

(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  
8. November 2012 (08.11.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2012/150017 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation:  
**G01R 31/36** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/001797

(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. April 2012 (26.04.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2011 100 605.6 5. Mai 2011 (05.05.2011) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): **LI-TEC BATTERY GMBH** [DE/DE]; Am  
Wiesengrund 7, 01917 Kamenz (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **RENTZSCH, Michael**  
[DE/DE]; Gartenstrasse 26, 01156 Dresden (DE).  
**MEINTSCHEL, Jens** [DE/DE]; Rudolf-Breitscheid-  
Strasse 28, 02994 Bernsdorf (DE). **HOHENTHANNER,**  
**Claus-Rupert** [DE/DE]; Liesingstrasse 5, 63457 Hanau  
(DE). **KAISER, Jörg** [DE/DE]; Mozartstr. 5, 76344

Eggenstein (DE). **THIEMIG, Denny** [DE/DE]; Pillnitzer  
Landstr. 46, 01326 Dresden (DE).

(74) **Anwalt: WALLINGER, Michael;** Wallinger, Ricker,  
Schlotter, Tostmann, Zweibrückenstrasse 5-7, 80331  
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,  
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** MEASUREMENT METHOD FOR AN ELECTROCHEMICAL ENERGY STORAGE DEVICE, AND MEASURING  
APPARATUS

(54) **Bezeichnung :** MESSVERFAHREN FÜR EINE ELEKTROCHEMISCHE ENERGIESPEICHEREINRICHTUNG UND  
MESSVORRICHTUNG

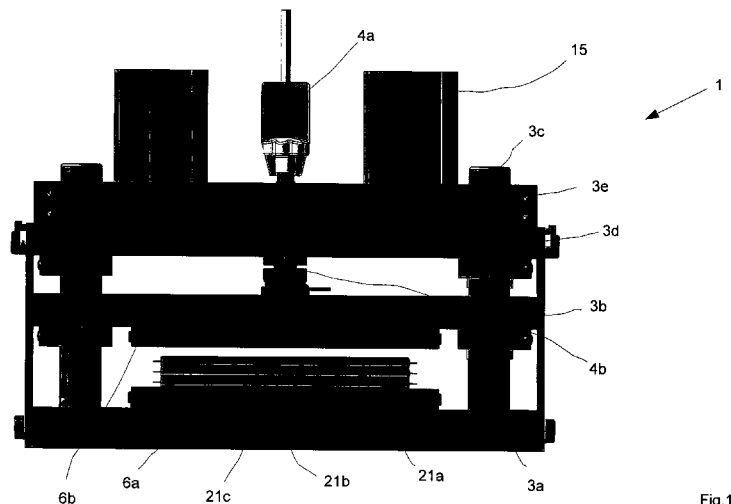


Fig.1

(57) **Abstract:** The measurement method according to the invention for an electrochemical energy storage device involves the electrochemical energy storage device being held (S1) and having contact made with it (S2) in a holding device. The electrochemical energy storage device is charged (S3) to a predetermined first charge state. The electrochemical energy storage device is discharged (S4) to a predetermined second charge state. A measuring device is used to capture (S5) at least one measured value for a physical parameter of the electrochemical energy storage device, with the physical parameter allowing the operating state of the electrochemical energy storage device to be inferred.

(57) **Zusammenfassung:**

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/150017 A1



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).

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

---

Gemäß dem erfindungsgemäßen Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird die elektrochemische Energiespeichereinrichtung in einer Aufnahmeeinrichtung aufgenommen (S1) und kontaktiert (S2). Die elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird bis zu einem vorbestimmten ersten Ladezustand geladen (S3). Die elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird bis zu einem vorbestimmten zweiten Ladezustand entladen (S4). Mittels einer Messeinrichtung wird zumindest ein Messwert zu einem physikalischen Parameter der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erfasst (S5), wobei der physikalische Parameter einen Rückschluss auf den Betriebszustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung ermöglicht.

---

**Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung  
und Messvorrichtung**

---

5

**B e s c h r e i b u n g**

Hiermit wird der gesamte Inhalt der Prioritätsanmeldung DE 10 2011 100 605 durch Bezugnahme Bestandteil der vorliegenden Anmeldung.

10 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung und eine Messvorrichtung, insbesondere zur Durchführung des Messverfahrens. Die Erfindung wird im Zusammenhang mit im Wesentlichen prismatischen elektrochemischen Zellen beschrieben. Es wird aber darauf hingewiesen, dass die Erfindung auch unabhängig von der  
15 Geometrie der Batteriezellen Verwendung finden kann.

Im Zusammenhang mit wiederaufladbaren elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen wird auch von Ladezyklen gesprochen. Dabei ist unter einem Ladezyklus das Aufladen einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung und deren anschließendes Entladen zu verstehen, beispielsweise zum  
20 Versorgen eines Verbrauchers, wobei je nach Konvention auch der Ladevorgang auf einen Entladevorgang folgt. Mit steigender Zahl ertragener Ladezyklen sinkt erfahrungsgemäß die Fähigkeit derartiger Energiespeichereinrichtungen, elektrische Energie aufzunehmen und abzugeben. Ein Maß für die Qualität derartiger Energiespeichereinrichtungen ist die Zahl der Ladezyklen, nach  
25 welchen die Energiespeichereinrichtung immer noch zur Aufnahme oder Abgabe eines vorbestimmten Anteils der ursprünglichen Ladungsmenge bzw. Energie in der Lage ist, oder welche die Energiespeichereinrichtung ohne nennenswerte

Alterung erträgt. „Langzeitstabilität“ ist vorliegend ein anderer Begriff für diese Zahl ertragbarer Ladezyklen.

5 Aus dem Stand der Technik sind wiederaufladbare elektrochemische Energiespeichereinrichtungen bekannt, deren Langzeitstabilität als unzureichend empfunden wird.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit welchem Erkenntnisse über das Betriebsverhalten elektrochemischer Energiespeichereinrichtungen gewonnen werden können.

10 Das wird erfindungsgemäß durch die Lehren der unabhängigen Ansprüche erreicht. Anspruch 1 betrifft ein Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung. Anspruch 5 betrifft eine Messvorrichtung für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung, insbesondere zur Durchführung des Messverfahrens. Zu bevorzugende Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

15 Gemäß dem erfindungsgemäßen Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird die elektrochemische Energiespeicher-  
einrichtung in einer Aufnahmeeinrichtung aufgenommen (S1) und kontaktiert (S2). Die elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird mit einem vorbestimmten Ladestrom  $I_L(t)$  bis zu einem vorbestimmten ersten Ladezustand  
20 geladen (S3). Die elektrochemische Energiespeichereinrichtung wird mit einem vorbestimmten Entladestrom  $I_E(t)$  bis zu einem vorbestimmten zweiten Ladezustand entladen (S4). Mittels einer Messeinrichtung wird zumindest ein Messwert zu einem physikalischen Parameter der elektrochemischen  
Energiespeichereinrichtung erfasst (S5), wobei der physikalische Parameter  
25 einen Rückschluss auf den Betriebszustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung ermöglicht.

Unter einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung zu verstehen, welche insbesondere der Abgabe und Aufnahme elektrischer Energie dient, in welcher elektrische Energie in chemische Energie gewandelt wird oder umgekehrt. Dazu weist die

5 elektrochemische Energiespeichereinrichtung eine Elektrodenbaugruppe auf. Die Elektrodenbaugruppe weist zumindest eine Anode und eine Kathode auf. Weiter weist die Elektrodenbaugruppe einen Separator auf, wobei der Separator für Elektronen im Wesentlichen undurchlässig ist. Weiter weist die

10 elektrochemische Energiespeichereinrichtung zumindest einen oder zwei Polkontakte auf. Weiter weist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung eine Umhüllung auf, welche insbesondere die Elektrodenbaugruppe von der Umgebung abgrenzt. Die Elektrodenbaugruppe ist vorzugsweise als im Wesentlichen prismatischer Elektrodenstapel, als im Wesentlicher zylindrischer Elektrodenwickel, als sog. Flachwickel, oder als Elektrodenstapel mit z-förmig

15 gefaltetem Separatorband ausgebildet. Vorzugsweise ist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung im Wesentlichen quaderförmig ausgebildet und weist zwei im Wesentlichen parallel gegenüberliegende Begrenzungsflächen auf.

