

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 163/2006**
(22) Anmeldetag: **02.02.2006**
(43) Veröffentlicht am: **15.04.2007**

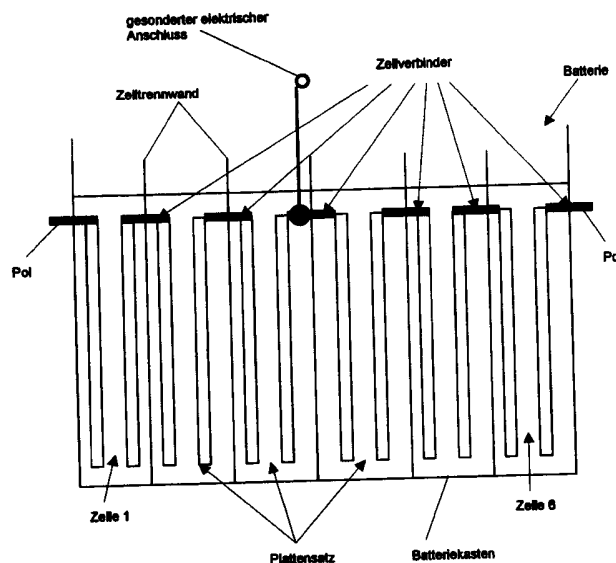
(51) Int. Cl.⁸: **H01M 10/44** (2006.01)

(73) Patentanmelder:

WIEGER MARTIN DIPL.ING.
A-7041 WULKAPRODERSDORF (AT)

(54) **VERFAHREN UND ANORDNUNG ZUR VERÄNDERUNG DES LADE- UND GESUNDHEITZUSTANDES (SOC, SOH) BEI AKKUMULATOREN**

(57) Säureschichtungen werden bei Akkumulatoren vornehmlich durch die Einwirkung der Schwerkraft auf den Elektrolyten erzeugt und führen zu einer signifikanten Reduktion der Leistungsfähigkeit des Akkumulators. Die gegenständliche Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Anordnung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes von Akkumulatoren, bei dem der Akkumulator in elektrische Teileinheiten unterteilt wird, die individuell durch einen gesonderten und gegebenenfalls dem Arbeitsstrom des Akkumulators überlagerten Stromfluss beaufschlagt werden.



Zusammenfassung

5 Säureschichtungen werden bei Akkumulatoren vornehmlich durch die Einwirkung der Schwerkraft auf den Elektrolyten erzeugt und führen zu einer signifikanten Reduktion der Leistungsfähigkeit des Akkumulators. Die gegenständliche Erfindung beschreibt ein Verfahren und eine Anordnung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes von Akkumulatoren, bei dem der Akkumulator in elektrische Teileinheiten unterteilt wird, die individuell durch einen gesonderten und gegebenenfalls dem Arbeitsstrom des Akkumulators überlagerten Stromfluss beaufschlagt werden.

Fig. 1

10

Verfahren und Anordnung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes (SOC, SOH) bei Akkumulatoren

Beschreibung:

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erhöhung des Lade- und Gesundheitszustandes (SOC – state of charge, SOH – state of health) von Akkumulatoren durch die Ausführung einer neuartigen Methode zum Abbau von Elektrolytschichtungen.

10 Säureschichtungen, vornehmlich in horizontaler Ausrichtung, werden bei Blei/Säure-Akkumulatoren vornehmlich durch die Einwirkung der Schwerkraft auf den Elektrolyten generiert. Sie treten grundsätzlich immer auf, bereits fabrikneue Batterien weisen nach Abschluss der Produktion Säureschichtungen auf. Auch Blei/Säure-Akkumulatoren mit anderen Technologien zur Bindung des Elektrolyten (z.B. Gel oder AGM) sowie Batterieausführungen in unterschiedlichen mechanischen Bauformen der Batterien bzw. Batteriezellen sind davon betroffen.

