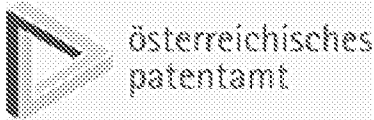


(19)



(10) **AT 519731 A1 2018-09-15**

(12)

# Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: A 50135/2017  
 (22) Anmeldetag: 20.02.2017  
 (43) Veröffentlicht am: 15.09.2018

(51) Int. Cl.: **G01R 31/36** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
 DE 102005052448 A1  
 US 2004162683 A1  
 On-line adaptive battery impedance parameter and state estimation considering physical principles in reduced order equivalent circuit battery models part 2. Parameter and state estimation, JOURNAL OF POWER SOURCES, vol. 262 (2014) 457 - 482, 27.3.2014

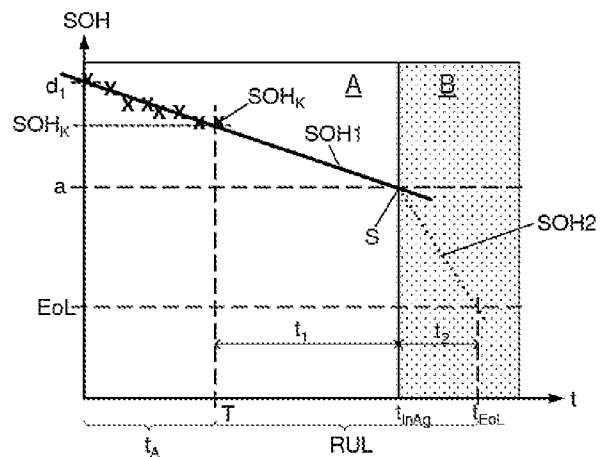
(71) Patentanmelder:  
 AVL LIST GMBH  
 8020 Graz (AT)

(72) Erfinder:  
 Kurtulus Can MSc  
 Istanbul (TR)  
 Dohr Markus Dipl.Ing.  
 8020 Graz (AT)

(74) Vertreter:  
 Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.  
 1080 Wien (AT)

## (54) VERFAHREN ZUM ABSCHÄTZEN EINER RESTLICHEN LEBENSDAUER EINER AUFLADBAREN BATTERIE

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen einer restlichen Lebensdauer (RUL) einer aufladbaren Batterie, insbesondere einer Lithium-Ionen Batterie, wobei zumindest ein momentaner Alterungszustand ( $SOH_k$ ) der Batterie bestimmt wird. Um die restliche Nutzungsdauer einer aufladbaren Batterie auf möglichst einfache aber dennoch genaue Weise zu bestimmen, ist vorgesehen, dass der reale Verlauf des Alterungszustandes (SOH) der Batterie über der Lebensdauer ( $t$ ) der Batterie durch zumindest zwei unterschiedliche lineare Funktionen ( $SOH_1$ ,  $SOH_2$ ) angenähert wird, wobei jede Funktion ( $SOH_1$ ,  $SOH_2$ ) unterschiedlichen Lebenszeitbereichen (A, B) zugeordnet wird.



AT 519731 A1 2018-09-15

## Z U S A M M E N F A S S U N G

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen einer restlichen Lebensdauer (RUL) einer aufladbaren Batterie, insbesondere einer Lithium-Ionen Batterie, wobei zumindest ein momentaner Alterungszustand ( $SOH_k$ ) der Batterie bestimmt wird.

Um die restliche Nutzungsdauer einer aufladbaren Batterie auf möglichst einfache aber dennoch genaue Weise zu bestimmen, ist vorgesehen, dass der reale Verlauf des Alterungszustandes (SOH) der Batterie über der Lebensdauer (t) der Batterie durch zumindest zwei unterschiedliche lineare Funktionen (SOH1, SOH2) angenähert wird, wobei jede Funktion (SOH1, SOH2) unterschiedlichen Lebenszeitbereichen (A, B) zugeordnet wird.

Fig. 2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Abschätzen einer restlichen Lebensdauer einer aufladbaren Batterie, insbesondere einer Lithium-Ionen Batterie, wobei zumindest ein momentaner Alterungszustand der Batterie bestimmt wird.

