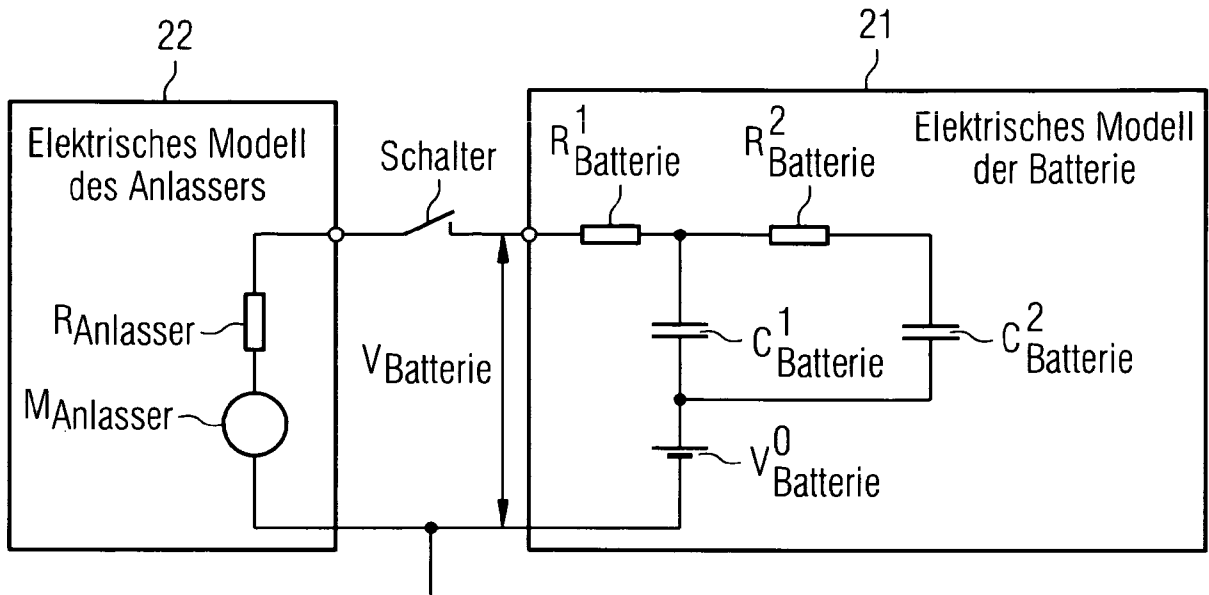


FIG 3