- 15 Die Säureschichtung wird später im Einsatz in ihrem Anwendungsbereich insbesondere durch Entladeprozesse ohne nachfolgende vollständige Wiederaufladung der Batterie verstärkt. Das Auftreten von Säureschichtungen führt primär zu einer signifikanten Reduktion der Leistungsfähigkeit des Akkumulators. Sekundär führt sie zu einer inhomogenen Abnutzung und Alterung der Platten einer Batterie, bedingt durch die höhere Säuredichte im unteren Bereich und die geringere Säuredichte im oberen Bereich der einzelnen Zellen der Batterie. Folgeschäden, wie z.B. Korrosion, Abschlämmung und Sulfatierung und damit verbunden auch eine schnellere Alterung der Batterie resultieren weiters aus dem Umstand, dass die Säure in Batterien geschichtet ist.

Bedingt durch mehrere Gründe, insbesondere aber durch zunehmende

- 25 - zyklische Belastungen,
- nicht ausreichende Wiederaufladungen und
- eine feste mechanische Einbauweise

30 treten bei Blei/Säure-Akkumulatoren vornehmlich im Einsatzbereich von KFZ (Starterbatterien, Bordnetz Batterien), aber auch bei Batterien im Einsatz bei stationären Anlagen (USV-Anlagen, Solaranlagen, etc.) zunehmend Säureschichtungen auf. Als „nicht ausreichende Wiederaufladung“ ist ein Ladungsvorgang dann zu bezeichnen, wenn entweder in Folge einer unzureichenden Ladespannung, einer zu kurzen Ladezeit oder einer zu geringen Mobilität der Ionen (z.B. bedingt durch tiefe Temperaturen) es zu keiner vollständigen Rückführung des gebildeten Entladungsproduktes (Bleisulfat) kommt bzw. die Ladung nicht ausreicht, um den Elektrolyten durch auftretende chemische Prozesse (insbesondere Gasung) zur Durchmischung und damit Beseitigung der Säureschichtung zu bringen.

40 Der Vorgang der Durchmischung der Säure durch Gasblasenbildung durch die aktive Masse in den Zellen eines Akkumulators funktioniert demaßen, dass der Elektrolyt durch die Aufwärtsbewegung der einzelnen Gasblasen bewegt wird. Bedingt durch die Konzentration der Gasblasen im oberen Bereich der Zelle werden vorab die höher gelegen Teile des Elektrolyten bewegt. Erst bei fortschreitender Gasung über einen längeren Zeitraum werden auch die tiefer liegenden Bereiche der Zelle durchmischt.

- 45 Zweck der vorliegenden Erfindung ist es, auftretende Säureschichtung rückzuführen bzw. das Auftreten von Schichtungen zu vermeiden. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren und einer entsprechenden Anordnung zur Durchführung des Verfahrens gelöst. Durch Anwendung der Erfindung können Säureschichtungen in Blei/Säure-Batterien rückgeführt bzw. vermieden werden. Damit wird erreicht, dass die Leistungsfähigkeit des Akkumulators ohne Schichtung der Säure zurück gewonnen wird und das Auftreten
- 50



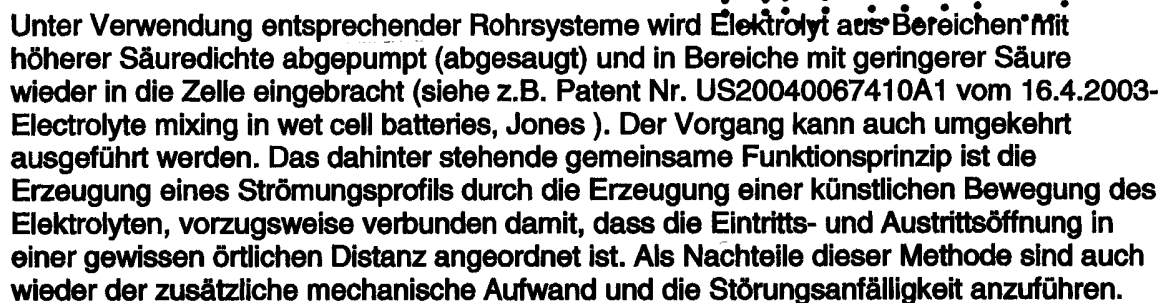
- 10 Bekannte Verfahren zum Abbau der Säureschichtung basieren entweder auf einer konventionellen Ladung der Batterie oder auf einer gesondert generierten Methode zur Erzielung einer Bewegung (Umwälzung) des Elektrolyten.