Der Alterungszustand einer wieder aufladbaren Batterie kann beispielsweise durch das Verhältnis der momentanen verfügbaren Batteriekapazität zur ursprünglich verfügbaren Batteriekapazität beschrieben werden. Das Ende der Lebensdauer kann dabei als jener Zeitpunkt definiert werden, bei dem die verfügbare Batteriekapazität nur mehr 80% oder 75% der ursprünglich verfügbaren Batteriekapazität beträgt. Ein anderer, insbesondere bei Hybridanwendungen im Automobilbereich gebräuchlicher Ansatz verwendet die Erhöhung des Innenwiderstands der Batterie als Kriterium für die Definition der Lebensdauer der Batterie. Beispielsweise kann das Ende der Lebensdauer der Batterie als erreicht angesehen werden, wenn der Innenwiderstand der Batterie etwa 150% - 200% des ursprünglichen Innenwiderstands beträgt.

Die restliche Nutzungsdauer bzw. verbleibende, restliche Lebensdauer der Batterie wird als Zeitdauer zwischen dem Beobachtungszeitpunkt und dem Erreichen des Endes der Lebensdauer angesehen. Die Kapazität repräsentiert die Lademenge, welche einer Batterie zwischen einem vollen und einem entladenen Zustand entnommen werden kann.

Die Abschätzung der restlichen Nutzungs- bzw. Lebensdauer erfolgt üblicherweise über relativ aufwändige Verfahren, welche hohe Ansprüche an die verfügbare Rechenleistung des für die Ermittlung verwendeten Systems, beispielsweise eine Steuereinheit, ein Batteriemanagementsystem oder ähnliches, stellen. Diese Rechenleistung stellen. Diese ist allerdings in herkömmlichen Batteriemanagementsystemen oft nicht verfügbar.

In der Publikation „An ensemble model for predicting the remaining usefull performance of lithium-ion batteries“, Y. Xing, E.W.M. Ma, K.-L. Tsui, M. Pecht, in *Microelectronics Reliability*, 2013 wird eine Kombination aus exponentielle und polynomische Modellen zur Prognostizierung des Alterungszustandes einer Batterie beschrieben. Auch im Artikel „Lithium-Ion Battery remaining Useful Life Estimation Based on Nonlinear AR Model Combined with Degradation Feature“, D. Liu, Y. Luo, Y. Peng, Y. Peng, M. Pecht, in *Annual Conference of the Prognostics and Health*

Management Society, 2012 wird ein nichtlineares Modell für die Voraussage der restlichen Nutzungsdauer einer Batterie verwendet.

In „Health Monitoring and Remaining Useful Life Estimation of Lithium-Ion Aerotautical Batteries“, J.A.M.Penna, C.L.Nascimento Junior, L.R.Rodrigues, in Aerospace Conference, Big Sky, 2012 wird vorgeschlagen, den Verlauf des Alterungszustandes durch eine lineare Regressionsfunktion zu beschreiben und die Ladezykluszahl zu berechnen, bei der nur mehr eine dem Ende der Lebensdauer zugeordnete minimale Entladekapazität der Batterie zur Verfügung steht, wobei ein Unsicherheitsbereich miteinkalkuliert wird. Ein ähnliches Verfahren zur Abschätzung der Kapazität und der restlichen Nutzungsdauer einer Batterie ist aus der CN 103399276 A bekannt, wobei eine Anzahl an Parametern wie Anzahl an vergangenen Lade-/Entladezyklen, Entladespannung und restliche Kapazität nach jedem Lade-/ bzw. Entladevorgang berücksichtigt werden. Weiters beschreibt die DE 10 2011 005 711 A1 ein Verfahren zum Betreiben eines Energiespeichers, bei dem mindestens ein Parameter bestimmt wird, um die Restdauer der Funktionsfähigkeit auf der Basis eines Sollgradienten vorauszubestimmen. Da in vielen Fällen der Verlauf des Alterungszustandes einer Batterie nichtlinear verläuft, ergibt die Annäherung des Verlaufes durch eine einfache lineare Regression einen relativ großen Unsicherheitsbereich.

Aus der US 2013 166 233 A ist ein Verfahren zur Bestimmung des Alterungszustandes einer Batterie bekannt, wobei Altersbeschleunigungsfaktoren ermittelt werden, um die Test- und Validierungszeit zu beschleunigen.

