



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 201 489.9**

(22) Anmeldetag: **30.01.2013**

(43) Offenlegungstag: **14.08.2014**

(51) Int Cl.: **H01M 10/44** (2006.01)

**H01M 10/48** (2006.01)

**H02J 7/00** (2006.01)

**B60L 11/18** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Robert Bosch GmbH, 70469, Stuttgart, DE;  
Samsung SDI Co., Ltd., Yongin, Kyonggi, KR**

(72) Erfinder:

**Butzmann, Stefan, 71717, Beilstein, DE**

(74) Vertreter:

**Gulde & Partner Patent- und  
Rechtsanwaltskanzlei mbB, 10179, Berlin, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**DE 10 2011 014 133 A1**

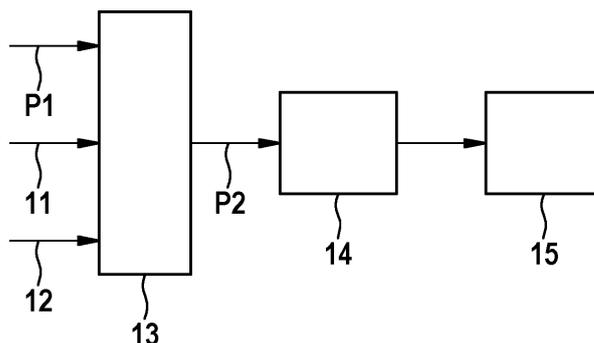
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Batterie mit mehreren Batteriezellen sowie Verfahren zur Regelung einer Batteriespannung einer Batterie über Einschaltwahrscheinlichkeiten der Batteriezellen**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine Verfahren zur Regelung einer Batteriespannung einer Batterie, die eine Mehrzahl von selektiv zu einem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen (51) umfasst, beschrieben, wobei bei dem Verfahren die Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) durch wechselweises Ansteuern (15) der Batteriezellen (51) auf eine gewünschte Sollspannung ( $U_0$ ) geregelt wird. Dabei wird an eine oder mehrere Ansteuerungsschaltungen der Batteriezellen (51) ein Wert für eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit (P1) übermittelt, so dass die eine oder mehreren Batteriezellen (51) jeweils mit einer zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit (P2) geschaltet werden.

Ferner wird eine Batterie, die mit einer Regelungselektronik (57) zur Durchführung des Verfahrens ausgestattet ist, offenbart.



**Beschreibung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer Batteriespannung einer Batterie, die eine Mehrzahl von selektiv zu einem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen umfasst, wobei bei dem Verfahren die Batteriespannung durch wechselweises Ansteuern der Batteriezellen auf eine gewünschte Sollspannung geregelt wird. Ferner betrifft die Erfindung eine Batterie, die mindestens einen Batteriestrang mit mehreren durch Ansteuerung dem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen, Erfassungsmittel zum Erfassen von Betriebsparametern der Batteriezellen, und eine Regelungselektronik zum Regeln einer Batteriespannung umfasst.

**Stand der Technik**

**[0002]** Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft sowohl bei stationären Anwendungen als auch bei Fahrzeugen wie Hybrid- und Elektrofahrzeugen vermehrt Batteriesysteme zum Einsatz kommen werden. Um die für eine jeweilige Anwendung gegebenen Anforderungen an Spannung und zur Verfügung stellbarer Leistung erfüllen zu können, werden eine hohe Zahl von Batteriezellen in Serie geschaltet, wodurch ein Batteriestrang gebildet wird, der eine Batteriespannung bereitstellt. Zur Erzielung eines hohen Batteriestroms werden oft noch zusätzlich Batteriezellen parallel geschaltet.

**[0003]** In vorherigen Anmeldungen der Anmelderin wurden Batterien beschrieben, die einen Batteriestrang mit einer variablen oder einstellbaren Batteriespannung aufweisen. Dies wurde dadurch erreicht, indem eine bestimmte Anzahl von Batteriezellen oder Batteriemodulen aktiviert werden, so dass deren Gesamtspannung einem gewünschten Sollwert für eine Batteriespannung entspricht, wobei die anderen, nicht benötigten Batteriezellen deaktiviert beziehungsweise überbrückt werden. Gemäß dem Stand der Technik wird dazu eine Ansteuerung von Koppelschaltungen der Batteriezellen durch Mikrocontroller vorgenommen, wobei die Mikrocontroller typischerweise über eine galvanische Trennung hinweg mit einem zentralen Steuergerät kommunizieren. Die Koppelschaltungen können durch Halbleiterschalter, insbesondere MOSFET-Transistoren, und einem jeweils dazugehörigen Treiberschaltkreis realisiert sein. Die Halbleiterschalter können in einer Halbbrückenkonfiguration oder einer Vollbrückenkonfiguration angeordnet sein. Ferner kann jede von den Koppelschaltungen zum Schalten einer einzelnen Batteriezelle oder einem Batteriemodul mit mehreren Batteriezellen vorgesehen sein. Dabei muss einer jeweiligen Koppelschaltung über eine Kommunikationsschnittstelle beziehungsweise über eine Signalübertragungsverbindung (Kommunikationsbus) von einem zentralen Steuergerät mitgeteilt werden, ob die

Batteriezelle beziehungsweise das Batteriemodul zugeschaltet oder überbrückt werden soll oder welcher Transistor eingeschaltet sein soll und welcher nicht.

