

Akkumulator-Entladevorrichtung zum Entladen von Akkumulatoren und Verfahren zum Entladen einer Mehrzahl an Akkumulatoren

- 5 Die Erfindung betrifft eine Akkumulator-Entladevorrichtung zum Entladen von Akkumulatoren, mit (a) einem ersten Akku-Anschluss zum Anschließen eines ersten Akkumulators, (b) einem zweiten Akku-Anschluss zum Anschließen eines zweiten Akkumulators, (c) zumindest einem dritten Akku-Anschluss zum Anschließen eines dritten Akkumulators und (d) einem Last-Anschluss für eine Last zum Abführen einer elektrischen Leistung beim Entladen der Akkumulatoren.
- 10

Akkumulatoren, bei denen es sich gemäß einer bevorzugten Ausführungsform um Lithium-Akkumulatoren handelt, werden vor dem Recycling oft entladen. Das hat den Vorteil, dass chemische Reaktionen beim Recycling vermindert oder unterdrückt werden. Beim Entladen sollte sichergestellt sein, dass dies nicht zu einer Zerstörung des Akkumulators führt.

15

Akkumulatoren werden in der Regel in Batteriemodulen verbaut. Ein derartiges Batteriemodul umfasst in der Regel eine Vielzahl an galvanischen Zellen, die untereinander zu Untereinheiten zusammenfasst sein können. Ein Batteriemodul, beispielsweise für ein Elektrofahrzeug, weist in der Regel eine große Vielzahl an galvanischen Zellen auf. Diese können unterschiedliche Ladezustände und unterschiedliche Verschleißzustände aufweisen. Um ein katastrophales Versagen einer oder mehrerer galvanischer Zellen des Akkumulators zu verhindern, ist es überaus vorteilhaft, wenn ein Tiefentladen des Akkumulators vermieden wird.

20

25

Beim Betrieb eines Batteriemoduls werden diese in der Regel von einem sogenannten Batteriemanagementsystem so ge- und entladen, dass es nicht zu einem Tiefentladen kommen kann. Ist ein Batteriemodul jedoch defekt, kann in aller Regel nicht mehr auf das Batteriemanagementsystem zugegriffen werden. Es ist zudem meist

30

unklar, in welchem Ladungszustand die einzelnen Akkumulatoren sind. Um sie recyceln zu können, werden die Akkumulatoren daher einzeln entladen.

5 Es ist bekannt, die Akkumulatoren dazu einzeln an eine Last anzuschließen, sodass der Energieinhalt, der noch im Akkumulator enthalten ist, über die Last abgeführt wird. Das hat den Nachteil, dass eine Vielzahl an Lasten, bei denen es sich beispielsweise um ohmsche Widerstände handeln kann, bereitgehalten werden muss.

10 Um das zu vermeiden, können mehrere Akkumulatoren parallel geschaltet werden. Das führt zu hohen elektrischen Strömen, um die Zeit, die für die Entladung notwendig ist, nicht zu lang werden zu lassen. Voraussetzung für ein derartiges Vorgehen ist, dass sich die Ladezustände voneinander nicht zu stark voneinander unterscheiden, beispielsweise dürfen sich die Ladezustände untereinander um höchstens 10 % unterscheiden.

15 Es ist auch bekannt, die Akkumulatoren in Reihe zu schalten und gemeinsam zu entladen. Das allerdings ist nur möglich, wenn sich die Ladezustände der einzelnen Akkumulatoren kaum voneinander unterscheiden, insbesondere um weniger als 1%. Das ist aber in der Praxis nur aufwändig sicherzustellen, da dazu die Ladezustände
20 ermittelt werden müssen.

Um diese genannten Probleme zu umgehen, ist zudem vorgeschlagen worden, den Elektrolyten vor dem weiteren Recycling zu entfernen, um ein Durchgehen zu verhindern.