Bei der US 8 334 342 B wird ein mathematisches Alterungsmodell verwendet um das Batterieverhalten während individueller Entladezyklen sowie während der gesamten Nutzungsdauer zu beschreiben. Auch hier ist ein relativ hoher Rechenaufwand erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, welches es ermöglicht, die restliche Nutzungsdauer einer aufladbaren Batterie auf möglichst einfache aber dennoch genaue Weise zu bestimmen.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, dass der reale Verlauf des Alterungszustandes der Batterie über der Lebensdauer der Batterie durch

zumindest zwei unterschiedliche lineare Funktionen angenähert wird, wobei jede Funktion unterschiedlichen Lebenszeitbereichen zugeordnet wird.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Verlauf des Alterungszustandes der Batterie über der Lebensdauer der Batterie durch eine lineare erste Funktion in einem ersten Lebenszeitbereich und eine lineare zweite Funktion in einem zweiten Lebenszeitbereich angenähert wird, wobei die lineare zweite Funktion eine größere negative Steigung aufweist als die erste Funktion, und wobei vorzugsweise die erste Funktion und die zweite Funktion in einem Übergangsbereich vom ersten und dem zweiten Lebenszeitbereich einen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen.

Eine rasche Abschätzung der restlichen Lebensdauer lässt sich erreichen, wenn auf der Basis des momentanen Alterungszustandes mittels zumindest einer der linearen Funktionen ein momentaner Lebenszeitpunkt der Batterie ermittelt wird.

Zur genauen Abschätzung der restlichen Lebensdauer kann in Abhängigkeit des ermittelten momentanen Lebenszeitpunktes die restliche Lebensdauer RUL der Batterie nach einer der folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$RUL = \frac{a - SOH_k}{SOH_1} + \frac{EoL - a}{p \cdot SOH_1},$$

wenn sich der Alterungszustand der Batterie im ersten Lebenszeitbereich befindet und

$$RUL = \frac{EoL - SOH_k}{SOH_2},$$

wenn sich der Alterungszustand der Batterie im zweiten Lebenszeitbereich befindet, wobei

a.....der Alterungszustand der Batterie im Übergangspunkt zwischen erstem und zweitem Lebenszeitbereich,

SOH<sub>k</sub>.....der berechnete momentane Alterungszustand der Batterie

EoL.....der Alterungszustand der Batterie am Lebensdauerende

$SOH_1 = \frac{dSOH_1}{dt}$  .....die Steigung der ersten Funktion

$\dot{SOH}_2 = \frac{dSOH_2}{dt}$  .....die Steigung der zweiten Funktion

$p = \dot{SOH}_2 / \dot{SOH}_1$  .....die Alterungssteigerungsrate im zweiten Lebenszeitbereich relativ zum ersten Lebenszeitbereich ist.

Die ersten und zweiten linearen Funktionen lassen sich in einem Lernschritt durch lineare Regression zumindest zweier unterschiedlicher Alterungszustände im ersten bzw. zweiten Lebensdauerabschnitt einer Batterie, beispielsweise einer Referenzbatterie im ersten bzw. zweiten Lebensdauerabschnitt ermitteln.

Auf diese Weise lässt sich mit sehr geringer Rechenleistung eine genaue Abschätzung der restlichen Lebensdauer der aufladbaren Batterie in sehr kurzer Zeit durchführen.

In einer Variante der Erfindung, insbesondere bei Verwendung im Automobilbereich, wird das Verfahren online, also während des laufenden Betriebs einer Batterie, durchgeführt. Damit liegt die Abschätzung der restlichen, verbleibenden Lebensdauer in Echtzeit vor, da sie aufgrund der geringen benötigten Rechenleistung im laufenden Fahrbetrieb (Online) durchgeführt werden kann.

In einer erfindungsgemäßen Verwendung des Verfahrens wird die restliche Lebensdauer einer im Automobilbereich, insbesondere einem Hybridfahrzeug, eingesetzten Batterie ermittelt. Unter Hybridfahrzeug wird ein Kraftfahrzeug mit Elektromotor und zusätzlichem Verbrennungsmotor – als Antrieb oder zum Betreiben eines Generators – verstanden. Natürlich lässt sich die Erfindung auch auf ein reines Elektrofahrzeug anwenden.