**[0004]** Nachteilig daran ist jedoch der erforderliche hohe Kommunikationsaufwand, was im besonders hohen Maße der eintritt, wenn die Zahl der jeweils durch eine Koppereinheit geschalteten Batteriemodule oder Batteriezellen verringert wird, um eine feine Spannungsabstufung der Batteriespannung zu erreichen. Der hohe Kommunikationsaufwand liegt insbesondere in dem Erfordernis begründet, dass um ein hinreichend robustes und effizientes Batteriesystem zu erhalten, die Batteriezellen oder Batteriemodule im Allgemeinen in Echtzeit adressiert und geschaltet werden müssen.

**Offenbarung der Erfindung**

**[0005]** Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Regelung einer Batteriespannung einer Batterie zur Verfügung gestellt, die eine Mehrzahl von selektiv zu einem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen umfasst. Die Batteriespannung wird bei dem Verfahren durch wechselweises Ansteuern der Batteriezellen auf eine gewünschte Sollspannung geregelt. Ferner wird an eine oder mehrere Ansteuerungsschaltungen der Batteriezellen jeweils eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit übermittelt, so dass die eine oder mehreren Batteriezellen mit einer zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit geschaltet werden.

**[0006]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung wird außerdem ein Kraftfahrzeug zur Verfügung gestellt, das einen Elektromotor aufweist und mit der erfindungsgemäßen Batterie ausgestattet ist, die den Elektromotor mit elektrischer Energie versorgt.

**[0007]** Als ein Vorteil der Erfindung wird eine drastische Reduzierung des Kommunikationsaufwandes ermöglicht. Dies wird insbesondere dadurch erreicht, dass die Batteriezellen erfindungsgemäß durch ein zentrales Ansteuerungssignal angesteuert werden, das eine für alle Batteriezellen ermittelte Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit umfasst. Dabei wird durch die Erfindung auch eine Reduzierung von Schaltverlusten erreicht. Dies gilt insbesondere auch im Vergleich zu einer Ansteuerung der Batteriezellen mit einem vorgegebenen Tastverhältnis (Duty Cycle), bei der die Batteriezellen in jedem Taktzyklus geschaltet werden. Erfindungsgemäß kann die Häufigkeit der Umschaltungen der Batteriezellen nunmehr möglichst gering gehalten werden.

**[0008]** Bevorzugt wird die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit an alle Batteriezellen eines Batteriestrangs übermittelt. Ferner nimmt gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit für jede Batteriezelle denselben Wert an, der

durch ein zentrales Ansteuerungssignal an alle Batteriezellen übermittelt wird. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass der Kommunikationsaufwand innerhalb der Batterie minimiert werden kann.

**[0009]** Bevorzugt wird mittels der in den Batteriezellen angeordneten Ansteuerungsschaltungen jeweils eine Zufallsfunktion implementiert, gemäß der die jeweilige Batteriezelle mit der ihr zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit zugeschaltet oder überbrückt wird.

**[0010]** Ferner kann bei einer bevorzugten Ausführungsform mittels einer in der Batterie angeordneten Regelungselektronik die gewünschte Sollspannung der Batterie mit der aktuellen, tatsächlichen Batteriespannung verglichen werden. Wenn dabei ermittelt wird, dass die aktuelle Batteriespannung kleiner ist als die Sollspannung, wird die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit erhöht. Ferner kann, wenn ermittelt wird, dass die aktuelle Batteriespannung größer ist als die Sollspannung, die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit verringert werden.

**[0011]** Somit kann vorteilhaft insbesondere im Fall einer konstanten beziehungsweise quasi-konstanten Batteriespannung über die Häufigkeit neuer Wahrscheinlichkeitsvorgaben die Häufigkeit der Umschaltungen in den Batteriezellen vorgegeben werden.

**[0012]** Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung wird eine auf Gütefaktoren basierende Anpassung des zentralen Ansteuerungssignals beziehungsweise der Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit vorgenommen, wodurch eine Wichtung der Einschaltwahrscheinlichkeiten erreicht wird. Bevorzugt werden die Gütefaktoren jeweils einem vorliegenden Batteriezellenzustand entsprechend gewählt. Besonders vorteilhaft kann die Anpassung der Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit dezentral in den Batteriezellen beziehungsweise mittels der Ansteuerungsschaltungen der Batteriezellen vorgenommen werden. Dadurch kann auf besonders zuverlässige Weise ein Glättung der Ausgangsspannung des Batteriestrangs erreicht werden.