15 Gasungsgrenze der verwendeten Batterietechnologie geladen werden. Die sich daraus
bildenden Reaktionsprodukte (vornehmlich Gasblasen) und die sich einstellenden
Diffusionskräfte (Diffusionsunterschied zwischen der inneren und äußeren Säure) führen zur
Ausbildung von Strömungsprofilen, die letztendlich zu einem Abbau der Schichtung des
Elektrolyten führen. Die unterschiedlichen entsprechenden Lademethoden (Gleich-,
20 Wechselstrom- und Mischstromladeverfahren) entsprechen grundsätzlich dem Stand der
Technik.

- Verwendung von Hilfselektroden

- Einblasen von Gasen

- **Einsatz von Elektrolytpumpen**



Bekannt ist auch die Verwendung mechanischer Rührelemente im Inneren der Batterie, die auch zu einer Durchwirbelung und damit Umwälzung des Elektrolyten führen (siehe z.B. Patent Nr. JP63055852AA vom 26.8.1986, LEAD STORAGE BATTERY AOYANAGI). Nachteil dieses Verfahrens ist – neben dem zusätzlichen mechanischen Aufwand zur Installation des Rührelements – die Störungsanfälligkeit einer solchen Einheit.

- **Verwendung äußerer mechanischer Vorrichtungen zur Durchmischung des Elektrolyten**

Zu dieser Gruppe der Elektrolytbewegung zählt auch die Durchmischung in Folge der natürlichen Fahrbewegungen beim Einsatz der Batterie in mobilen Anwendungen.

Die Nachteile der zuvor beschriebenen Methoden zum Abbau von Elektrolytschichtungen bei Akkumulatoren (Anordnung einer oder mehrerer Akkumulatoreinzelzellen in einem gemeinsamen Gehäuse), insbesondere bei Blei/Säure-Akkumulatoren, werden erfindungsgemäß entsprechend dem nachfolgend ausgeführten Verfahren gelöst:

Die Gesamteinheit des Akkumulators wird in elektrische Teileinheiten untergliedert. Die Maximalanzahl der möglichen elektrischen Unterteilungen entspricht der Zellenanzahl des Akkumulators. Es kann z.B. eine 12V – Starterbatterie entsprechend der vorhandenen Anzahl von Einzelzellen in max. 6 elektrische Teileinheiten aufgeteilt werden. Die minimale Anzahl der Aufteilungen ist eins, d.h. im vorgien Beispiel wird die 12V – Batterie einmal unterteilt, wobei dann zwei Gruppen zu je 3 Zellen gebildet werden (siehe Fig. 1).

-3-

2) Anordnung zur zeitweisen oder permanenten Durchführung des Verfahrens ohne Vorhandensein einer externen, netzabhängigen Spannungsversorgung

Von besonderer Bedeutung, insbesondere im Einsatz bei mobilen Anwendungen, ist eine Anordnung des erfindungsgemäßen Verfahrens, wenn keine externe Spannungsversorgung zur Verfügung steht. Dies trifft vornehmlich auf alle Einsatzgebiete von Akkumulatoren im Bereich von Starter- und Bordnetz-Batterien für KFZ zu, aber auch bei Anwendungen, wo unsymmetrische Belastungen – bedingt entweder durch die Auslegung des Bordnetzes, oder durch eine unterschiedliche Alterung der eingesetzten Batterien (in der Praxis der Standardfall) auftreten, vorkommen.