Die Erfindung wird im Folgenden an Hand von nicht einschränkenden Ausführungsbeispielen, welche in den Figuren dargestellt sind, näher erläutert. Darin zeigen

Fig. 1 den Verlauf des Alterungszustandes einer aufladbaren Batterie bei Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 ein erstes Beispiel einer Abschätzung einer restlichen Lebensdauer mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 3 ein zweites Beispiel einer Abschätzung einer restlichen Lebensdauer mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt den beim erfindungsgemäßen Verfahren angenommenen Verlauf des Alterungszustandes SOH einer wieder aufladbaren Batterie, wobei der Alterungszustand SOH (State of Health) in Prozent über der Zeit  $t$  aufgetragen ist. Der reale Verlauf des Alterungszustandes SOH wird dabei durch zwei linear abfallende Funktionen, die lineare erste Funktion SOH1 und die lineare zweite Funktion SOH2 mit unterschiedlichen Steigungen  $dSOH1/dt$ ,  $dSOH2/dt$  angenähert, wobei die zweite Funktion SOH2 stärker in Bezug auf die Zeitachse geneigt ist, als die erste Funktion SOH1.

Die Geraden der ersten linearen Funktion SOH1 und der zweiten linearen Funktion SOH2 schneiden sich in dem Schnittpunkt S. Jede Funktion SOH1, SOH2 ist unterschiedlichen Lebenszeitbereichen A, B der Batterie zugeordnet, wobei die beiden Lebenszeitbereiche A, B durch den dem Schnittpunkt S entsprechenden Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$  voneinander getrennt sind. Der erste Lebenszeitbereich A liegt dabei zeitlich vor dem Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$ , während der zweite Lebenszeitbereich B nach dem Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$  liegt. Der Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$  zeigt also das Ende einer langsamen Alterung und den Beginn eines beschleunigten Alterungsfortschrittes der Batterie an. Der durch den Schnittpunkt S der beiden Funktionen SOH1, SOH2 angenäherte Alterungszustand der Batterie im Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$  ist mit  $a$  bezeichnet.

Das Ende der Nutzungs- bzw. Lebensdauer Batterie  $t_{EOL}$  ist dann erreicht, wenn der Alterungszustand SOH einen kritischen Alterungszustand EoL erreicht bzw. unterschreitet.

Fig. 2 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel für eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommene Abschätzung der restlichen Lebensdauer für eine Batterie zu einem momentanen Zeitpunkt  $T$ , welcher sich im ersten Lebenszeitbereich A, vor dem Übergangszeitpunkt  $t_{inAg}$ , also noch vor dem Einsetzen eines beschleunigten Alterungsfortschrittes, befindet. Mit „X“ sind kontinuierlich oder diskontinuierlich erhobene Alterungszustände SOH der Batterie während der bisherigen vergangenen Lebensdauer  $t_A$  bezeichnet. Verfahren zum Erheben von Alterungszuständen von Batterien sind dem Fachmann bekannt.

Aus diesen erhobenen Alterungszuständen „X“ wird durch Interpolation eine erste lineare Funktion SOH1 bestimmt. Alternativ kann diese erste lineare Funktion SOH1 auch einer Referenzbatterie entnommen werden. Bei bekanntem Alterungszustand a am Übergang zur beschleunigten Alterung kann unter Annahme einer fortschreitenden Alterungssteigerungsrate p aus Erfahrungswerten eine lineare zweite Funktion SOH2 geschätzt werden, welche sich im Punkt S – dem bekannten Alterungszustand a am Übergang zur beschleunigten Alterung - mit der ersten Funktion SOH1 schneidet.

Im in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der momentane Zeitpunkt T noch eine Zeitdauer  $t_1$  vom Übergangszeitpunkt  $t_{InAg}$  entfernt. Mit  $t_2$  ist die durch die zweite Funktion SOH2 bekannte Dauer zwischen dem Übergangszeitpunkt  $t_{InAg}$  und dem Ende der Batterielebensdauer  $t_{EoL}$  bezeichnet. Die restliche Lebensdauer RUL berechnet sich somit aus der Zeitdauer  $t_1$  und der Zeitdauer  $t_2$ .

Die restliche Lebensdauer RUL ergibt sich in diesem ersten Fall nach der folgenden Gleichung:

$$RUL = \frac{a - SOH_k}{SOH_1} + \frac{EoL - a}{p \cdot SOH_1} \quad (1)$$

Dabei ist a der Alterungszustand der Batterie im Übergangspunkt zwischen erstem A und zweitem Lebenszeitbereich B,  $SOH_k$  der berechnete momentane Alterungszustand SOH der Batterie und EoL der Alterungszustand der Batterie am Lebensdauerende.