**[0013]** Damit wird auf besonders günstige Weise eine Skalierbarkeit der Batterie weiterhin erhöht. Es wird eine besonders komfortable zweistufige Ansteuerung bereitgestellt, bei der durch den Einsatz von Gütefaktoren vorteilhaft eine lokale beziehungsweise individuelle Anpassung durchgeführt wird, die es beispielsweise ermöglicht, eine Gesamtbatteriespannung einzustellen, ohne dass alle Zellspannungen an ein zentrales Steuergerät übertragen werden müssen und/oder dort hinsichtlich einer Entscheidung darüber, welche Batteriezellen dem Batteriestrang zugeschaltet werden sollen und welche überbrückt werden sollen, ausgewertet werden müssen. Da mit den Gütefaktoren ferner lediglich ein einzel-

ner Parameter für die Anpassung eingestellt werden muss, kann die zellindividuelle Regelung auf eine einfache Weise vorgenommen werden. Eine Berechnung der Gütefaktoren kann aufgabenmäßig weitgehend getrennt von der Regelung der Batteriespannung erfolgen, was eine hohe Flexibilität, Schnelligkeit, und Zuverlässigkeit zur Folge hat.

**[0014]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung resultiert jeder Gütefaktor aus einer Berechnungsfunktion, die jeweils eine Mehrzahl von Betriebsparametern der betreffenden Batteriezelle zusammenfasst. Die Betriebsparameter können beispielsweise einen Ladezustand, einen Alterungszustand, eine Zellspannung, eine Zelltemperatur, einen Zellinnendruck, eine Batteriestromrichtung, und/oder einen oder mehrere andere Betriebsparameter umfassen. Dabei können die Betriebsparameter aktuell beispielsweise in Echtzeit ermittelt werden oder in geeigneten Abständen aktualisiert werden.

**[0015]** Auch kann ein durchschnittlicher Ladezustand oder ein durchschnittlicher Alterungszustand ermittelt werden, so dass zunächst ein Mittelwert, der für alle Batteriezellen gilt, zur Verfügung steht. Dann kann eine Information über einen individuellen Alterungszustand im Vergleich zu einem durchschnittlichen Alterungszustand durch einen entsprechenden hohen oder niedrigen Gütefaktor einer bestimmten Batteriezelle in den Regelungsablauf einfließen. Es können auch Gütefaktoren individuell und je nach Situation, Bedarf, oder Anwendungsfall aktualisiert und korrigiert werden, indem ein bestimmter Aufschlag oder Abschlag zu einem Gütefaktor vorgenommen wird, beispielsweise wenn eine Zelltemperatur oder ein Innendruck einer bestimmten Batteriezelle sich ändert.

**[0016]** Damit wird mit den Gütefaktoren ein im Betrieb der Batterie jederzeit bereitstehender und einsetzbarer Indikator für die Einsetzbarkeit einer Batteriezelle geschaffen, wobei der Berechnungsaufwand der eigentlichen Spannungsregelung der Batterie minimiert werden kann. Damit kann die Spannungsregelung mit einer schnellen Reaktionszeit auf aktuelle Anforderungen, beispielsweise einem sich schnell ändernden Strombedarf eines angeschlossenen Elektromotors, reagieren.

**[0017]** Nach einer vorteilhaften Ausführungsform wird ein Gütefaktor jeweils in Abhängigkeit von Werten der jeweiligen für eine bestimmte Batteriezelle zusammengefassten Betriebsparameter als eine Zahl mit negativem oder positivem Vorzeichen bestimmt. Bevorzugt wird dazu für den Gütefaktor eine dimensionslose Zahl verwendet. Damit wird die Handhabbarkeit des Gütefaktors für die weitere Spannungsregelung weiterhin vereinfacht.

**[0018]** Nach einer besonderen Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass wenn für eine bestimmte Batteriezelle ein negativer Gütefaktor bestimmt wird, die der Batteriezelle zugewiesene Einschaltwahrscheinlichkeit verringert wird, und wenn für eine bestimmte Batteriezelle ein positiver Gütefaktor bestimmt wird, die der Batteriezelle zugewiesene Einschaltwahrscheinlichkeit erhöht wird. Damit können weiterhin komplizierte Berechnungen beispielsweise in einer Treiberschaltung, die eine Batteriezelle gemäß einer einzustellenden Ist-Einschaltwahrscheinlichkeit ansteuert, entfallen.

**[0019]** Nach einer besonders vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, die Einschaltwahrscheinlichkeit einer Batteriezelle innerhalb eines Wahrscheinlichkeitsfensters einzustellen, das um einen derartigen Soll-Einschaltwahrscheinlichkeitswert gelegt wird, der einer aktuellen Größe des zentralen Ansteuerungssignals entspricht.

**[0020]** Die zentrale Spannungsregelung regelt nur noch den Mittelwert, wobei in beide Richtungen, das heißt in Richtung höherer und niedrigerer Wahrscheinlichkeit, die Anpassungen lokal und/oder individuell vorgenommen werden können.

**[0021]** Gemäß einer anderen Weiterbildung der Erfindung wird der Gütefaktor normiert. So kann beispielsweise der Gütefaktor derart normiert sein, dass ein oberer Rand oder ein unterer Rand des Wahrscheinlichkeitsfensters einem Gütefaktor mit dem Betrag 1 entspricht.