Eine weitere Abgrenzung zum Stand der Technik ist dabei dahingehend zu treffen, dass Schaltungen zur Strom- bzw. Spannungsaufteilung (bei seriell und / oder parallel geschalteten Batterien), so genannte „Equalizer“, als bekannt vorauszusetzen sind. Die Abgrenzung zu derartigen Systemen besteht darin, dass diese Gerätschaften lediglich eine Symmetrierung des Ladestroms durch eine möglichst gleichförmige Aufteilung des Ladestroms oder der Ladespannung auf alle Batterien bewirken. Die Möglichkeit zur Herstellung einer Veränderung der Spannungslage, insbesondere angewendet auf (eine) einzelne definierte Zelle(n) oder auch auf ganze Batterien, wurde dabei allerdings noch nicht beschrieben.

Eine Möglichkeit zur Erzeugung des erfindungsgemäßen Stromflusses zur Beeinflussung (einer) einzelnen(r) Zelle(n), bei Systemen ohne externe Spannungsversorgung, besteht darin, aus der vorhandenen Spannung (Bordnetzspannung, Betriebsspannung des Elektrofahrzeuges, etc.) mittels einer geeigneten Spannungswandlerschaltung (Gleichspannungswandlerschaltung mit oder ohne internen oder externen Wechsellspannungswandlerschaltung, Schaltungen zur Spannungsvervielfachung oder Spannungsteilung, aktiv bzw. passiv) diejenigen Ströme (Lade- oder Entladeströme) herzustellen, die für die Beaufschlagung der definierten Zelle(n) erforderlich ist. Bei den angeführten Schaltungen kann es sich auch um Schwingkreise handeln, in die die definierte(n) Zelle(n) eingebunden sind.

Als ein konkretes Beispiel für eine Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens dazu wäre eine 12V – Starterbatterie für KFZ anzuführen. Die Schaltung zur Spannungsteilung kann z.B. mit einem DC/DC – Wandler realisiert werden, welcher eingangsspannungsseitig aus dem Bordnetz des Fahrzeuges versorgt wird. Ausgangsseitig liefert der Wandler die, zur Manipulation an einer oder mehreren definierten Zellen erforderlichen Ströme und Spannungen. Auch die umgekehrte Vorgangsweise, nämlich die Entnahme von Energie aus einer oder mehreren definierten Einzelzellen (Entladung) und Einspeisung dieser Energie in das Bordnetz des Fahrzeuges ist beschrieben.

Als besonderer Vorteil dieser Methode ist anzuführen, dass auf diese Weise eine technische Möglichkeit geschaffen wird, eine oder mehrere definierte Zellen einer Batterie dermaßen mit Spannungen und Stromflüssen zu versorgen, dass in ihr / in ihnen eine Gasung entsteht, welche zum nachhaltigen Abbau von Schichtungen des Elektrolyten ausgenutzt werden können. Damit können sämtliche Folgen aus der Schichtung des Elektrolyten a priori vermieden werden. Wechselwirkungen mit dem Fahrzeug / dem Bordnetz des Fahrzeuges treten nur dann auf, wenn die Leerlaufspannung zuzüglich einem allfälligen Spannungshub an einer einzelnen Zelle / an mehreren Zellen über die Bordnetzspannung (Reglerspannung) des Fahrzeuges steigt, wie dies z.B. bei stark entladene Batterien und / oder einem Betrieb des Fahrzeuges im Modus der Unterladung (Generator des Bordnetzes kann den Gesamtenergieverbrauch sämtlicher Verbraucher nicht bereitstellen), bzw. auch bei einem Defekt am Generatorsystem erfolgen kann. Als einzige Konsequenz in einem dieser Fälle tritt der Zustand ein, dass – bei der Durchführung von Ladeprozessen an einer oder mehreren einzelnen definierten Zellen – erst nach Kompensation des Gesamtentladestroms, welcher aus der Batterie entnommen wird (Entladestrom) in voller Höhe durch die Elektronik ein Stromfluss in Richtung Aufladung der definierten Zelle(n)

001075

erreicht werden kann. Eine Beeinflussung oder Wechselwirkung mit dem Bordnetz tritt auch in diesem Fall nicht ein. Zweckmäßiger Weise wird die Funktion der Elektronik (DC/DC – Wandler) unter einer gewissen Spannungsgrenze abzustellen sein, wobei dies keine Einschränkung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. dessen Anordnung zur Durchführung darstellt.