Unter einer Aufnahmeeinrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung zu

20 verstehen, welche insbesondere die elektrochemische Energiespeichereinrichtung während des Messverfahrens formschlüssig, insbesondere kraftschlüssig umgibt. Vorzugsweise weist die Aufnahmeeinrichtung eine oder zwei Anlageeinrichtungen auf, welche an die Geometrie der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung angepasst sind. Vorteilhaft dient insbesondere eine

25 Anlageeinrichtung der Berührung einer Begrenzungsfläche der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung. Besonders bevorzugt ist zumindest eine Anlageeinrichtung plattenförmig ausgebildet. Vorteilhaft dient insbesondere eine plattenförmige Anlageeinrichtung der Berührung einer Begrenzungsfläche einer im Wesentlichen quaderförmigen elektrochemischen

30 Energiespeichereinrichtung und/oder der Berührung einer Temperiereinrichtung.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist die Aufnahmeeinrichtung zwei im Wesentlichen plattenförmige Anlageeinrichtungen auf, welche zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind. Die insbesondere plattenförmigen Anlageeinrichtungen sind zueinander relativbeweglich angeordnet. Weiter weist 5 die Aufnahmeeinrichtung eine Führungseinrichtung auf. Die Führungseinrichtung dient der Führung einer der Anlageeinrichtungen. Vorzugsweise erstreckt sich die Führungseinrichtung im Wesentlichen senkrecht aus der ersten Anlageeinrichtung in Richtung der zweiten Anlageeinrichtung. Die zweite Anlageeinrichtung ist mittels der Führungseinrichtung relativbeweglich 10 gelagert. Besonders bevorzugt weist die Führungseinrichtung zwei, drei oder vier Führungssäulen auf, welche sich durch Öffnungen der zweiten Anlageeinrichtung erstrecken.

Unter Aufnehmen im Sinne der Erfindung ist insbesondere zu verstehen, dass die elektrochemische Energiespeichereinrichtung während des Messverfahrens 15 von der Aufnahmeeinrichtung gehalten ist, insbesondere zwischen Anlageeinrichtungen. Vorteilhaft wirkt während des Messverfahrens eine mindeste Anpresskraft auf eine Mantelfläche, insbesondere eine Begrenzungsfläche der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, insbesondere aus einer der Anlageeinrichtungen, insbesondere aus dem 20 Eigengewicht einer der Anlageeinrichtungen oder einem Kraftsteller. So wird einer unerwünschten Verlagerung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung während des Messverfahrens entgegengewirkt.

Unter Kontaktieren im Sinne der Erfindung ist insbesondere zu verstehen, dass die Polkontakte der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung je mit einer 25 Stromzuführungseinrichtung verbunden werden. Vorzugsweise ist eine Stromführungseinrichtung als Stromkabel, Stromschiene, Stromband oder dergleichen ausgebildet. Vorteilhaft kann der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung nach dem Kontaktieren elektrische Energie zugeführt oder entnommen werden.

Unter einem Ladezustand L der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung im Sinne der Erfindung ist insbesondere das folgende Verhältnis zu verstehen:

$$L = \frac{Q_t}{Q_N}$$

wobei  $Q_N$  für die Nenn-Ladung [Ah] bzw. Maximalladung der elektrochemischen  
5 Energiespeichereinrichtung und  $Q_t$  für die der elektrochemischen  
Energiespeichereinrichtung gegenwärtig entnehmbare Ladung steht. Im  
Zusammenhang mit elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen ist es  
auch üblich, von Ladekapazität anstelle von Ladung zu sprechen. Ersatzweise  
ist der Ladezustand insbesondere bestimmt durch das Verhältnis aus der  
10 elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gegenwärtig entnehmbaren  
Energie [J] und der theoretisch maximal entnehmbaren Energie. Vorbestimmte  
Ladezustände L in Sinne der Erfindung sind insbesondere ganzzahlige Vielfache  
von etwa 0,05; bevorzugt 0; 0,05; 0,1; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35; 0,4; 0,45; 0,5;  
0,55; 0,6; 0,65; 0,7; 0,75; 0,8; 0,85; 0,9; 0,95 und 1. Der erste Ladezustand ist  
15 erfindungsgemäß höher und der Maximalladung näher, als der zweite  
Ladezustand. Vorzugsweise ist der erste Ladezustand in der Nähe der Nenn-  
Ladung bzw. Maximalladung gewählt, wobei ein Überladen der  
elektrochemischen Energiespeichereinrichtung zu vermeiden ist. Vorzugsweise  
ist der zweite Ladezustand in der Nähe der im Wesentlichen völligen Entladung  
20 der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung oder des Ladezustands zu  
wählen, bei welchem eine weitere Entladung zur Schädigung der  
elektrochemischen Energiespeichereinrichtung führt, der sog. Tiefentladung,  
welche zu vermeiden ist.

Weiter ist unter Ladezustand L das Verhältnis aus Klemmenspannung und  
25 theoretischer Spannung zu verstehen. In der Praxis wird die vollständige Ladung  
einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung auch durch das Vorliegen  
einer maximal zulässigen Klemmenspannung definiert. Ebenso wird ein

entladener Zustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung auch durch das Vorliegen einer mindesten, zulässigen Klemmenspannung definiert. Vorzugsweise beträgt die mindeste, zulässige Klemmenspannung 2,5; 2,7; 3,0; 3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 3,7; 3,8; 3,9; 4,0; 4,1; 4,2; 4,3; 4,4; 4,5; 4,6; 4,7; 4,8; 4,9; 5,0; 5,1; 5,2 oder 5,3 V.

Unter einem physikalischen Parameter im Sinne der Erfindung ist insbesondere ein Parameter zu verstehen, welcher Aufschluss über den Zustand einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gibt. Unter physikalische Parameter sind vorliegend insbesondere Spannung, Klemmenspannung, Strom, Widerstand, Temperatur, Druck, Abmaße insbesondere der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung wie Länge, Höhe, Dicke, Durchmesser, Gewicht zu zählen. Auch die Kraft, die von einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung auf einen berührenden unabhängigen Körper ausgeübt wird, ist als physikalischer Parameter im Sinne der Erfindung zu verstehen. Auch ausgewertete Parameter, wie insbesondere der Ladezustand einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, zählen zu den physikalischen Parametern im Sinne der Erfindung. Eine Kombination physikalischer Parameter charakterisiert einen Betriebszustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung.

Unter einer Messeinrichtung im Sinne der Erfindung ist insbesondere eine Einrichtung zu verstehen, welche der Erfassung eines physikalischen Parameters dient. Vorzugsweise weist die Messeinrichtung zumindest einen der nachfolgenden Messfühler auf, insbesondere: Strommesser, Spannungsmesser, einen Temperaturfühler, einen Kraftmesser, eine Druckmesseinrichtung, eine Wegmesseinrichtung. Besonders bevorzugt weist die Messeinrichtung verschiedene Messfühler für verschiedene physikalische Parameter auf. Vorzugsweise stellt die Messeinrichtung eine Spannung oder einen Strom zur Verfügung, welcher stellvertretend für einen Messwert ist, besonders bevorzugt proportional zum Messwert ist. Vorteilhaft sind die Spannung oder der Strom

zur Weiterverarbeitung durch eine Anzeigeeinrichtung, Ausgabeeinrichtung und/oder Steuereinrichtung geeignet.

Vorzugsweise wird ein Ladestrom und/oder Entladestrom erfasst. Vorteilhaft wird mittels des Messverfahrens das Verhalten der elektrochemischen

5 Energiespeichereinrichtung bei verschiedenen Belastungen erfasst, wobei das Verhalten insbesondere bei elektrischen Strömen, bei Strom-Zeit-Verläufen und/oder Strom-Zeit-Integralen von Interesse ist. Vorzugsweise wird zumindest eine Spannung erfasst, insbesondere die Klemmenspannung der

10 elektrochemischen Energiespeichereinrichtung. Vorteilhaft wird mittels des Messverfahrens das Verhalten der elektrochemischen Energiespeicher-

einrichtung bei verschiedenen Spannungen erfasst. Wenn die Messwerte der Strommessungen und der Spannungsmessungen verknüpft werden, insbesondere zum Innenwiderstand, dann kann vorteilhaft das Verhalten der

15 elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei verschiedenen Belastungen festgestellt werden. Vorzugsweise wird zumindest eine Temperatur der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erfasst, insbesondere die Temperatur eines Polkontaktes der elektrochemischen

Energiespeichereinrichtung. Besonders bevorzugt werden Temperaturen an verschiedenen Orten der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erfasst.

20 Vorteilhaft wird mittels des Messverfahrens das Verhalten der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei verschiedenen Strömen, nach Strom-Zeit-Verläufen und/oder nach Strom-Zeit-Integralen erfasst. Vorzugsweise wird zumindest eine Dimensionsänderung der in der

Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemischen

25 Energiespeichereinrichtung erfasst. Vorteilhaft wird mittels des Messverfahrens eine Dimensionsänderung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei verschiedenen Ladezuständen, bei verschiedenen Temperaturen, unter Beaufschlagung mit einer vorbestimmten Kraft, insbesondere Verpresskraft, und/oder nach Strom-Zeit-Verläufen erfasst.

Erfindungsgemäß geht das „Aufnehmen“ gemäß S1 der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung nicht zwingend dem „Kontaktieren“ gemäß S2 voran. Abhängig von der Ausbildung der Messvorrichtung erfolgt S2 vor S1, insbesondere zum Erleichtern der Kontaktierung.