**[0022]** Dabei wird es bevorzugt, dass das Wahrscheinlichkeitsfenster symmetrisch um den Soll-Einschaltwahrscheinlichkeitswert gelegt wird.

**[0023]** So kann ein gewünschtes Regelungsverhalten, bei dem gleichzeitig jedoch auch der Zustand aller Batteriezellen mit eingeht, besonders gut gesteuert werden.

**[0024]** Bei einer besonderen Ausführungsform der Erfindung wird ein symmetrisches Wahrscheinlichkeitsfenster mit einer derartigen Breite gewählt, dass der untere Rand und der obere Rand des Wahrscheinlichkeitsfensters nicht über die Wahrscheinlichkeitsgrenzwerte von 0 Prozent beziehungsweise 100 Prozent hinausgehen.

**[0025]** Auf diese Weise kann unter anderem jederzeit sichergestellt werden, dass eine funktionierende Justierung durch endlich große Gütefaktoren in einem effektiv wirksamen Bereich erfolgt.

**[0026]** Die Erfindung ist auf eine Vielzahl von Regelungsmechanismen anwendbar, bei denen ein Ansteuerungssignal, das für alle Batteriezellen oder Batteriemodule bestimmt ist, verwendet wird.

**[0027]** Die Erfindung kann insbesondere bei einer Regelung eingesetzt, die mittels eines pulsweitenmodulierten Signals durchgeführt wird. So ist es bei einer vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, zur Regelung der Batteriespannung ein pulsweitenmoduliertes Signal insbesondere als das zentrale Ansteuerungssignal zu verwenden. Alternativ oder zusätzlich ist es dabei vorgesehen, die Regelung derart auszugestalten, dass das pulsweitenmodulierte Signal als Steuergröße in einem Regelkreis zur Regelung der Batteriespannung eingesetzt wird.

**[0028]** Somit kann erfindungsgemäß auf besondere Weise eine vom Ladungszustand der Batteriezellen unabhängige funktionsfähige Regelung der Batteriespannung ermöglicht werden. Dies kann insbesondere dadurch erreicht werden, dass beispielsweise im Falle eines höheren mittleren Ladezustands der Zellen über die Regeleinheit ein anderes pulsweitenmoduliertes Signal mit einem niedrigeren Tastverhältnis zum Zuschalten der Zellen generiert wird.

**[0029]** Bevorzugt ist die erfindungsgemäße Batterie eine Lithium-Ionen-Batterie. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben und in der Beschreibung beschrieben.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0030]** Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen im Detail beschrieben. In den Zeichnungen ist:

**[0031]** Fig. 1 ein Prozessablaufdiagramm einer Berücksichtigung von Betriebsparametern für eine Ansteuerung einer schaltbaren Batteriezelle, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0032]** Fig. 2 ein Diagramm mit der Position und Verteilung der Einschaltwahrscheinlichkeit für eine bestimmte Batteriezelle, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0033]** Fig. 3 ein Diagramm, das die Veränderung der Einschaltwahrscheinlichkeit durch einen bei der Batteriezelle vorliegenden Gütefaktor veranschaulicht, gemäß einer Ausführungsform der Erfindung,

**[0034]** Fig. 4 Diagramme, die die zur Verfügung stehenden möglichen Breiten für ein Einschaltwahrscheinlichkeitsfenster veranschaulichen, gemäß noch einer Ausführungsform der Erfindung, und

**[0035]** Fig. 5 ein Prinzipschaltbild einer Ansteuerung einer Batteriezelle mit einer Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit gemäß einer Ausführungsform der Erfindung.

## Ausführungsformen der Erfindung

**[0036]** In der **Fig. 1** wird ein Prozessablaufdiagramm gezeigt, aus dem das Prinzip der Berücksichtigung von bei der Batteriezelle vorliegenden aktuellen Betriebsparametern **11**, **12** bei einer Ansteuerung einer schaltbaren Batteriezelle ersichtlich ist. Dabei bezeichnet **P1** eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit oder Wahrscheinlichkeitsvorgabe, die einer Batteriezelle oder einer für eine Batteriezelle zuständigen Ansteuerungselektronik als Vorgabewert übergeben wird. Die Wahrscheinlichkeitsvorgabe beziehungsweise die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** wird als zentrales Ansteuerungssignal von einer in der Batterie angeordneten Regeleinheit (nicht dargestellt) erzeugt. Die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** wird in Schritt **13** verarbeitet. Dies kann mit einer Wichtungsfunktion verglichen werden. So werden in Schritt **13** die Betriebsparameter **11**, **12**, wie beispielsweise Ladezustand und Alterungszustand, die für den Betrieb der Batteriezelle relevant sind, verarbeitet. Dies können erste Betriebsparameter **11** sein, welche die Batteriezelle direkt betreffen, beispielsweise der Ladezustand der Batteriezelle oder aber auch die Zelltemperatur oder der Zellinnendruck. Ferner werden auch zweite Betriebsparameter **12** der Batterie berücksichtigt, die bei anderen Batteriezellen oder für die Batterie insgesamt gemessen oder ermittelt werden und ebenfalls Einfluss auf die vorzunehmende Ansteuerung der hier betrachteten Batteriezelle nehmen. Beispielsweise kann ein Betriebsparameter **12** der Batterie ein mittlerer Ladezustand aller Batteriezellen sein, woraufhin verfahrensgemäß ein Ladezustand der betrachteten Batteriezelle zu dem mittleren Ladezustand in Relation gesetzt wird. Als Ergebnis der Verarbeitung gemäß Schritt **13** wird eine Ist-Einschaltwahrscheinlichkeit **P2** ausgegeben, die den Batteriezellenzustand berücksichtigt und mit der die Batteriezelle dann tatsächlich angesteuert wird.