Bei  $\dot{SOH}_1 = \frac{dSOH_1}{dt}$  handelt es sich um die Steigung der ersten Funktion SOH1, und

$p = \dot{SOH}_2 / \dot{SOH}_1$  ist eine Alterungssteigerungsrate im zweiten Lebenszeitbereich B relativ zum ersten Lebenszeitbereich A.

Bei dem in Fig. 3 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiel für eine nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommene Abschätzung der restlichen Lebensdauer einer Batterie befindet sich der betrachtete momentane Zeitpunkt T im zweiten Lebenszeitbereich B, also nach dem Übergangszeitpunkt  $t_{InAg}$  und somit



bereits nach dem Einsetzen eines beschleunigten Alterungsfortschrittes. Wieder sind mit „X“ kontinuierlich oder diskontinuierlich erhobene Alterungszustände SOH der Batterie während der bisherigen vergangenen Lebensdauer  $t_A$  bezeichnet. Aus diesen erhobenen Alterungszuständen „X“ können durch Interpolation eine erste lineare Funktion SOH1 sowie eine zweite lineare Funktion SOH2 bestimmt werden, wenn der Übergangzeitpunkt  $t_{InAg}$  oder der Alterungszustand  $a$  am Übergang zur beschleunigten Alterung - beispielsweise von einer Referenzbatterie - bekannt ist.

Der Schnittpunkt der zweiten Funktion SOH2 mit dem definierten Alterungszustand  $EoL$  am Ende der Lebensdauer  $t_{EoL}$  ergibt die Zeitdauer  $t_2$ , welche hier der restlichen Lebensdauer RUL entspricht.

Die restliche Lebensdauer ergibt sich in diesem zweiten Fall aus der folgenden Gleichung:

$$RUL = \frac{EoL - SOH_k}{\dot{SOH}_2} \quad (2)$$

Zusätzlich zu den für Gleichung (1) erläuterten Bedeutungen bezeichnet hier

$$\dot{SOH}_2 = \frac{dSOH_2}{dt}$$

die Steigung der zweiten Funktion SOH2.

Eine Plausibilität der ermittelten verbleibenden Lebensdauer lässt sich dabei sicherstellen, wenn eine maximale Lebensdauer  $RUL_{max}$  der Batterie definiert wird und die ermittelte verbleibende Lebensdauer RUL kleiner ist als diese maximale Lebensdauer  $RUL_{max}$ . Die maximale Lebensdauer  $RUL_{max}$  kann dabei unter Verwendung einer konstanten Alterungssteigerungsrate  $p=1$  ermittelt werden.

Um eine besonders zuverlässige Ermittlung der verbleibenden Lebensdauer RUL zu ermöglichen wird in einer Variante der Erfindung eine Minimum-Anzahl an kontinuierlich oder diskontinuierlich erhobenen Alterungszuständen SOH der Batterie erhoben (die in Fig. 2 und Fig. 3 mit „X“ bezeichneten Punkte). Damit ist sichergestellt, dass eine plausible Zeitableitung des Alterungszustands erfolgt.

Die genannten Bedingungen können als Bedingungen in das erfindungsgemäße Verfahren aufgenommen werden.

Aufgrund der geringen Anforderungen des Verfahrens an Rechenleistung kann es auch online, also während des Betriebs einer Batterie, zum Einsatz kommen. Damit lässt sich die verbleibende Lebensdauer einer Batterie in Echtzeit berechnen. Eine mögliche Anwendung ist damit ein Batteriemanagementsystem (BMS), beispielsweise ein Fahrzeug-Steuergerät, insbesondere für ein Hybridfahrzeug, in das ein BMS mit dem erfindungsgemäßen Verfahren integriert ist