5 Erfindungsgemäß erfolgt S2 vor S3 und S4. Weiter Erfindungsgemäß geht das „Laden“ gemäß S3 der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung nicht zwingend dem „Entladen“ gemäß S4 voran. Vorzugsweise ist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung zunächst zu Laden, wenn ihr Ladezustand näher zum zweiten Ladezustand liegt, als zum ersten  
10 Ladezustand. Wenn der Ladezustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung aber näher zum ersten Ladezustand liegt, so ist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung vorzugsweise zunächst zu Entladen.

Zumindest bei vorliegendem ersten Ladezustand und bei vorliegendem zweiten Ladezustand wird gemessen gemäß S5. Vorzugsweise erfolgt das Erfassen von Messwerten gemäß S5 wiederholt während des Ladevorgangs der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gemäß S3. Vorzugsweise erfolgt die Messwerterfassung gemäß S5 wiederholt während des Entladevorgangs gemäß S4. Besonders bevorzugt erfolgt die Messwerterfassung gemäß S5  
20 während des Ladens oder Entladens der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung periodisch nach Zeitintervallen vorbestimmter Länge, insbesondere jeweils nach Verstreichen von wenigstens 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000, 20.000, 50.000 oder mehr Sekunden.

25 Erfindungsgemäß wird das Messverfahren derart betrieben, dass die elektrochemische Energiespeichereinrichtung sowohl den ersten Ladezustand als auch den zweiten Ladezustand annimmt.

Erfindungsgemäß ist ein Ladestrom oder Entladestrom im einfachsten Fall zeitlich konstant. Bevorzugt ist der Ladestrom zeitlich veränderlich. Zunächst wird bevorzugt mit konstantem Strom geladen, bis eine vorbestimmte Klemmenspannung gemessen werden kann. Anschließend wird bevorzugt mit konstanter Spannung geladen, bis der Ladestrom einen Mindestwert unterschreitet. Bevorzugt ist der Ladestrom pulsförmig, wobei die Pulsspannung mit Zeitfortschritt zunimmt und gegen Ende des Ladevorgangs eine Zielspannung annimmt. Bevorzugt ist der Entladestrom zeitlich veränderlich und besonders bevorzugt an Entladestromprofile aus der tatsächlichen Versorgung eines Verbrauchers angepasst. So weist der Entladestrom Intervalle entsprechend zwischenzeitlichen Beschleunigungsfahrten eines Kraftfahrzeugs auf. Nach einer bevorzugten Ausgestaltung entspricht der Entladestrom der Belastung mit einem Norm-Fahrzyklus.

Ladeströme bzw. Entladeströme insbesondere zur Ermittlung der Ladezustände einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung mit gegebener Nenn-Ladung  $Q_N$  [Ah], in der Praxis auch mit der Nennkapazität  $C$  [Ah] bezeichnet, werden insbesondere als Vielfache oder gebrochene Vielfache der Nenn-Ladung  $Q_N$  bzw. der Nennkapazität  $C$  der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gewählt. Bevorzugt sind der Ladestrom und der Entladestrom eines Ladezyklus bzw. mehrerer aufeinander folgender Ladezyklen aufeinander abgestimmt:

- insbesondere gleicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich), mit insbesondere 0,1C/0,1C; 0,25C/0,25C; 0,5C/0,5C; 1C/1C; 2C/2C; 3C/3C; 4C/4C; 5C/5C, 6C/6C, 7C/7C, 8C/8C, 9C/9C oder 10C/10C;
- insbesondere unterschiedlicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich) mit insbesondere 1C/2C; 1C/3C; 1C/4C; 1C/5C; 2C/1C; 2C/3C; 2C/4C;

- 10 -

2C/5C; 3C/1C; 3C/2C; 3C/4C; 3C/5C; 4C/1C; 4C/2C; 4C/3C; 4C/5C;  
5C/1C; 5C/2C; 5C/3C; 5C/4C oder einer anderen Kombination.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung sind Lade-/Entladeströme pulsformig festgelegt, insbesondere mit einer Stromstärke entsprechend der:

- 5       • 4-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;
- 5-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;
- 10     • 10-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s; 8s; 10s; 18s.

Mit dem erfindungsgemäßen Messverfahren gewinnt der Fachmann Erkenntnisse über das Betriebsverhalten der von der Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung zwischen den gewählten ersten und zweiten Ladezuständen. Mit den Erkenntnissen ist der  
15 Fachmann in der Lage, Ladeströme auf ein für die elektrochemische Energiespeichereinrichtung erträgliches Maß zu begrenzen, sowohl nach der Stromstärke als auch der Dauer des Stroms, um insbesondere unerwünscht hohen Temperaturen zu begegnen. Vorteilhaft wird so unumkehrbaren chemischen Reaktionen, welche die Alterung der elektrochemischen  
20 Energiespeichereinrichtung beschleunigen entgegengewirkt. Mit den Erkenntnissen der Temperaturen kann der Fachmann Maßnahmen zur geeigneten Temperierung, insbesondere verbesserten Kühlung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung ergreifen. Mit den Erkenntnissen ist der Fachmann in der Lage, die Aufnahme einer elektrochemischen  
25 Energiespeichereinrichtung so zu gestalten, dass ein bei unterschiedlichen Ladezuständen veränderliches Abmaß nicht zu ungenügender Fixierung der

elektrochemischen Energiespeichereinrichtung in der Aufnahme führt. Damit wird vorteilhaft Schäden insbesondere aus Stößen oder Vibration entgegengewirkt. Mit den Erkenntnissen der Fachmann in der Lage, die Aufnahme einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung so zu gestalten, dass ein bei unterschiedlichen Ladezuständen veränderliches Abmaß nicht zu schädigenden Kräften auf die elektrochemische Energiespeichereinrichtung führt, insbesondere weil die Aufnahme zu knapp bemessen ist und die elektrochemische Energiespeichereinrichtung gequetscht würde. Vorteilhaft kann der Fachmann durch Gestaltung der Aufnahme Raum für ein temporäres „Wachstum“ der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei höheren Ladezuständen vorsehen. Damit wird einer Schädigung einer Elektrode vorgebeugt. So gewinnt der Fachmann Erkenntnisse zur verbesserten Gestaltung einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, schonenderen Betrieb der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, deren Aufnahme in einer Batterie für einen dauerhafteren Betrieb. So wird die zugrunde liegende Aufgabe gelöst.

Nachfolgend sind bevorzugte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Messverfahrens beschrieben.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens, nachfolgend M1 genannt, ist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung derart in den Aufnahmeeinrichtung gehalten, insbesondere zwischen Anlageeinrichtungen, dass ein Strecken der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung entlang zumindest einer Achse insbesondere entlang der Führungseinrichtung im Betrieb zumindest gehemmt ist, vorzugsweise im Wesentlichen unterbunden ist. Dabei wird zumindest eine Kraft gemessen, welche von der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung auf die Aufnahmeeinrichtung ausgeübt wird, insbesondere abhängig von verschiedenen physikalischen Parametern, insbesondere abhängig von verschiedenen Ladezuständen. Vorteilhaft wird das Verhalten der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung in einer im Wesentlichen

unnachgiebigen Aufnahme einer Batterie nachgestellt. Vorteilhaft können im Labor Erkenntnisse über die insbesondere längerfristigen Folgen für die elektrochemische Energiespeichereinrichtung bei einer derartigen Aufnahme festgestellt werden. Vorteilhaft können Erkenntnisse für die Ausbildung eines Batteriegehäuses, womit ein nachteiliges Quetschen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung vermieden werden soll, gewonnen werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens, nachfolgend M2 genannt, ist die elektrochemische Energiespeichereinrichtung derart in den Aufnahmeeinrichtung gehalten, insbesondere zwischen Anlageeinrichtungen, dass ein Strecken der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung entlang zumindest einer Achse im Betrieb ermöglicht ist. Dabei wird eine Vergrößerung zumindest einer Abmessung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung entlang der genannten Achse gemessen, insbesondere abhängig von verschiedenen physikalischen Parametern, insbesondere abhängig von verschiedenen Ladezuständen.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens erfolgt insbesondere das Entladen gemäß vorbestimmten Strom-Zeit-Verläufen.

Ladeströme bzw. Entladeströme insbesondere zur Ermittlung der Ladezustände einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung mit gegebener Nenn-Ladung  $Q_N$  [Ah], in der Praxis auch mit der Nennkapazität  $C$  [Ah] bezeichnet, werden insbesondere als Vielfache oder gebrochene Vielfache der Nenn-Ladung  $Q_N$  bzw. der Nennkapazität  $C$  der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gewählt. Bevorzugt sind der Ladestrom und der Entladestrom eines Ladezyklus bzw. mehrerer aufeinander folgender Ladezyklen aufeinander abgestimmt:

- 5

  - insbesondere Praxisfahrzyklen, aus denen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung zugeführte und/oder abgeführte Ladungsmengen [Ah] resultieren,
  - insbesondere gleicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich), mit insbesondere 0,1C/0,1C; 0,25C/0,25C; 0,5C/0,5C; 1C/1C; 2C/2C; 3C/3C; 4C/4C; 5C/5C, 6C/6C, 7C/7C, 8C/8C, 9C/9C oder 10C/10C;
- 10

  - insbesondere unterschiedlicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich) mit insbesondere 1C/2C; 1C/3C; 1C/4C; 1C/5C; 2C/1C; 2C/3C; 2C/4C; 2C/5C; 3C/1C; 3C/2C; 3C/4C; 3C/5C; 4C/1C; 4C/2C; 4C/3C; 4C/5C; 5C/1C; 5C/2C; 5C/3C; 5C/4C oder einer anderen Kombination.