**[0037]** Die ermittelte Ist-Einschaltwahrscheinlichkeit **P2** wird für die jeweilige Batteriezelle in Schritt **14** noch mittels eines Zufallsalgorithmus verarbeitet.

**[0038]** Somit wird kann erreicht werden, dass die Batteriezellen insgesamt gemäß der jeweiligen Ist-Einschaltwahrscheinlichkeiten **P2** angesteuert werden, wobei sich aus der Regelung ergibt, dass Gesamtspannung der Batterie mit der gewünschten Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** korrespondiert. Gleichzeitig wird sichergestellt, dass sich keine ungewollte Synchronisation der Batteriezellen ergibt, die zu unerwünschten Spannungsrippeln bei der Batteriespannung führt.

**[0039]** In Schritt **15** wird die jeweilige Batteriezelle mit der bestimmten Ist-Einschaltwahrscheinlichkeit **P2** angesteuert und wechselweise an- und ausgeschaltet, das heißt dem Batteriestrang zugeschaltet oder leitend überbrückt.

**[0040]** Die Vorgehensweise nach **Fig. 1** zeigt lediglich das zugrundeliegende allgemeine Prinzip einer individuellen Anpassung einer Ansteuerungseinschaltwahrscheinlichkeit für Batteriezellen. Erfindungsgemäß werden die verschiedenen gemessenen und ermittelten Betriebsparameter **11**, **12** für eine einzelne Batteriezelle, wie beispielsweise eine Zellspannung, eine Ladezustand, ein Alterungszustand, und so weiter, ferner mittels einer Berechnungsfunktion zu einem Gütefaktor **G** zusammengeführt, wobei der Gütefaktor **G** entsprechend normiert wird, beispielsweise auf  $\pm 1$ .

**[0041]** Die folgenden **Fig. 2** bis **Fig. 4** zeigen, wie ein ermittelter Gütefaktor bei bestimmten Ausführungsformen der Erfindung auf eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** Einfluss nimmt.

**[0042]** In **Fig. 2** ein Diagramm mit der Position der Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** und der Verteilung der Einschaltwahrscheinlichkeit **P** für eine bestimmte Batteriezelle gezeigt. Die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1**, die sich aus dem zentralen Ansteuerungssignal ergibt, nimmt hier einen beispielhaften Wert zwischen 0 Prozent und 100% an. Bei einem Wert von 0 Prozent wäre die Batteriezelle immer ausgeschaltet und überbrückt, wohingegen 100% ein konstantes Einschalten der Batteriezelle bedeutet.

**[0043]** Ferner wird, wie in **Fig. 2** gezeigt, ein Wahrscheinlichkeitsfenster **21** um die vorgegebene Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** angeordnet, wobei bei einem Gütefaktor **G** von  $+1$  die Einschaltwahrscheinlichkeit **P** für die individuelle Zelle an den rechten beziehungsweise oberen Rand **23** des Wahrscheinlichkeitsfensters **21** gelegt wird und für einen Gütefaktor **G** von  $-1$  die Einschaltwahrscheinlichkeit **P** an den linken beziehungsweise unteren Rand **22** des Wahrscheinlichkeitsfensters **21** gelegt wird. Damit wird die Batteriezellenindividuelle Einschaltwahrscheinlichkeit **P** ausgehend von der Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** beziehungsweise ausgehend von dem zentralen Ansteuerungssignal entsprechenden Wert nach rechts oder nach links verschoben, das heißt erhöht oder erniedrigt. In der **Fig. 3** ist speziell eine Verschiebung nach rechts zu einem höheren Wert der Einschaltwahrscheinlichkeit **P** hin explizit dargestellt.

**[0044]** In der **Fig. 4** werden Diagramme gezeigt, die die zur Verfügung stehenden möglichen Breiten **41** für ein Einschaltwahrscheinlichkeitsfenster **21** veranschaulichen. So wird gemäß der in **Fig. 4** gezeigten Ausführungsform vorgeschlagen, das Wahrscheinlichkeitsfenster **21** symmetrisch um die vom zentralen Steuergerät vorgegebene Einschaltwahrscheinlichkeit **P1** zu legen. Dabei wird die Breite **41** des Wahrscheinlichkeitsfensters **21** so gewählt wird, dass es maximal bis zum 0% oder 100%-Wert heranreicht. Alternativ kann die Breite **41** des Wahrscheinlich-

keitsfensters **21** insbesondere für mittlere Einschaltwahrscheinlichkeiten  $P$  auch auf einen Maximal-Wert beschränkt werden.