Gleichermaßen stellt es keine Einschränkung des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. dessen Anordnung zur Durchführung dar, wenn die Versorgung der Elektronik zur Bereitstellung der Stromflüsse ausschließlich aus der Energie des Akkumulators selbst aufgebracht wird. Aus praktischer Sicht kommt dieser Variante allerdings tendenziell eher eine untergeordnete Bedeutung zu.

Patentansprüche:

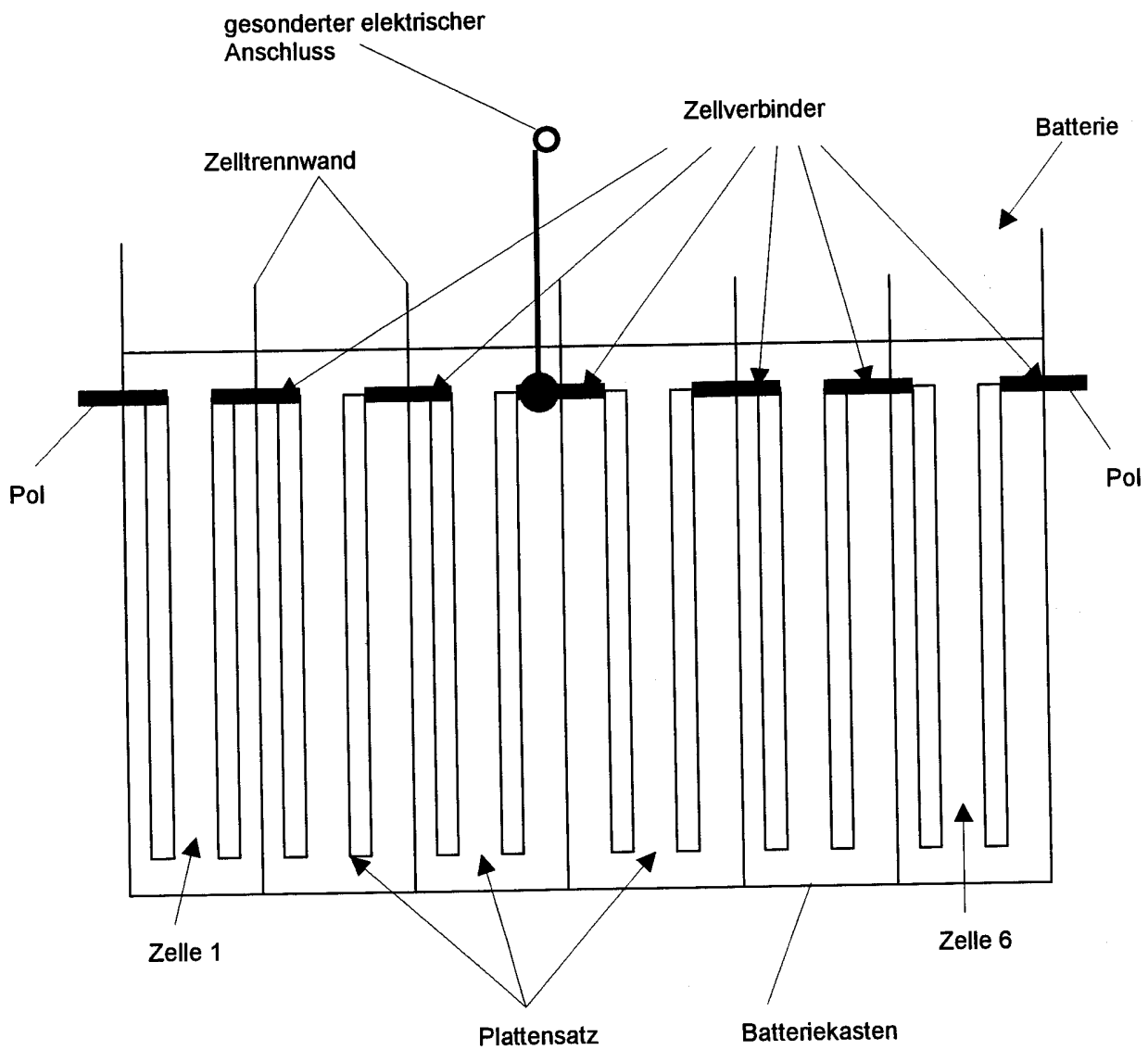
Patentansprüche:

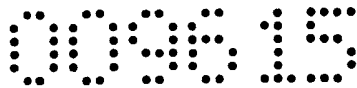
- 1) Verfahren zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes (SOC, SOH) von Akkumulatoren, gekennzeichnet dadurch, dass eine individuelle Beaufschlagung einzelner, definierter Zellen eines Akkumulators durch einen gesonderten und gegebenenfalls dem Arbeitsstrom des Akkumulators überlagerten Stromfluss generiert wird, welcher vorübergehend oder permanent über vorhandene oder gesondert hinzugefügte Kontaktierungen an einzelnen, definierten Zelle eingeprägt wird und welcher damit speziell auf diese einzelnen, definierten Zellen zwecks Ladung oder Entladung einwirkt.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator (Gesamttakkumulator) als Kombinationsschaltung aus mehreren einzelnen, seriell oder parallel verschalteten Akkumulatoren (Teilakkumulatoren, Zellverbünden) aufgebaut ist.
- 3) Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass die Anwendung an einer Zelle oder an Zellverbünden des Akkumulators (Gesamttakkumulators) mehrerer unterschiedlicher Teilakkumulatoren (Zellverbünde) erfolgt.
- 4) Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Beaufschlagung mit einem gesonderten Stromfluss vornehmlich der Bildung von Gasblasen zur Beseitigung von Elektrolytschichtungen dient.
- 5) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Beaufschlagung mit einem gesonderten Stromfluss mindestens an einer einzelnen Zelle des Akkumulators und höchstens an n-1 Zellen des Akkumulators, wobei n die Gesamtzellenanzahl des Akkumulators darstellt, erfolgt. Bei Verschaltung von Verbänden von Akkumulatoren erweitert sich die Anzahl n der Zellen auf die Gesamtzellenanzahl der seriell oder parallel verschalteten Einzelzellen.
- 6) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Richtung der eingepprägten, elektrischen Ströme entweder mit der Richtung eines allfällig vorhandenen Arbeitsstromes des Akkumulators übereinstimmen oder zu dieser Richtung entgegengesetzt orientiert sind.
- 7) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Richtungen der, an mehreren unterschiedlichen Zellen eingepprägten, elektrischen Ströme, voneinander abweichen können.
- 8) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die eingepprägten elektrischen Ströme aus Gleich-, Wechsel- oder Mischströmen bestehen können und dass die Einprägung sowohl durch eine Strom- als auch durch eine Spannungsquelle vorgenommen werden kann.
- 9) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die, zur Einprägung des Stromflusses vorgesehenen Kontaktierungen zusätzlich zum Monitoring des Batteriezustandes (SOC, SOH) und / oder zum Energiemanagement dieser Zellen verwendet werden.
- 10) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator während der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes einer mechanischen Bewegung unterzogen wird.
- 11) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator während der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes einer zusätzlichen mechanischen Säureumwälzung unterzogen wird.
- 12) Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, dass zur Energieversorgung derjenigen Einheit, welche die Stromflüsse für die Veränderungen an den einzelnen,



- Kombinationsschaltungen vollständiger Akkumulatoren (in Serie oder parallel) mit einzelnen, definierten Zellen (ebenfalls in Serie oder parallel) vorliegen, oder
- Kombinationsschaltungen einzelner, definierter Zellen mehrerer Akkumulatoren (in Serie oder parallel geschaltet) vorliegen, oder
- vollständige Akkumulatoren bei gleichzeitig und gemeinsam eingesetzten Batteriesystemen (in Serie oder parallel geschaltet) vorliegen.

13) Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, dass die Energieversorgung derjenigen Einheit, welche die Stromflüsse für die Veränderungen an den einzelnen, definierten Zellen hervorruft, zeitweise oder permanent ohne eine externe, netzabhängige Spannungsversorgung ausgeführt wird.