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zum Abschätzen einer restlichen Lebensdauer (RUL) einer aufladbaren Batterie, insbesondere einer Lithium-Ionen Batterie, wobei zumindest ein momentaner Alterungszustand ( $SOH_k$ ) der Batterie bestimmt wird, dadurch gekennzeichnet, dass der reale Verlauf des Alterungszustandes (SOH) der Batterie über der Lebensdauer (t) der Batterie durch zumindest zwei unterschiedliche lineare Funktionen (SOH1, SOH2) angenähert wird, wobei jede Funktion (SOH1, SOH2) unterschiedlichen Lebenszeitbereichen (A, B) zugeordnet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Verlauf des Alterungszustandes (SOH) der Batterie über der Lebensdauer (t) der Batterie durch eine lineare erste Funktion (SOH1) in einem ersten Lebenszeitbereich (A) und eine lineare zweite Funktion (SOH2) in einem zweiten Lebenszeitbereich (B) angenähert wird, wobei die lineare zweite Funktion (SOH2) eine größere Steigung aufweist als die erste Funktion, und wobei vorzugsweise die erste Funktion (SOH1) und die zweite Funktion (SOH2) in einem Übergangsbereich vom ersten zum zweiten Lebenszeitbereich (B) einen gemeinsamen Schnittpunkt (S) aufweisen.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Basis des momentanen Alterungszustandes ( $SOH_k$ ) ein momentaner Lebenszeitpunkt (T) der Batterie ermittelt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass in Abhängigkeit des ermittelten momentanen Lebenszeitpunktes (T) die restliche Lebensdauer RUL der Batterie nach einer der folgenden Gleichungen berechnet wird:

$$RUL = \frac{\alpha - SOH_k}{SOH_1} + \frac{EoL - \alpha}{p \cdot SOH_1'}$$

wenn sich der momentane Alterungszustand ( $SOH_k$ ) der Batterie im ersten Lebenszeitbereich (A) befindet und

$$RUL = \frac{EoL - SOH_k}{SOH_2}$$

wenn sich der momentane Alterungszustand ( $SOH_k$ ) der Batterie im zweiten Lebenszeitbereich (B) befindet, wobei

a.....der Alterungszustand der Batterie im Übergangspunkt zwischen erstem (A) und zweitem Lebenszeitbereich (B),  
 $SOH_k$ .....der berechnete momentane Alterungszustand der Batterie  
 $EoL$ .....der Alterungszustand der Batterie am Lebensdauerende

$$\dot{SOH}_1 = \frac{dSOH_1}{dt} \text{ .....die Steigung der ersten Funktion (SOH1)}$$

$$\dot{SOH}_2 = \frac{dSOH_2}{dt} \text{ .....die Steigung der zweiten Funktion (SOH2)}$$

$p = \dot{SOH}_2 / \dot{SOH}_1$ .....eine Alterungssteigerungsrate im zweiten Lebenszeitbereich (B) relativ zum ersten Lebenszeitbereich (A) ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Lernschritt die erste Funktion (SOH1) durch lineare Regression zumindest zweier unterschiedlicher Alterungszustände einer Batterie, vorzugsweise einer Referenzbatterie, im ersten Lebensdauerabschnitt (A) ermittelt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass in einem Lernschritt die zweite Funktion (SOH2) durch lineare Regression zumindest zweier unterschiedlicher Alterungszustände einer Batterie, vorzugsweise einer Referenzbatterie, im zweiten Lebensdauerabschnitt (B) ermittelt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass es online während des laufenden Betriebs einer Batterie durchgeführt wird.
8. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 7 zur Ermittlung der restlichen Lebensdauer einer im Automobilbereich, insbesondere einem Hybridfahrzeug, eingesetzten Batterie.