**[0045]** Obwohl in den hier diskutierten Ausführungsbeispielen jeweils Gütefaktoren  $G$  für die Ansteuerung verwendet werden, ist die Erfindung jedoch nicht auf diese besonderen Ausführungsformen mit Gütefaktoren beschränkt sondern kann auch ohne Gütefaktoren vorteilhaft angewendet werden.

**[0046]** In der **Fig. 5** wird ein Prinzipschaltbild einer Ansteuerung einer Batteriezelle **51** mit einer Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit  $P1$  gemäß einer Ausführungsform der Erfindung gezeigt. Durch eine Regelungselektronik **57** wird die aktuelle Batteriespannung  $U_{HV}$  mit der gewünschten Sollspannung  $U_0$  verglichen. Die in der Batterie zentral für alle Batteriezellen **51** zuständige Regelungselektronik **57** erzeugt ein entsprechendes Ansteuerungssignal, das die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit  $P1$  umfasst und an alle Batteriezellen **51** übermittelt wird, von denen in der Zeichnung nur eine einzige Batteriezelle **51** explizit dargestellt ist. Wie in der **Fig. 5** ferner dargestellt wird, kann das Ansteuerungssignal beziehungsweise die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit  $P1$  über einen Isolator **56**, der die Batteriezelle **51** von der Hochvoltseite der Batterie trennt, übermittelt und einem der Batteriezelle **51** zugeordneten Mikrocontroller **55** übergeben werden. Der Mikrocontroller führt einen Zufallsalgorithmus auf, der die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit und optional zusätzlich einen Batteriezellindividuellen Gütefaktor  $G$  verarbeitet. Basierend auf den Zufallsalgorithmus wird eine Treiberschaltung **54** für die Transistoren **52, 53** angesteuert, durch die die Batteriezelle **51** dem entsprechenden Batteriestrang zugeschaltet wird oder in dem Batteriestrang leitend überbrückt wird.

**[0047]** Neben der vorstehenden schriftlichen Offenbarung der Erfindung wird hiermit explizit zur Ergänzung der Offenbarung auf die zeichnerische Darstellung der Erfindung in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** Bezug genommen.

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer Batteriespannung einer Batterie, die eine Mehrzahl von selektiv zu einem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen (**51**) mit einer jeweiligen Ansteuerungsschaltung umfasst, wobei bei dem Verfahren die Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) durch wechselweises Ansteuern (**15**) der Batteriezellen (**51**) auf eine gewünschte Sollspannung ( $U_0$ ) geregelt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass an eine oder mehrere Ansteuerungsschaltungen der Batteriezellen (**51**) eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P1$ ) übermittelt wird, so dass die eine oder mehreren Batteriezellen

(**51**) jeweils mit einer zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P2$ ) geschaltet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P1$ ) an alle Batteriezellen (**51**) des Batteriestrangs übermittelt wird und für jede Batteriezelle (**51**) jeweils denselben Wert annimmt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei mittels der Ansteuerungsschaltungen jeweils eine Zufallsfunktion implementiert wird, gemäß der die jeweilige Batteriezelle (**51**) mit der ihr zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P2$ ) zugeschaltet oder überbrückt wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei durch eine Regelungselektronik (**57**) die Sollspannung ( $U_0$ ) mit der aktuellen Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) verglichen wird, wobei, wenn ermittelt wird, dass die aktuelle Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) kleiner ist als die Sollspannung ( $U_0$ ), die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P1$ ) erhöht wird, und, wenn ermittelt wird, dass die aktuelle Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) größer ist als die Sollspannung ( $U_0$ ), die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P1$ ) verringert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P2$ ) einer Batteriezelle (**51**) innerhalb eines Wahrscheinlichkeitsfensters (**21**) zugewiesen wird, das insbesondere symmetrisch um einen derartigen Soll-Einschaltwahrscheinlichkeitswert ( $P1$ ) gelegt wird, der einer aktuellen Größe des zentralen Ansteuerungssignals entspricht.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Einschaltwahrscheinlichkeiten ( $P$ ) der Batteriezellen durch Gütefaktoren ( $G$ ) angepasst werden, die jeweils entsprechend einem vorliegenden Batteriezellenzustand gewählt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei ein jeder Gütefaktor ( $G$ ) jeweils anhand einer Mehrzahl von Betriebsparametern (**11, 12**) einer Batteriezelle (**51**) zusammenfassenden Berechnungsfunktion, insbesondere anhand einer einen Ladezustand, einen Alterungszustand, eine Zelltemperatur, einen Zellinnendruck, eine Batteriestromrichtung, und/oder einen oder mehrere andere Betriebsparameter zusammenfassenden Berechnungsfunktion ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei ein Gütefaktor ( $G$ ) in Abhängigkeit von Werten der jeweiligen für eine bestimmte Batteriezelle (**51**) zusammengefassten Betriebsparameter (**11, 12**) als eine insbesondere dimensionslose Zahl mit negativem oder positivem Vorzeichen bestimmt wird, wobei wenn für eine bestimmte Batteriezelle (**51**) ein negativer Gütefaktor ( $G$ ) bestimmt wird, die der Batteriezelle (**51**) zugewiesene Einschaltwahrscheinlichkeit ( $P2$ ) verringert