Nach einer bevorzugten Ausgestaltung sind Lade-/Entladeströme pulsförmig festgelegt, insbesondere mit einer Stromstärke entsprechend der:

- 15

  - 4-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;
  - 5-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;
- 20

  - 10-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s; 8s; 10s; 18s.

Diese Verläufe werden der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung während des Messverfahrens aufgeprägt. Diese Verläufe sind vorzugsweise aus dem praktischen Betrieb von Verbrauchern gewonnen. Vorteilhaft kann das

im Betrieb auftretende Verhalten von elektrochemischen  
Energiespeichereinrichtungen im Labor nachgestellt werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen  
Messverfahrens erfolgt die Messwerterfassung während des Ladens oder  
5 Entladens der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung abhängig von der  
zugeführten  $Q_+$  und/oder entnommenen Ladung  $Q_-$ . Dazu werden bevorzugt 0,  
1, 2, 5, 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 Ah ( $Q_+$  bzw.  $Q_-$ ) oder mehr mit der  
elektrochemischen Energiespeichereinrichtung innerhalb eines Ladezyklus bzw.  
mehrerer aufeinander folgender Ladezyklen ausgetauscht. Besonders  
10 bevorzugt werden über viele Ladezyklen hinweg zumindest 0, 5, 10, 20, 25, 50,  
100, 200, 500, 1000 kAh oder mehr ausgetauscht.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens erfolgt die  
Messwerterfassung gemäß S5 während des Ladens oder Entladens der  
elektrochemischen Energiespeichereinrichtung abhängig vom Verhältnis aus  
15 zugeführter  $Q_+$  oder entnommener Ladung  $Q_-$  über der Nenn-Ladung [Ah] bzw.  
Maximalladung  $Q_N$  der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung.  
Besonders bevorzugt erfolgt die Messwerterfassung wenn der Bruch  $Q/Q_N$  in  
etwa ganzzahligen Vielfachen von 0,1 entspricht.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen  
20 Messverfahrens erfolgt die Messwerterfassung während des Ladens oder  
Entladens der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung abhängig von  
deren Klemmenspannung, besonders bevorzugt bei einer Klemmenspannung  
von 0, 2,5; 2,7; 3,0; 3,1; 3,2; 3,3; 3,4; 3,5; 3,6; 3,7; 3,8; 3,9; 4,0; 4,1; 4,2; 4,3;  
4,4; 4,5; 4,6; 4,7; 4,8; 4,9; 5,0; 5,1; 5,2 oder 5,3 V.

25 Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen  
Messverfahrens werden die Schritte Laden und Entladen mehrfach  
aufeinanderfolgend ausgeführt. So nimmt die elektrochemische

Energiespeichereinrichtung mehrfach aufeinanderfolgend den ersten Ladezustand und den zweiten Ladezustand an. Dabei durchläuft die elektrochemische Energiespeichereinrichtung eine vorgegebene Zahl von Ladezyklen, vorzugsweise 10, 20, 50, 100, 200, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 1750, 2000 Ladezyklen oder mehr. Mit zunehmender Zahl von Ladezyklen wird ein Altern der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erreicht. Bei derartiger Durchführung des Messverfahren werden vorteilhaft Erkenntnisse bezüglich des Verhaltens der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei deren fortschreitender Alterung gewonnen. Besonders bevorzugt werden dabei Dimensionsänderungen, Temperaturen und/oder Klemmenspannungen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erfasst.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens, nachfolgend M3 genannt, erfolgt ein Temperieren der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung während diese von der Aufnahmeneinrichtung aufgenommen ist, insbesondere mit vorbestimmten Temperaturverläufen. Diese Verläufe sind vorzugsweise aus dem geplanten und/oder erfolgten Betrieb mit Verbrauchern gewonnen. Erfindungsgemäß ist Verfahren M3 mit M1 oder M2 kombinierbar. Vorzugsweise wird die elektrochemische Energiespeichereinrichtung mit Temperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $30^{\circ}\text{C}$ ,  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  (bitte prüfen) beaufschlagt. Vorzugsweise wird die elektrochemische Energiespeichereinrichtung mit einem vorbestimmten Wärmestrom beaufschlagt. Vorteilhaft können Erkenntnisse zum Betriebsverhalten der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei Kühlung und/oder bei betriebsüblichen und auch höheren Umgebungstemperaturen gewonnen werden. Vorzugsweise erfolgt die Temperaturbeaufschlagung mit Temperaturen, welche um eine Zieltemperatur schwanken, insbesondere um  $40^{\circ}\text{C}$ . Vorteilhaft kann der Einfluss einer Kühleinrichtung in einem Fahrzeug nachgestellt werden.

Nach einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Messverfahrens erfolgen zeitgleich das Laden einer ersten elektrochemischen

Energiespeichereinrichtung sowie das Entladen einer zweiten elektrochemischen Energiespeichereinrichtung. Vorzugsweise wird dabei elektrische Energie aus der ersten elektrochemischen Energiespeichereinrichtung einer zweiten elektrochemischen Energiespeichereinrichtung zugeführt.

- 5 Bevorzugt werden Verluste aus der Wandlung elektrischer Energie in chemische Energie ausgeglichen, insbesondere von einer Ladeeinrichtung (siehe unten).

Vorzugsweise erfolgt ein Abspeichern des zumindest eines erfassten Messwertes in einer Datenspeichereinrichtung, vorzugsweise gemeinsam mit einem Wert, welcher repräsentativ für den Zeitpunkt der Messung ist.

- 10 Vorzugsweise steuert eine Steuereinrichtung die Schritte S3, S4, S5, S6 und/oder S7, besonders bevorzugt auf Grundlage vorgegebener Messprogramme bzw. Messvorschriften.

Vorzugsweise werden erfasste Messwerte mittels einer Anzeigeeinrichtung angezeigt und/oder an eine Ausgabereinrichtung gegeben.

- 15 Vorzugsweise finden die Verfahren M1, M2 und M3 Anwendung auf elektrochemische Energiespeichereinrichtung, welche Lithium aufweisen.

- Vorzugsweise finden die erfindungsgemäßen Verfahren M1, M2 und M3 Anwendung auf elektrochemische Energiespeichereinrichtungen, welche einen Separator aufweisen, der nicht oder nur schlecht elektronenleitend ist, und  
20 welcher aus einem zumindest teilweise stoffdurchlässigen Träger besteht. Der Träger ist vorzugsweise auf mindestens einer Seite mit einem anorganischen Material beschichtet. Als wenigstens teilweise stoffdurchlässiger Träger wird vorzugsweise ein organisches Material verwendet, welches vorzugsweise als nicht verwebtes Vlies ausgestaltet ist. Das organische Material, welches  
25 vorzugsweise ein Polymer und besonders bevorzugt ein Polyethylenterephthalat

(PET) umfasst, ist mit einem anorganischen, vorzugsweise ionenleitenden Material beschichtet, welches weiter vorzugsweise in einem Temperaturbereich von - 40° C bis 200° C ionenleitend ist. Das anorganische Material umfasst bevorzugt wenigstens eine Verbindung aus der Gruppe der Oxide, Phosphate, Sulfate, Titanate, Silikate, Aluminosilikate mit wenigstens einem der Elemente Zr, Al, Li, besonders bevorzugt Zirkonoxid. Bevorzugt weist das anorganische, ionenleitende Material Partikel mit einem größten Durchmesser unter 100 nm auf. Ein solcher Separator wird beispielsweise unter dem Handelsnamen "Separion" von der Evonik AG in Deutschland vertrieben.

Vorzugsweise finden die erfindungsgemäßen Verfahren M1, M2 und M3 Anwendung auf elektrochemische Energiespeichereinrichtungen mit einer Elektrode, besonders bevorzugt eine Kathode, welche eine Verbindung mit der Formel  $\text{LiMPO}_4$  aufweist, wobei M wenigstens ein Übergangsmetallkation der ersten Reihe des Periodensystems der Elemente ist. Das Übergangsmetallkation ist vorzugsweise aus der Gruppe bestehend aus Mn, Fe, Ni und Ti oder einer Kombination dieser Elemente gewählt. Die Verbindung weist vorzugsweise eine Olivinstruktur auf, vorzugsweise übergeordnetes Olivin.