2017 02 20

Fu

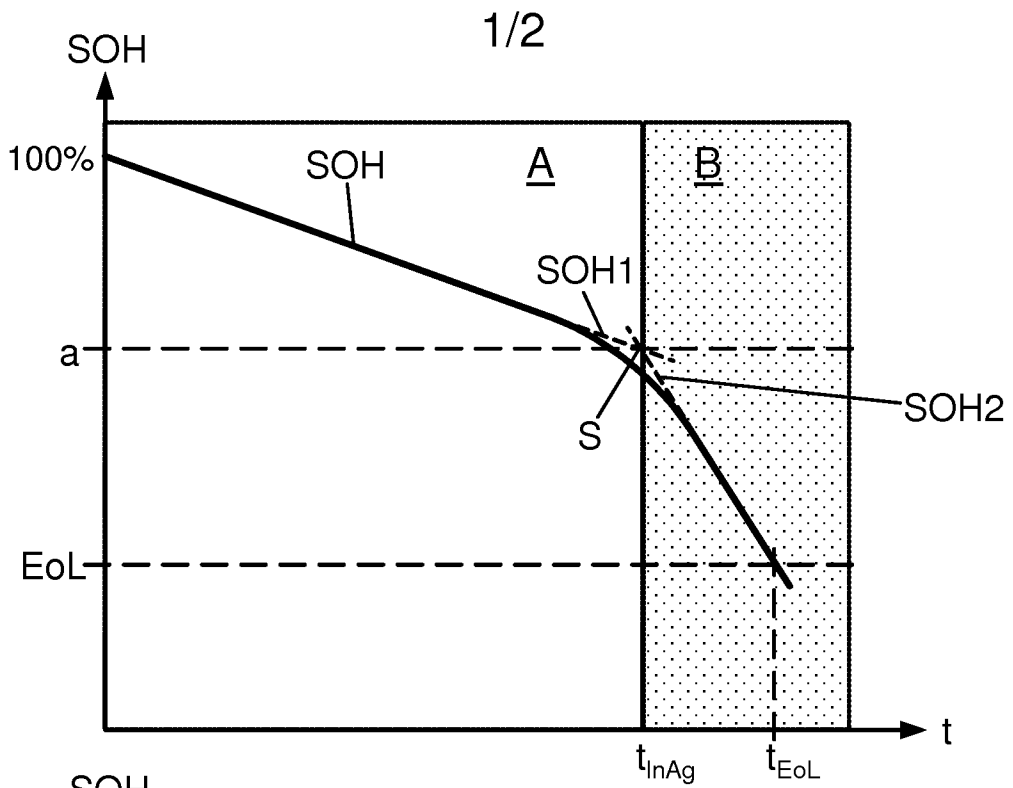


Fig. 1

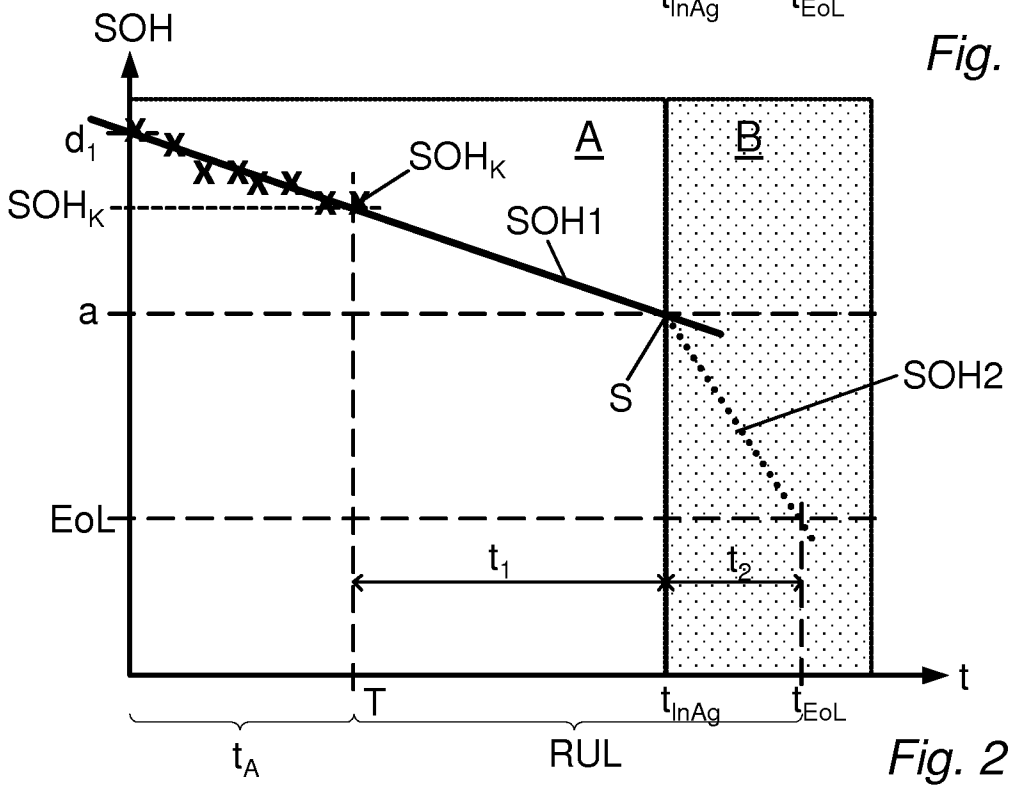


Fig. 2

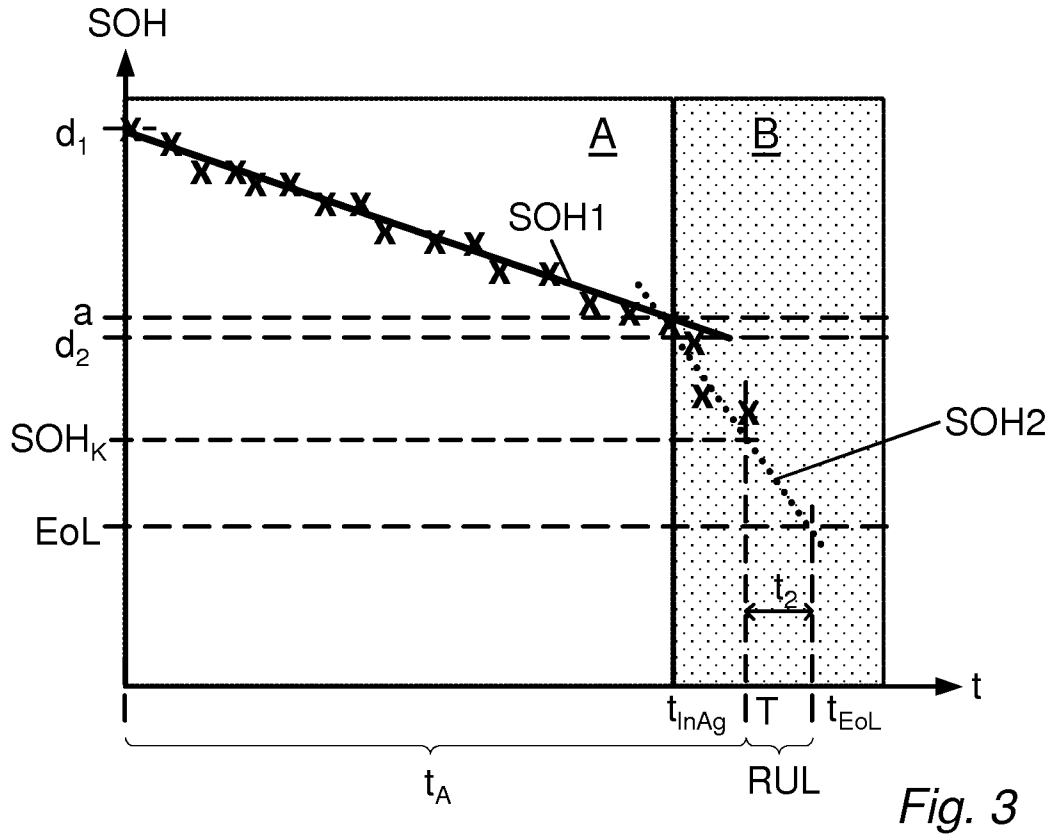


Fig. 3

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:  
**G01R 31/36** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:  
**G01R 31/3648** (2013.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):  
G01R

Konsultierte Online-Datenbank:  
WPI, EPODOC, Volltext-Datenbanken, Nichtpatent-Literatur

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **20.02.2017** eingereichten Ansprüchen **1 - 8** erstellt.

Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
A	DE 102005052448 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]) 20. Juli 2006 gesamtes Dokument	1 - 8
A	US 2004162683 A1 (VERBRUGGE MARK W , TATE EDWARD D, FRISCH DAMON R, KOCH BRIAN J) 19. August 2004 Zusammenfassung, Seiten 2 - 7	1 - 8
A	On-line adaptive battery impedance parameter and state estimation considering physical principles in reduced order equivalent circuit battery models part 2. Parameter and state estimation, JOURNAL OF POWER SOURCES, vol. 262 (2014) 457 - 482, 27.3.2014 gesamtes Dokument	1 - 8

Datum der Beendigung der Recherche:  
21.12.2017

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

PAVDI Dominika

\*) **Kategorien** der angeführten Dokumente:

- X** Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y** Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldegegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

- A** Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.
- P** Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E** Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- &** Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.