wird, und wenn für eine bestimmte Batteriezelle (**51**) ein positiver Gütefaktor (G) bestimmt wird, die der Batteriezelle (**51**) zugewiesene Einschaltwahrscheinlichkeit (P2) erhöht wird, und/oder wobei der Gütefaktor (G) normiert wird, so dass ein unterer Rand (**22**) oder ein oberer Rand (**23**) des Wahrscheinlichkeitsfensters (**21**) einem Gütefaktor (G) mit dem Betrag 1 entspricht.

9. Batterie, die mindestens eine Batteriestrang mit mehreren durch Ansteuerung (**15**) dem Batteriestrang zuschaltbaren und überbrückbaren Batteriezellen (**51**), Erfassungsmittel zum Erfassen von Betriebsparametern (**11**, **12**) der Batteriezellen (**51**), und eine Regelungselektronik (**57**) zum Regeln einer Batteriespannung ( $U_{HV}$ ) aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Regelungselektronik (**57**) dazu eingerichtet ist, mittels eines zentralen Ansteuerungssignals eine Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit (P1) an die Ansteuerungsschaltungen jeder Batteriezelle (**51**) zu übermitteln, und die Ansteuerungsschaltungen dazu eingerichtet sind, basierend auf die Soll-Einschaltwahrscheinlichkeit (P1) eine jeweilige Batteriezelle (**51**) mit einer der Batteriezelle (**51**) zugewiesenen Einschaltwahrscheinlichkeit (P2) zu schalten.

10. Kraftfahrzeug, das einen Elektromotor und die Batterie nach Anspruch 9 zur Versorgung des Elektromotors mit elektrischer Energie umfasst.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