Vorzugsweise finden die erfindungsgemäßen Verfahren M1, M2 und M3 Anwendung auf elektrochemische Energiespeichereinrichtungen mit einer Elektrode, besonders bevorzugt eine Kathode, welche eine Verbindung mit der Formel  $\text{LiMPO}_4$  aufweist, wobei M wenigstens ein Übergangsmetallkation der ersten Reihe des Periodensystems der Elemente ist. Das Übergangsmetallkation ist vorzugsweise aus der Gruppe bestehend aus Mn, Fe, Ni und Ti oder einer Kombination dieser Elemente gewählt. Die Verbindung weist vorzugsweise eine Olivinstruktur auf, vorzugsweise übergeordnetes Olivin, wobei Fe besonders bevorzugt ist. In einer weiteren Ausführungsform weist vorzugsweise wenigstens eine Elektrode des elektrochemischen Energiespeichers, besonders bevorzugt wenigstens eine Kathode, ein Lithiummanganat, vorzugsweise  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  vom Spinell-Typ, ein Lithiumkobaltat, vorzugsweise  $\text{LiCoO}_2$ , oder ein Lithiumnickelat, vorzugsweise  $\text{LiNiO}_2$ , oder ein

Gemisch aus zwei oder drei dieser Oxide, oder ein Lithiummischoxid, welches Mangan, Kobalt und Nickel enthält, auf.

Vorzugsweise finden die erfindungsgemäßen Verfahren M1, M2 und M3 Anwendung auf elektrochemische Energiespeichereinrichtungen mit einer

5 kathodischen Elektrode, welche in einer bevorzugten Ausführungsform zumindest umfasst ein Aktivmaterial, wobei das Aktivmaterial eine Mischung aus einem Lithium-Nickel-Mangan-Kobalt-Mischoxid (NMC), welches nicht in einer Spinellstruktur vorliegt, mit einem Lithium-Mangan-Oxid (LMO) in Spinellstruktur umfasst. Bevorzugt ist es, dass das Aktivmaterial zumindest 30 Mol%,

10 vorzugsweise zumindest 50 Mol% NMC umfasst sowie zugleich zumindest 10 Mol%, vorzugsweise zumindest 30 Mol% LMO, jeweils bezogen auf die Gesamtmolzahl des Aktivmaterials der kathodischen Elektrode (also nicht bezogen auf die kathodische Elektrode insgesamt, welche zusätzlich zum Aktivmaterial noch Leitfähigkeitszusätze, Bindemittel, Stabilisatoren etc.

15 umfassen kann). Bevorzugt ist es, dass NMC und LMO zusammen zumindest 60 Mol% des Aktivmaterials ausmachen, weiter bevorzugt zumindest 70 Mol%, weiter bevorzugt zumindest 80 Mol%, weiter bevorzugt zumindest 90 Mol%, jeweils bezogen auf die Gesamtmolzahl des Aktivmaterials der kathodischen Elektrode (also nicht bezogen auf die kathodische Elektrode insgesamt, welche

20 zusätzlich zum Aktivmaterial noch Leitfähigkeitszusätze, Bindemittel, Stabilisatoren etc. umfassen kann). Weiter bevorzugt ist es, dass das Aktivmaterial im wesentlichen aus NMC und LMO besteht, also keine anderen Aktivmaterialien in einem Umfang von mehr als 2 Mol%, enthält. Dabei ist es weiter bevorzugt, dass das auf dem Träger aufgebrachte Material im

25 wesentlichen Aktivmaterial ist, d.h. 80 bis 95 Gewichtsprozent des auf dem Träger der kathodischen Elektrode aufgebrachten Materials das besagte Aktivmaterial ist, weiter bevorzugt 86 bis 93 Gewichtsprozent, jeweils bezogen auf das Gesamtgewicht des Materials (also bezogen auf die kathodische Elektrode ohne Träger insgesamt, welche zusätzlich zum Aktivmaterial noch

30 Leitfähigkeitszusätze, Bindemittel, Stabilisatoren etc. umfassen kann). In Bezug auf das Verhältnis in Gewichtsanteilen von NMC als Aktivmaterial zu LMO als

Aktivmaterial ist es bevorzugt, dass dieses Verhältnis von 9 (NMC) : 1 (LMO) bis zu 3 (NMC) : 7 (LMO) reicht, wobei 7 (NMC) : 3 (LMO) bis zu 3 (NMC) : 7 (LMO) bevorzugt ist und wobei 6 (NMC) : 4 (LMO) bis zu 4 (NMC) : 6 (LMO) weiter bevorzugt ist.

5 Erfindungsgemäß ist auch eine Messvorrichtung für eine elektrochemische  
Energiespeichereinrichtung. Die Messvorrichtung weist eine  
Aufnahmeeinrichtung auf, welche vorgesehen ist, zumindest eine  
elektrochemische Energiespeichereinrichtung aufzunehmen. Weiter weist die  
Messvorrichtung eine Messeinrichtung auf, welche vorgesehen ist, zumindest  
10 einen physikalischen Parameter zu erfassen, welcher Aufschluss über den  
Betriebszustand der in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen  
elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gibt. Weiter weist die  
Messvorrichtung eine Ladeeinrichtung auf, welche vorgesehen ist, zumindest  
zeitweise der in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemischen  
15 Energiespeichereinrichtung elektrische Energie zuzuführen und zu entnehmen.

Vorzugsweise erfolgt die Energiezufuhr oder -abfuhr mit einem zeitlich  
veränderlichen Strom. Erfindungsgemäß ist ein Ladestrom oder Entladestrom  
im einfachsten Fall zeitlich konstant. Bevorzugt ist der Ladestrom zeitlich  
veränderlich. Zunächst wird bevorzugt mit konstantem Strom geladen, bis eine  
20 vorbestimmte Klemmenspannung gemessen werden kann. Anschließend wird  
bevorzugt mit konstanter Spannung geladen, bis der Ladestrom einen  
Mindestwert unterschreitet. Bevorzugt ist der Ladestrom pulsformig, wobei die  
Pulsspannung mit Zeitfortschritt zunimmt und gegen Ende des Ladevorgangs  
eine Zielspannung annimmt. Bevorzugt ist der Entladestrom zeitlich veränderlich  
25 und besonders bevorzugt an Entladestromprofile aus der tatsächlichen  
Versorgung eines Verbrauchers angepasst. So weist der Entladestrom  
Intervalle entsprechend zwischenzeitlichen Beschleunigungsfahrten eines  
Kraftfahrzeugs auf. Vorzugsweise entspricht der Entladestrom der Belastung  
mit einem Norm-Fahrzyklus. Vorzugsweise ist der Entladestrom auch an reale  
30 Umgebungsbedingungen angepasst.

Ladeströme bzw. Entladeströme insbesondere zur Ermittlung der Ladezustände einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung mit gegebener Nenn-Ladung  $Q_N$  [Ah], in der Praxis auch mit der Nennkapazität  $C$  [Ah] bezeichnet, werden insbesondere als Vielfache oder gebrochene Vielfache der Nenn-Ladung  $Q_N$  bzw. der Nennkapazität  $C$  der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung gewählt. Bevorzugt sind der Ladestrom und der Entladestrom eines Ladezyklus bzw. mehrerer aufeinander folgender Ladezyklen aufeinander abgestimmt:

- insbesondere Praxisfahrzyklen, aus denen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung zugeführte und/oder abgeführte Ladungsmengen [Ah] resultieren,
  - insbesondere gleicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich), mit insbesondere 0,1C/0,1C; 0,25C/0,25C; 0,5C/0,5C; 1C/1C; 2C/2C; 3C/3C; 4C/4C; 5C/5C, 6C/6C, 7C/7C, 8C/8C, 9C/9C oder 10C/10C;
  - insbesondere unterschiedlicher Ladestrom (erster Wert, vor dem Schrägstrich) und Entladestrom (zweiter Wert, nach dem Schrägstrich) mit insbesondere 1C/2C; 1C/3C; 1C/4C; 1C/5C; 2C/1C; 2C/3C; 2C/4C; 2C/5C; 3C/1C; 3C/2C; 3C/4C; 3C/5C; 4C/1C; 4C/2C; 4C/3C; 4C/5C; 5C/1C; 5C/2C; 5C/3C; 5C/4C oder einer anderen Kombination.
- Nach einer bevorzugten Ausgestaltung sind Lade-/Entladeströme pulsformig festgelegt, insbesondere mit einer Stromstärke entsprechend der:
- 4-fachen Nennkapazität  $C$  oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;
  - 5-fachen Nennkapazität  $C$  oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s, 8s, 10s, 18s;

- 10-fachen Nennkapazität C oder  $Q_N$  über einen Zeitraum von insbesondere 2s; 8s; 10s; 18s.