25 Auch ist bekannt, die Akkumulatoren mit flüssigem Stickstoff einzufrieren und in diesem Zustand zu zerkleinern, da in gefrorenem Zustand keine chemische Reaktion möglich ist. Diese Verfahren sind vergleichsweise energieaufwändig.

30 Aus der JP 2019-071701 A ist ein Entladungsbehandlungsverfahren von Altbatterien bekannt, das eine Entladungsbehandlung einer Vielzahl von Abfalleinheitszellen durchführt. Dabei wird ein Hauptschaltungswiderstand zwischen eine Anode eines Endes und eine Kathode des anderen Endes der Vielzahl von in Reihe geschal-

teten Abfalleinheitenzellen geschaltet, und Hilfsschaltungswiderstände und Hilfsschalter werden jeweils in Reihe zwischen die Anode und die Kathode jeder der Vielzahl von Abfalleinheitenzellen geschaltet. Das Verfahren umfasst einen Normalzeit-Entladeschritt und einen Entladeschritt während einer Polaritätsumkehrung von Akkumulatoren, bei dem Zellen, die sich nicht in einem Polaritätsumkehrungszustand befinden, kontinuierlich entladen werden. Dazu werden Hilfsschalter, die mit den Abfalleinheitenzellen in dem Polaritätsumkehrungszustand verbunden sind, geschlossen. So wird ein Durchgehen der Zellen verhindert, da diese nicht in den Polaritätsumkehrungszustand kommen.

10

Die DE 10 2014 207 239 A1 beschreibt ein Verfahren zur Entsorgung eines Energiespeichers mit mehreren elektrochemischen Zellen, das ein Balancing-Steuergerät des Energiespeichers zum gezielten Tiefentladen des Energiespeichers nutzt. Der Tiefentladevorgang wird extern angestoßen. Die in den galvanischen Zellen gespeicherte Energie wird über den Innenwiderstand der Zellen in Wärme umgewandelt.

15

Die DE 10 2013108 023 A1 befasst sich mit einem System zur Erhöhung der Sicherheit von Akkumulatoren, die in Elektroautos verbaut sind. Kommt es zu einem Unfall, werden die Batteriezellen unter Verwendung einer Zellenausgleichsschaltung gezielt entladen. Der Energieinhalt der Batterien wird dabei in Wärme umgewandelt.

20

Die DE 10 2016 206 919 A1 befasst sich damit, Zellen-Ladungszustände auszubalancieren. Dazu werden Zellenpaare untereinander über eine externe Balancierschaltung zum Erzeugen eines externen Ausgleichsstroms zwischen den Zellenpaaren verbunden.

25

Aus der DE 10 2016 224 002 A1 ist bekannt, eine Batteriemodul dadurch zu entladen, dass Batteriezellen des zu entladenden Batteriemoduls nacheinander mit einer Entladeeinrichtung mittels einer Zellschalteinheit ausgehend von einer vorgegebenen Batteriezelle selektiv elektrisch gekoppelt werden, um die Batteriezellen zum Entladen des Batteriemoduls einzeln nacheinander elektrisch zu entladen.

30

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Entladen von Akkumulatoren, insbesondere im Rahmen eines Entsorgungsverfahrens, zu verbessern.