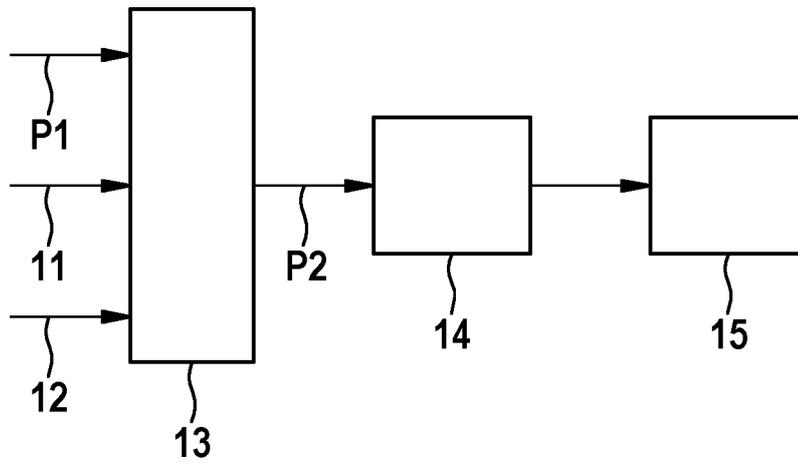


Fig. 1

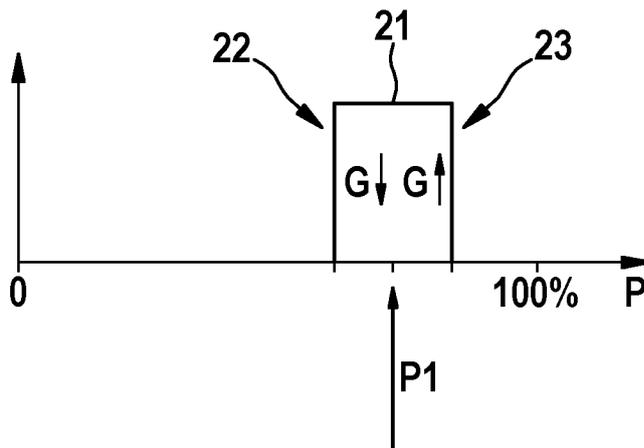


Fig. 2

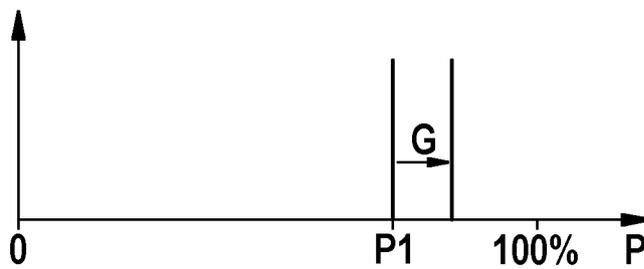


Fig. 3

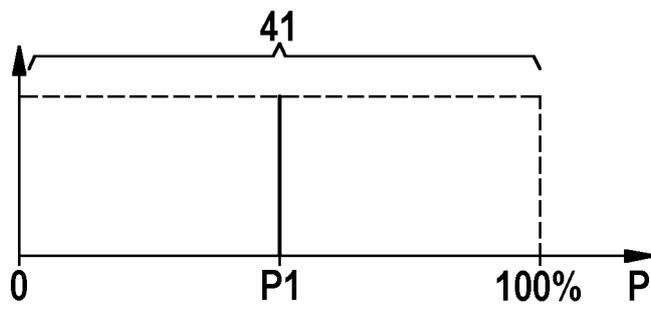
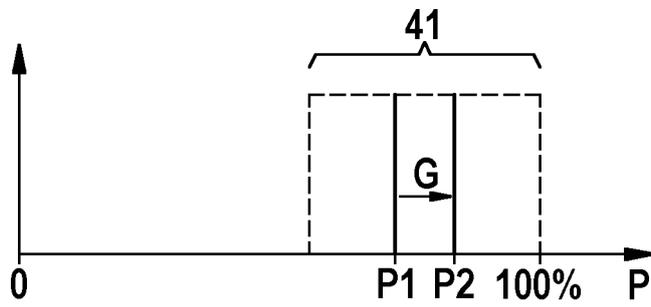


Fig. 4

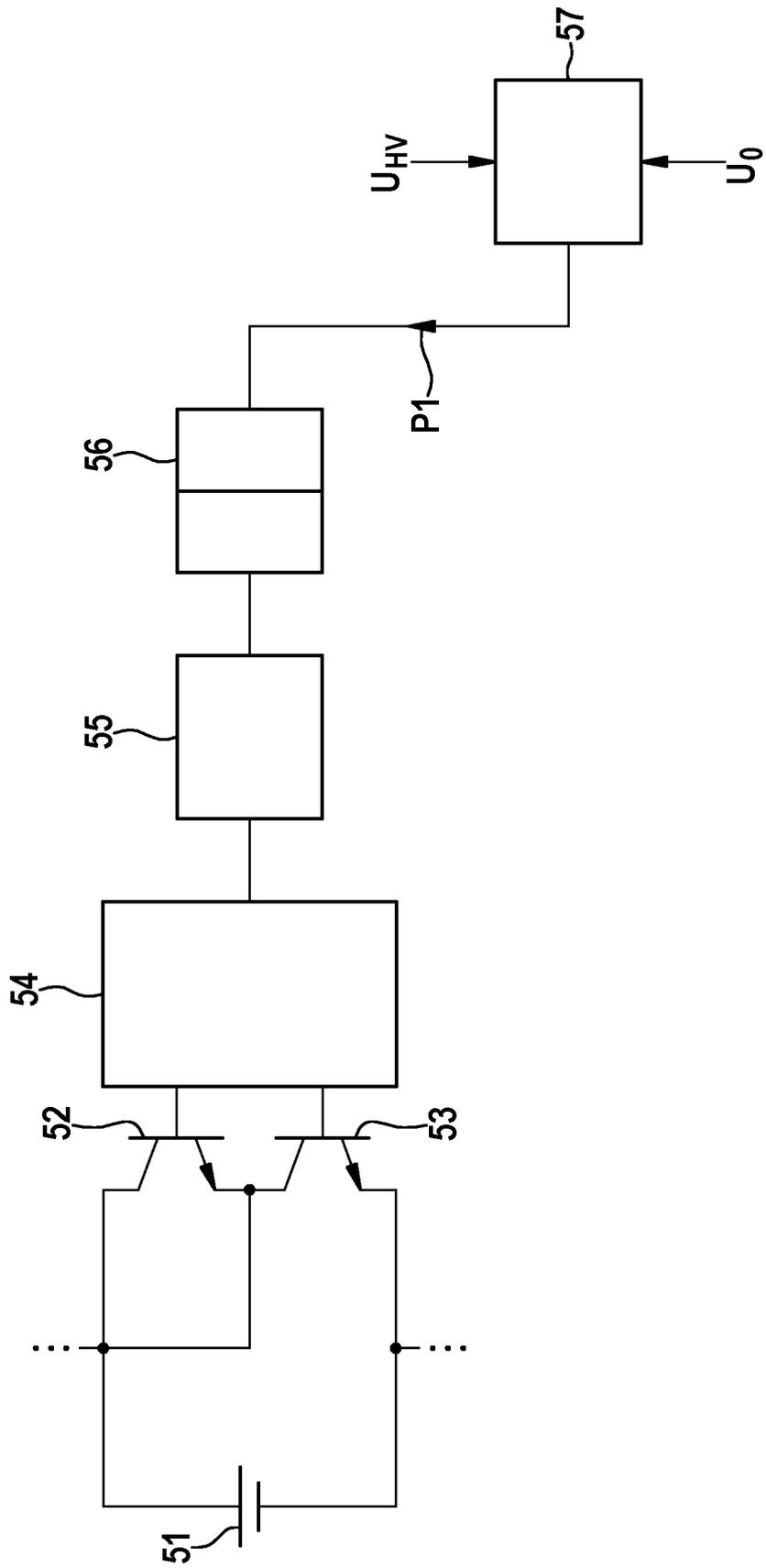


Fig. 5