Die Inhalte der Begriffe elektrochemische Energiespeichereinrichtung, Aufnahmeeinrichtung, Messeinrichtung, physikalischer Parameter wurden zuvor  
5 beschrieben.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist die Aufnahmeeinrichtung zwei im Wesentlichen plattenförmige Anlageeinrichtungen auf, welche zueinander im Wesentlichen parallel angeordnet sind. Die plattenförmigen Anlageeinrichtungen sind zueinander relativbeweglich angeordnet. Zumindest eine der  
10 Anlageeinrichtung dient insbesondere der Berührung einer Begrenzungsfläche der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung oder einer Temperiereinrichtung. Weiter weist die Aufnahmeeinrichtung eine Führungseinrichtung auf. Die Führungseinrichtung dient der Führung einer der Anlageeinrichtungen. Vorzugsweise erstreckt sich die Führungseinrichtung im  
15 Wesentlichen senkrecht aus der ersten Anlageeinrichtung in Richtung der zweiten Anlageeinrichtung. Die zweite Anlageeinrichtung ist mittels der Führungseinrichtung relativbeweglich gelagert, insbesondere entlang der Führungseinrichtung. Vorzugsweise ist eine der Anlageeinrichtungen gegenüber mit der Führungseinrichtung verbindbar bzw. festlegbar, insbesondere  
20 kraftschlüssig, insbesondere mittels einer Klemmeinrichtung. Besonders bevorzugt weist die Führungseinrichtung zwei, drei oder vier Führungssäulen auf, welche sich durch Öffnungen der zweiten Anlageeinrichtung erstrecken.

Vorteilhaft dient die lösbare Verbindung zwischen einer der Anlageeinrichtungen und der Führungseinrichtung der Realisierung zweier unterschiedlicher  
25 Betriebsarten der Messvorrichtung, M1 und M2 (siehe oben). Für die Betriebsart M2 mit nachgiebiger Aufnahmeeinrichtung ist eine Anlageeinrichtung zum Ausweichen insbesondere infolge einer Maßänderung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung ausgebildet. Dabei weist die Messeinrichtung einen Wegmesser auf, wobei der Wegmesser insbesondere eine

- Dimensionsänderung der in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung erfasst, insbesondere bei zunehmendem Ladezustand. Für die Betriebsart M1 mit unnachgiebiger Aufnahmeeinrichtung weisen die Anlageeinrichtungen nach Aufnehmen einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung einen im Wesentlichen unveränderlichen Abstand auf. Dabei weist die Messeinrichtung einen Kraftmesser auf, wobei der Kraftmesser eine Kraft aus einer aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung auf die Aufnahmeeinrichtung erfasst, insbesondere bei zunehmendem Ladezustand.
- 10 Unter einer Ladeeinrichtung im Sinne der Erfindung ist eine Einrichtung zu verstehen, welche insbesondere zum Zuführen eines elektrischen Stroms zu der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung und zum Entnehmen eines elektrischen Stroms aus der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung dient. Vorzugsweise erhält die Ladeeinrichtung zum Laden der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung elektrische Energie aus einer Energiequelle, insbesondere aus einem Stromnetz und/oder aus einer anderen insbesondere elektrochemischen Energiespeichereinrichtung. Vorzugsweise gibt die Ladeeinrichtung zum Entladen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung elektrische Energie an eine Energiesenke ab, insbesondere an ein Stromnetz und/oder an eine andere insbesondere elektrochemische Energiespeichereinrichtung. Vorzugsweise versorgt die Ladeeinrichtung eine zweite elektrochemische Energiespeichereinrichtung sowohl aus einer ersten elektrochemischen Energiespeichereinrichtung als auch einem Stromnetz. Besonders bevorzugt kommen Zell- bzw. Batterietestanlagen zum Einsatz.
- 25 Eine erfindungsgemäße Messvorrichtung ermöglicht es, im Labor Ladungswechsel aufgenommener elektrochemischer Energiespeichereinrichtungen durchzuführen und das Verhalten der aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen mit Messfühlern zu erfassen. Mit den Erkenntnissen aus diesen Messungen ist der Fachmann in der Lage, Ladeströme auf ein für die elektrochemische Energiespeichereinrichtung
- 30

erträgliches Maß zu begrenzen, sowohl nach der Stromstärke als auch der Dauer des Stroms, um insbesondere unerwünscht hohen Temperaturen zu begegnen. Vorteilhaft wird so unumkehrbaren chemischen Reaktionen, welche die Alterung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung beschleunigen entgegengewirkt. Mit den Erkenntnissen der Temperaturen kann der Fachmann Maßnahmen zur optimierten Temperierung, insbesondere zur verbesserten Kühlung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung ergreifen. Mit den Erkenntnissen ist der Fachmann in der Lage, die Aufnahme einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung so zu gestalten, dass ein bei unterschiedlichen Ladezuständen veränderliches Abmaß nicht zu ungenügender Fixierung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung in der Aufnahme führt. Damit wird vorteilhaft Schäden insbesondere aus Stößen oder Vibration entgegengewirkt. Mit den Erkenntnissen ist der Fachmann in der Lage, die Aufnahme einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung so zu gestalten, dass ein bei unterschiedlichen Ladezuständen veränderliches Abmaß nicht zu schädigenden Kräften auf die elektrochemische Energiespeichereinrichtung führt, insbesondere weil die Aufnahme zu knapp bemessen ist und die elektrochemische Energiespeichereinrichtung gequetscht würde. Vorteilhaft kann der Fachmann durch Gestaltung der Aufnahme Raum für ein temporäres „Wachstum“ der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung bei höheren Ladezuständen vorsehen. Damit wird einer Schädigung einer Elektrode vorgebeugt. So gewinnt der Fachmann Erkenntnisse zur verbesserten Gestaltung einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, schonenderen Betrieb der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung, deren Aufnahme in einer Batterie für einen dauerhafteren Betrieb. So wird die zugrunde liegende Aufgabe gelöst.

Nachfolgend werden zu bevorzugende Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Messvorrichtung beschrieben.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform weist die Messvorrichtung eine Kraftstelleinrichtung auf. Die Kraftstelleinrichtung dient zum Beaufschlagen der

in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommene elektrochemische Energiespeicher-  
einrichtung mit einer insbesondere vorbestimmten Kraft. Die vorbestimmte Kraft  
beträgt dient insbesondere der Positionierung der beweglichen Anlage-  
einrichtungen während der Betriebsart M2. In der Betriebsart M1 dient die  
5 Kraftstelleinrichtung dazu, die in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommene  
elektrochemische Energiespeichereinrichtung mit einer Kraft zu beaufschlagen,  
welche lediglich einer unerwünschten Verlagerung der elektrochemischen  
Energiespeichereinrichtung in der Aufnahmeeinrichtung dient.

10 Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist die Messvorrichtung  
zumindest eine Temperiereinrichtung auf. Die Temperiereinrichtung dient  
insbesondere der Beaufschlagung der in der Aufnahmeeinrichtung  
aufgenommenen elektrochemische Energiespeichereinrichtung mit einer  
vorbestimmten Temperatur von  $-40^{\circ}\text{C}$ ,  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$ ,  $-10^{\circ}\text{C}$ ,  $0^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\text{C}$ ,  $20^{\circ}\text{C}$ ,  
30°C, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C und/oder einem vorbestimmten  
15 Wärmestrom. Vorteilhaft können im Labor Betriebsbedingungen nachgestellt  
werden. Vorzugsweise berührt die Temperiereinrichtung die in der  
Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemische  
Energiespeichereinrichtung wärmeleitend. Vorzugsweise ist die  
Temperiereinrichtung von einem Temperiermittel durchströmt, elektrisch beheizt  
20 und/oder steuerbar. In bevorzugter Ausgestaltung ist ein Temperaturfühler zur  
Erfassung der Temperatur eines Polkontaktes der in der Aufnahmeeinrichtung  
aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung vorgesehen  
und angeordnet. Vorteilhaft dient die Temperatur eines Polkontaktes zum  
Regeln der Heizleistung der Temperiereinrichtung.

25 Nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist die Messvorrichtung so  
ausgebildet, dass sie zeitgleich zwei, drei, vier oder mehr elektrochemische  
Energiespeichereinrichtungen aufnimmt. Vorteilhaft wird Zeitaufwand zum  
Messen gespart.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung eine Kontaktierungseinrichtung auf, welche insbesondere dem Kontaktieren der aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung dient. Besonders bevorzugt ist die Kontaktierungseinrichtung als insbesondere federbelastete Buchse, Federklemme, Kontaktschuh, insbesondere federbelastete Kontaktschiene ausgebildet. Vorteilhaft erfolgt die Kontaktierung der aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen zeitsparend. Besonders bevorzugt ist die Kontaktierungseinrichtung zum Kontaktieren mehrerer elektrochemischer Energiespeichereinrichtungen ausgestattet.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung eine insbesondere abkoppelbare Datenspeichereinrichtung auf, wobei die Datenspeichereinrichtung zum Abspeichern von zumindest einem physikalischen Parameter vorgesehen ist, vorzugsweise gemeinsam mit einem Wert, welcher repräsentativ für den Zeitpunkt der Messung ist. Vorzugsweise ist die Datenspeichereinrichtung als nicht-flüchtiger Speicher ausgebildet, besonders bevorzugt als SD-Karte, USB-stick ausgebildet.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung eine Anzeigeeinrichtung auf, wobei die Anzeigeeinrichtung zum Anzeigen zumindest eines erfassten Messwertes vorgesehen ist. Vorzugsweise zeigt die Anzeigeeinrichtung zeitgleich verschiedene erfasste Messwerte an, welche insbesondere im Wesentlichen zum selben Zeitpunkt erfasst wurden. Besonders bevorzugt ist die Anzeigeeinrichtung als Bildschirm ausgebildet.