Bild 1:**Fig. 1**



Patentansprüche:

- 1) Verfahren zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes (SOC, SOH) von Akkumulatoren, gekennzeichnet dadurch, dass eine individuelle Beaufschlagung einzelner, definierter Zellen eines Akkumulators durch einen gesonderten und gegebenenfalls dem Arbeitsstrom des Akkumulators überlagerten Stromfluss generiert wird, welcher vorübergehend oder permanent über vorhandene oder gesondert hinzugefügte Kontaktierungen an einzelnen, definierten Zelle eingepägt wird und welcher damit speziell auf diese einzelnen, definierten Zellen zwecks Ladung oder Entladung einwirkt.
- 2) Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator (Gesamttakkumulator) als Kombinationsschaltung aus mehreren einzelnen, seriell oder parallel verschalteten Akkumulatoren (Teilakkumulatoren, Zellverbünden) aufgebaut ist.
- 3) Verfahren nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass die Anwendung an einer Zelle oder an Zellverbünden des Akkumulators (Gesamttakkumulators) mehrerer unterschiedlicher Teilakkumulatoren (Zellverbünde) erfolgt.
- 4) Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, gekennzeichnet dadurch, dass die Beaufschlagung mit einem gesonderten Stromfluss vornehmlich der Bildung von Gasblasen zur Beseitigung von Elektrolytschichtungen dient.
- 5) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Beaufschlagung mit einem gesonderten Stromfluss mindestens an einer einzelnen Zelle des Akkumulators und höchstens an n-1 Zellen des Akkumulators, wobei n die Gesamtzellenanzahl des Akkumulators darstellt, wobei bei Verschaltung von Verbänden von Akkumulatoren sich die Anzahl n der Zellen auf die Gesamtzellenanzahl der seriell oder parallel verschalteten Einzelzellen erweitert.
- 6) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Richtung der eingepägten, elektrischen Ströme entweder mit der Richtung eines allfällig vorhandenen Arbeitsstromes des Akkumulators übereinstimmen oder zu dieser Richtung entgegengesetzt orientiert sind.
- 7) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die Richtungen der, an mehreren unterschiedlichen Zellen eingepägten, elektrischen Ströme, voneinander abweichen können.
- 8) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die eingepägten elektrischen Ströme aus Gleich-, Wechsel- oder Mischströmen bestehen und durch eine Strom- oder eine Spannungsquelle eingepägt werden.
- 9) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass die, zur Einprägung des Stromflusses vorgesehenen Kontaktierungen zusätzlich zum Monitoring des Batteriezustandes (SOC, SOH) und / oder zum Energiemanagement dieser Zellen verwendet werden.
- 10) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator während der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes einer mechanischen Bewegung unterzogen wird.
- 11) Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, gekennzeichnet dadurch, dass der Akkumulator während der erfindungsgemäßen Verfahrensdurchführung zur Veränderung des Lade- und Gesundheitszustandes einer zusätzlichen mechanischen Säureumwälzung unterzogen wird.
- 12) Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, dass zur Energieversorgung derjenigen Einheit, welche die Stromflüsse für die Veränderungen an den einzelnen, definierten Zellen hervorruft, eine externe, netzgebundene Spannungsversorgung



verwendet wird, wobei entweder serielle oder parallele Kombinationsschaltungen vollständiger Akkumulatoren mit einzelnen, definierten ebenfalls entweder seriell oder parallel verschalteten Zellen vorliegen oder serielle oder parallele Kombinationsschaltungen einzelner, definierter Zellen mehrerer Akkumulatoren vorliegen oder vollständige Akkumulatoren bei gleichzeitig und gemeinsam eingesetzten seriell oder parallel verschalteten Batteriesystemen vorliegen.

- 13) Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet dadurch, dass die Energieversorgung derjenigen Einheit, welche die Stromflüsse für die Veränderungen an den einzelnen, definierten Zellen hervorruft, zeitweise oder permanent ohne eine externe, netzabhängige Spannungsversorgung ausgeführt wird.