Die Erfindung löst das Problem durch eine gattungsgemäße Akkumulator-Entlade-
vorrichtung, die (e) eine Entladeschaltung, (i) einen ersten Kurzschlusschalter,
(ii) einen ersten Spannungsmesser, der angeordnet ist zum Messen einer ersten
5 Akku-Spannung, die über dem ersten Akku-Anschluss abfällt, (iii) einen zweiten
Kurzschlusschalter, (iv) einen zweiten Spannungsmesser, der angeordnet ist zum
Messen einer zweiten Akku-Spannung, die über dem zweiten Akku-Anschluss abfällt,
(v) einen dritten Kurzschlusschalter, (vi) einen dritten Spannungsmesser, der ange-
ordnet ist zum Messen einer dritten Akku-Spannung, die über dem dritten Akku-An-
10 schluss abfällt, und (ii) eine Steuereinheit aufweist, (f) wobei die Steuereinheit ausge-
bildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten (i) für
alle Spannungsmesser Erfassen der jeweiligen Akku-Spannung, (ii) wenn die jewei-
lige Akku-Spannungen eine vorgegebene Minimal-Spannung überschreitet, Schalten
(und/oder Geschaltet-Halten) des entsprechenden Akkumulators in eine Reihen-
15 schaltung mit zumindest einem anderen Akkumulator, insbesondere mittels des ent-
sprechenden Kurzschlusschalters, und (iii) wenn die jeweilige Akku-Spannungen
die Minimal-Spannung nicht überschreitet, Entfernen des entsprechenden Akkumula-
tors aus der Reihenschaltung, insbesondere mittels des entsprechenden Kurz-
schlusschalters.

20

Gemäß einem zweiten Aspekt löst die Erfindung das Problem durch ein Verfahren
zum Entladen einer Mehrzahl an Akkumulatoren mit den automatisch durchgeführten
Schritten: (a) kontinuierlich Messen von jeweils einer Akku-Spannung einer Mehrzahl
an Akkumulatoren, (b) Schalten der Akkumulatoren, deren Akku-Spannungen eine
25 vorgegebene Minimal-Spannung nicht unterschreiten, in eine Reihenschaltung so-
dass die Akkumulatoren entladen werden, und (c) Dekontaktieren eines Akkumula-
tors, dessen Akku-Spannung die vorgegebene Minimal-Spannung unterschreitet, so-
dass er nicht mehr in Reihe geschaltet ist.

30 Vorteilhaft an der Erfindung ist, dass die Akkumulatoren automatisch entladen wer-
den können. Es kann lediglich notwendig sein, die Akkumulatoren manuell an jeweils
einen Akku-Anschluss anzuschließen.

Vorteilhaft ist zudem, dass nur wenig Lasten bereitgestellt werden müssen. Zwar ist

es möglich, mehrere Lasten zu verwenden, das ist aber entbehrlich. Insbesondere ist es möglich, die Energie, die noch in den Akkumulatoren gespeichert ist, als Nutzenergie weiterzuverwenden. Es ist in anderen Worten möglich, nicht aber notwendig, dass die in den Akkumulatoren enthaltene elektrische Energie als Wärme abgeführt wird. Insbesondere kann sie als elektrische Energie einem Verbraucher zugeführt werden.

Günstig ist, dass das Entladen der Akkumulatoren in der Regel sehr sicher erfolgen kann, da sichergestellt ist, dass die vorgegebene Minimal-Spannung nicht unterschritten wird. Die Minimal-Spannung wird vorzugsweise so gewählt, dass ein Durchgehen des Akkumulators vermieden wird. Beispielsweise beträgt die Minimal-Spannung null Volt.

Günstig ist auch, dass mittels der Akkumulator-Ladevorrichtung Akkumulatoren beliebiger Ladezustände und/oder Restspannungen entladen werden können. In der Regel ist daher beim Bediener der Akkumulator-Entladevorrichtung keine Kenntnis über den zu entladenden Akkumulator notwendig. Die Wahrscheinlichkeit von Fehlbedienung ist zudem in der Regel klein.

Im Rahmen der vorliegenden Beschreibung wird unter einem Akkumulator ein Bauteil verstanden, das elektrische Energie elektrochemisch speichert. Ein Akkumulator umfasst zumindest ein galvanisches Element, vorzugsweise eine Vielzahl an galvanischen Elementen. In anderen Worten kann es sich bei dem Akkumulator um eine Batterie handeln, also um eine Kombination, insbesondere eine Reihenschaltung, aus mehreren galvanischen Zellen. Es ist zudem möglich, dass der Akkumulator zwei oder mehr voneinander unabhängige Batterien enthält.