Vorzugsweise weist die Messvorrichtung eine Steuereinrichtung auf, wobei die Steuereinrichtung vorgesehen ist, insbesondere die Ladeeinrichtung und/oder die Messeinrichtung zu steuern. Besonders ist die Steuereinrichtung als insbesondere tragbarer Rechner ausgebildet.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Zusammenhang mit den Figuren. Es zeigt:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Messvorrichtung

5 Fig.1 zeigt eine erfindungsgemäße Messvorrichtung 1. Die Messvorrichtung 1 weist eine Aufnahmeeinrichtung 3 auf, hier im geöffneten Zustand dargestellt. In der Aufnahmeeinrichtung 3 sind drei elektrochemische Energiespeicher-  
einrichtungen 21a, 21b, 21c aufgenommen. Die elektrochemischen  
Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c sind übereinander gelegt. Ebenfalls  
10 sind zwei Temperiereinrichtungen 6a, 6b in der Aufnahmeeinrichtung 3 aufgenommen. Die Temperiereinrichtungen 6a, 6b sind von einem Temperiermittel durchströmt und ermöglichen sowohl Kühlung als auch ein Aufheizen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c. Nicht dargestellt sind die Schläuche zur Versorgung der Temperiereinrichtungen  
15 6a, 6b. Die Temperiereinrichtung 6a berührt die untere elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a. Erst nach Schließen der Aufnahmeeinrichtung 3 gelangt auch die Temperiereinrichtung 6b in Berührung mit der oberen elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21c. Die mittlere elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21c steht in wärmeleitendem  
20 Kontakt mit den benachbarten elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21c.

Weiter weist die Messvorrichtung 1 zwei Messfühler 4a, 4b auf, welche als Wegmesser 4a und Kraftmessdose 4b ausgeführt sind. Auch weist die  
Messvorrichtung 1 zwei Kraftsteller 15 auf, wobei die Kraftsteller 15 als  
25 pneumatische Zylinder ausgeführt sind. Aufgabe der Kraftsteller 15 ist die Beaufschlagung der elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c mit einer vorbestimmten Kraft.

Nicht dargestellt sind Ladeeinrichtung, Kontaktierungseinrichtungen, Steuerung, Datenspeicher und Anzeigeeinrichtung.

Auch ist nicht dargestellt, dass die Messvorrichtung 1 drei Temperaturfühler aufweist, welche mit je einem Polkontakt der aufgenommenen  
5 elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c wärmeleitend verbunden sind. Vorteilhaft erfassen die drei Temperaturfühler die Temperaturen der Polkontakte der aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c, insbesondere zur Unterstützung der Regelung der Heizleistungen der Temperiereinrichtungen 6a, 6b.

10 Die Aufnahmeeinrichtung 3 weist eine erste Anlageeinrichtung 3a und eine zweite Anlageeinrichtung 3b auf, welche als Platten ausgebildet sind. Die Gestaltung der Anlageeinrichtungen 3a, 3b ist der vorliegend prismatischen Form der elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c geschuldet. Eine Führungseinrichtung 3c mit vier zylindrischen Säulen ist mit  
15 einer der Anlageeinrichtungen 3a verbunden, vorliegend mittels Presspassungen. Auf den Säulen der Führungseinrichtung 3c läuft, mittels Kugelbüchsen gelagert, die zweite Anlageeinrichtung 3b relativbewegliche zur ersten Anlageeinrichtung 3a.

Ebenfalls mit den Säulen der Führungseinrichtung 3c verbunden ist die obere  
20 Kraftstellertragplatte 3e. Die Kraftstellertragplatte 3e trägt die Kraftsteller 15 sowie den Wegmesser 4a. Die Kraftsteller 15 wirken auf die bewegliche Jochplatte 3d. Die Jochplatte 3d ist mittels Kugelbüchsen relativbeweglich auf den Säulen der Führungseinrichtung 3c gelagert. Die Kraftsteller 15 beaufschlagen die Jochplatte 3d. Die Jochplatte 3d überträgt die aufgeprägte  
25 Kraft über die Kraftmessdose 4b auf die zweite Anlageeinrichtung 3b. Die Kraftmessdose 4b ist mit der Jochplatte 3d und der zweiten Anlageeinrichtung 3b verbunden.

Der Wegmesser 4a misst insbesondere mittels eines Messstabes, der sich zwischen der Kraftstellertragplatte 3e und der zweiten Anlageeinrichtung 3b erstreckt, vorzugsweise den Abstand zwischen den Anlageeinrichtungen 3a und 3b. Mittelbar misst der Wegmesser 4a vorteilhaft eine Maßänderung, hier der Dicke, der elektrochemischen Energiespeichereinrichtungen 21a, 21b, 21c.

Zum Messen wird zunächst zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c von der Aufnahmeeinrichtung 3 aufgenommen, insbesondere formschlüssig. Vorzugsweise wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c mit einer mindesten Spannkraft  $F$  in der Aufnahmeeinrichtung 3 gehalten, wobei  $F$  mindestens 0,1 N, 0,2 N, 0,5 N, 1 N, 2 N, 5N, 10N oder mehr beträgt. Anschließend wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c elektrisch kontaktiert. Nach einer besonderen Ausführungsform erfolgt das Kontaktieren der zumindest einen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c vor dem Aufnehmen in der Aufnahmeeinrichtung 3.

Anschließend wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c mit einem vorbestimmten Ladestrom  $I_L(t)$  in einen vorbestimmten ersten Ladezustand überführt (S3). Vorzugsweise wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c auf mindestens 66%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95% der Nennladung  $Q_N$  [Ah] geladen.

Anschließend wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c mit einem vorbestimmten Entladestrom  $I_E(t)$  in einen vorbestimmten zweiten Ladezustand überführt (S4). Vorzugsweise wird die zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c auf höchstens 66%, 60%, 55%, 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2% der Nennladung  $Q_N$  [Ah] entladen.

Während der Schritte S3 und S5 wird insbesondere wiederholt ein physikalischer Parameter, welcher Aufschluss über den Betriebszustand der zumindest einen elektrochemische Energiespeichereinrichtung 21a, 21b, 21c gibt, mittels der Messeinrichtung 4, 4a, 4b gemessen. Vorzugsweise erfolgt das Erfassen des physikalischen Parameters periodisch nach Zeitintervallen vorbestimmter Länge, insbesondere jeweils nach Verstreichen von wenigstens 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1.000, 2.000, 5.000, 10.000, 20.000, 50.000 oder mehr Sekunden. Nach einer bevorzugten Ausgestaltung erfolgt das Erfassen des physikalischen Parameters nach Erreichen vorbestimmter Ladezustände, insbesondere nach Erreichen von 66%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 60%, 55%, 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, 2% der Nennladung.

Vorzugsweise werden die Schritte S3 und S5 mehrfach aufeinander folgend ausgeführt.

Für das erste Messverfahren M1 mit unnachgiebiger Aufnahmeeinrichtung 3 wird der Kraftsteller 15 so gesteuert, dass die zweite Anlageeinrichtung 3b während der Lade- und Entladevorgänge im Wesentlichen keine Verlagerung erfährt. Dazu verarbeitet die nicht dargestellte Steuereinrichtung die Signale aus Wegmesser 4a und Kraftmessdose 4b für nahezu unveränderte Position der zweiten Anlageeinrichtung 3b.

Für das zweite Messverfahren M2 mit nachgiebiger Aufnahmeeinrichtung 3 wird der Kraftsteller so gesteuert, dass er das gemeinsame Gewicht aus zweiter Anlageeinrichtung 3b, Jochplatte 3d und Kraftmessdose 4b im Wesentlichen kompensiert.

## Patentansprüche

1. Messverfahren für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung, aufweisend die Schritte:
  - 5 (S1) Aufnehmen wenigstens einer elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) in einer Aufnahmeeinrichtung (3, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e),
  - (S2) elektrisches Kontaktieren der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c),
  - 10 (S3) Laden der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) mit einem vorbestimmten Ladestrom  $I_L(t)$  bis zu einem vorbestimmten ersten Ladezustand,
  - (S4) Entladen der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) mit einem vorbestimmten Entladestrom  $I_E(t)$  bis zu einem vorbestimmten zweiten Ladezustand,
  - 15 (S5) Erfassen zumindest eines Messwertes zu zumindest einem physikalischen Parameter, welcher Aufschluss über den Betriebszustand der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) gibt, mittels einer Messeinrichtung (4, 4a, 4b).
- 20 2. Messverfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Schritte S3 und S4 mehrfach aufeinander folgend durchgeführt werden.

3. Messverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet auch durch den zusätzlichen Verfahrensschritt:

(S6) Temperieren der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) mit einer Temperiereinrichtung (6, 6a, 6b),  
5 vorzugsweise mit einem vorbestimmten Temperaturprofil.

4. Messverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet auch durch den zusätzlichen Verfahrensschritt:

(S7) Erfassen zumindest einer Temperatur, insbesondere der Temperiereinrichtung (6, 6a, 6b).

- 10 5. Messvorrichtung (1) für eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c), insbesondere zur Durchführung des Messverfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch zumindest:  
eine Aufnahmeeinrichtung (3, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e), welche vorgesehen ist,  
15 zumindest eine elektrochemische Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) aufzunehmen,  
eine Messeinrichtung (4, 4a, 4b), welche vorgesehen ist, zumindest einen physikalischen Parameter, welcher Aufschluss über den Betriebszustand der in der Aufnahmeeinrichtung (3, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e) aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) gibt,  
20 zu erfassen, und  
eine Ladeeinrichtung (5), welche vorgesehen ist, zumindest zeitweise der in der Aufnahmeeinrichtung (3, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e) aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c)  
25 elektrische Energie zuzuführen und zu entnehmen, insbesondere einen vorbestimmten zeitabhängigen Strom  $I(t)$ .

- 5 6. Messvorrichtung (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, gekennzeichnet durch eine Kraftstelleinrichtung (15), welche vorgesehen ist, die in der Aufnahmeeinrichtung aufgenommenen elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) mit einer insbesondere vorbestimmten Kraft zu beaufschlagen.
- 10 7. Messvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 5 oder 6, gekennzeichnet durch eine Temperiereinrichtung (6, 6a, 6b), welche vorgesehen ist, zumindest zeitweise Wärmeenergie mit der elektrochemischen Energiespeichereinrichtung (21, 21a, 21b, 21c) auszutauschen, wobei die Messeinrichtung (4, 4a, 4b) mindestens einen Temperaturfühler (4c, 4d, 4e) aufweist.

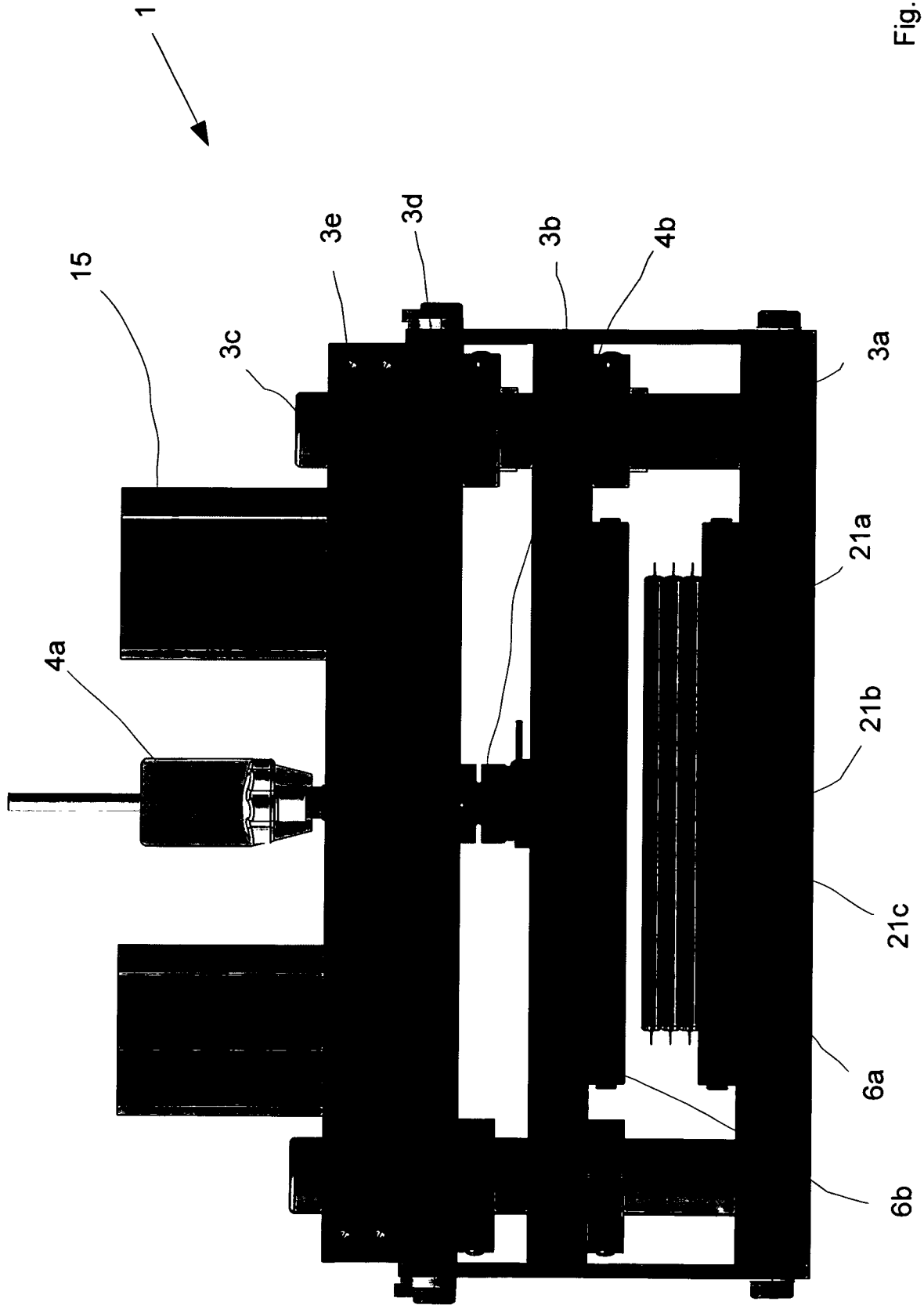


Fig.1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/001797

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
INV. G01R31/36  
ADD.  
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED  
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
G01R G01L G01B G01K H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 177 799 B1 (MARTINEAU DANIEL [CA] ET AL) 23 January 2001 (2001-01-23) the whole document	1-7
X	US 5 438 249 A (CHANG ON K [US] ET AL) 1 August 1995 (1995-08-01) the whole document	1-7
A	EP 1 130 669 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 5 September 2001 (2001-09-05) the whole document	1-7
A	EP 1 918 729 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 7 May 2008 (2008-05-07) the whole document	1-7
	----- -/--	

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

\* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search <b>27 August 2012</b>	Date of mailing of the international search report <b>05/09/2012</b>
--	---

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer  <b>Jedlicska, István</b>
--	--

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/EP2012/001797

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2008 024793 A1 (ENERDAY GMBH [DE]) 26 November 2009 (2009-11-26) the whole document -----	3,4,7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2012/001797
---

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 6177799	B1	23-01-2001	CA 2329410 A1 US 6177799 B1	21-07-2001 23-01-2001
US 5438249	A	01-08-1995	NONE	
EP 1130669	A1	05-09-2001	DE 60100075 D1 DE 60100075 T2 EP 1130669 A1 JP 4666712 B2 JP 2001236985 A US 2001019270 A1	13-02-2003 06-11-2003 05-09-2001 06-04-2011 31-08-2001 06-09-2001
EP 1918729	A1	07-05-2008	EP 1918729 A1 US 2008094031 A1	07-05-2008 24-04-2008
DE 102008024793	A1	26-11-2009	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
 INV. G01R31/36  
 ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
 G01R G01L G01B G01K H01M

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 177 799 B1 (MARTINEAU DANIEL [CA] ET AL) 23. Januar 2001 (2001-01-23) das ganze Dokument -----	1-7
X	US 5 438 249 A (CHANG ON K [US] ET AL) 1. August 1995 (1995-08-01) das ganze Dokument -----	1-7
A	EP 1 130 669 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP]; TOYOTA MOTOR CO LTD [JP]) 5. September 2001 (2001-09-05) das ganze Dokument -----	1-7
A	EP 1 918 729 A1 (HONEYWELL INT INC [US]) 7. Mai 2008 (2008-05-07) das ganze Dokument -----	1-7
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen  Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

27. August 2012

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

05/09/2012

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jedlicska, István

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2008 024793 A1 (ENERDAY GMBH [DE]) 26. November 2009 (2009-11-26) das ganze Dokument -----	3,4,7

**INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT**

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/001797

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6177799	B1	23-01-2001	CA 2329410 A1 21-07-2001
			US 6177799 B1 23-01-2001
-----			
US 5438249	A	01-08-1995	KEINE
-----			
EP 1130669	A1	05-09-2001	DE 60100075 D1 13-02-2003
			DE 60100075 T2 06-11-2003
			EP 1130669 A1 05-09-2001
			JP 4666712 B2 06-04-2011
			JP 2001236985 A 31-08-2001
			US 2001019270 A1 06-09-2001
-----			
EP 1918729	A1	07-05-2008	EP 1918729 A1 07-05-2008
			US 2008094031 A1 24-04-2008
-----			
DE 102008024793	A1	26-11-2009	KEINE
-----			