Bei den Akkumulatoren handelt es sich vorzugsweise zumindest mehrheitlich, insbesondere ausschließlich, um Lithium-Akkumulatoren. Unter einem Lithium-Akkumulator wird insbesondere ein Akkumulator verstanden, bei dem die elektrochemische Reaktion auf Lithium beruht. Vorzugsweise ist der Lithium-Akkumulator ein Lithium-Ionen-Akkumulator. Es muss sich aber nicht um einen Lithium-Akkumulator handeln, die Erfindung ist auch für Akkumulatoren anderer Bauarten einsetzbar. Es ist zudem möglich, nicht aber notwendig, dass alle Akkumulatoren die gleiche Bauart haben.

Insbesondere ist es auch möglich, dass Akkumulatoren unterschiedlicher Bauarten angeschlossen werden.

Unter einem Kurzschlusschalter wird insbesondere eine Vorrichtung verstanden, 5
mittels der ein Stromfluss durch den entsprechenden Akkumulator unterbunden werden kann. Insbesondere ist der Kurzschlusschalter ausgebildet zum Überbrücken des jeweiligen Akku-Anschlusses. So können mit dem ersten Kurzschlusschalter die Pole des ersten Akku-Anschlusses miteinander kurzgeschlossen werden, wenn die Minimal-Spannung null Volt beträgt. Jeder Akku-Anschluss hat zumindest zwei Pole, 10
die auch als Anschlusskontakte bezeichnet werden können.

Beispielsweise handelt es sich bei den Kurzschlusschaltern um Relais. Es sind aber auch alle anderen potentialfrei schaltenden Schalter oder mit Potential schaltende Schalter, insbesondere auch Halbleiterschalter, als Kurzschlusschalter einsetzbar. 15

Unter der Reihenschaltung wird insbesondere eine solche Schaltung verstanden, bei der sich die Spannungen von zumindest zwei Akkumulatoren, insbesondere einer Mehrzahl der elektrisch miteinander in eine Schaltung geschalteten Akkumulatoren, addieren. Es ist möglich, nicht aber notwendig und in der Regel nicht sinnvoll, 20
dass zwei oder mehr Akkumulatoren parallel geschaltet sind.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Akkumulator-Entladevorrichtung eine Anzeige zum Anzeigen derjenigen Akkumulatoren, deren jeweilige Akku-Spannungen die Minimal-Spannung nicht überschreiten und/oder derjenigen Akku-Anschlüsse, deren Anschlusskontakte überbrückt sind. Das hat den Vorteil, dass ein 25
Bediener der Akkumulator-Entladevorrichtung feststellen kann, welche Akkumulatoren entfernt werden können. Es sei darauf hingewiesen, dass eine Anzeige, die diejenigen Akkumulatoren anzeigt, deren jeweilige Akku-Spannung die Minimal-Spannung nicht überschreitet, auch dadurch realisiert sein kann, dass diejenigen Akkumulatoren angezeigt werden, deren jeweilige Akku-Spannung die Minimal-Spannung 30
unterschreitet und/oder, die diejenigen Akku-Anschlüsse anzeigt, deren Anschlusskontakte nicht überbrückt sind. Aus der Abwesenheit eines solchen Signals kann darauf geschlossen werden, dass für den entsprechenden Akkumulator die Akku-Spannung die Minimal-Spannung nicht überschreitet und/oder dass die entsprechenden

Anschlusskontakte überbrückt sind.

Unter einer Anzeige wird insbesondere eine Vorrichtung verstanden, anhand derer von einem Bediener die Information gewonnen werden kann, für welche Akku-Anschlüsse die Minimal-Spannung unterschritten wird bzw. die Anschlusskontakte welcher Akku-Anschlüsse kurzgeschlossen sind. Es ist möglich, dass diese Anzeige eine optische Anzeige ist, die ein optisches Signal abgibt. Es ist aber auch möglich, dass die Anzeige eine elektrische, haptische Anzeige oder eine sonstige Anzeige ist. Insbesondere ist es auch möglich, dass die Anzeige lediglich ein elektrisches Signal abgibt, sodass beispielsweise ein Roboter, der gemäß einer bevorzugten Ausführungsform Teil der Akkumulator-Entladevorrichtung ist, automatisch den entsprechenden Akkumulator, dessen Minimal-Spannung unterschritten ist, von seinem Akku-Anschluss trennt. Der Roboter kann insbesondere auch ausgebildet sein zum automatischen Platzieren von entladenen Akkumulatoren an einer vorgegebenen Stelle. Bei dieser Stelle kann es sich beispielsweise um einen anderen Behälter oder eine Fördervorrichtung handeln, die die entladenen Akkumulatoren zur weiteren Verarbeitung befördert.

Günstig ist es, wenn die Akkumulator-Entladevorrichtung eine Verpolungsschutzschaltung aufweist. Diese Verpolungsschutzschaltung ist insbesondere ausgebildet zum automatischen Erfassen eines polfalsch angeschlossenen Akkumulators. Günstig ist es, wenn die Verpolungsschutzschaltung ausgebildet ist zum Ausgeben einer Verpolungs-Warnmeldung und/oder zum polerichtigen Anschließen des polfalsch angeschlossenen Akkumulators.

25

Beispielsweise kann die Verpolungsschutzschaltung eine Umpolschaltung aufweisen. Die Umpolschaltung ist ausgebildet zum automatischen Umpolen der Spannung, die an den Anschlusskontakten des jeweiligen Akku-Anschlusses anliegt. Dadurch ist der ursprünglich polfalsch angeschlossene Akkumulator nun polrichtig angeschlossen. Es ist in diesem Fall unbeachtlich, wenn der Akkumulator polfalsch an die Anschlusskontakte des jeweiligen Akku-Anschlusses angeschlossen wird, da die Umpolschaltung dafür sorgt, dass der Akkumulator polrichtig in die Reihenschaltung geschaltet wird.

30

Unter einer Verpolungs-Warmmeldung wird insbesondere eine Meldung verstanden, die kodiert, an welchem Akku-Anschluss ein Akkumulator falsch gepolt angeschlossen ist. Die Verpolungs-Warmmeldung kann vom Menschen wahrnehmbar oder nicht wahrnehmbar sein. Es kann sich insbesondere um eine optische, akustische oder elektrische Verpolungs-Warmmeldung handeln.

Alternativ oder zusätzlich ist die Verpolungsschutzschaltung so ausgebildet, dass sie einen polfalsch angeschlossenen Akkumulator nicht in die Reihenschaltung schaltet.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten (i) Bestimmen von zeitlichen Akkuspannungsänderungen von Akku-Spannungen und (ii) Herausschalten des entsprechenden Akkumulators aus der Reihenschaltung mittels des entsprechenden Kurzschluss Schalters und/oder Ausgeben einer Spannungsabriss-Warmmeldung, wenn die zeitliche Akkuspannungsänderung außerhalb eines vorgegebenen Toleranzintervalls liegt. Eine zu starke zeitliche Akkuspannungsänderung deutet darauf hin, dass der entsprechende Akkumulator eine Fehlfunktion aufweist. Um zu verhindern, dass ein elektrischer Stromfluss durch den Akkumulator zu einem Schaden an dem Akkumulator führt oder einen existierenden Schaden verschlimmert, wird vorzugsweise der entsprechende Akkumulator überbrückt, das heißt, dass kein Strom mehr durch den Akku-Anschluss in den Akkumulator fließt.

15

20

Günstig ist es, wenn die Steuereinheit ausgebildet ist zum erneuten Kontaktieren dieses Akkumulators, also Schalten des Akkumulators in die Reihenschaltung. Kommt es erneut zu einer zeitlichen Akkuspannungsänderung, die außerhalb des vorgegebenen Toleranzintervalls liegt, kann dann erneut der entsprechende Akkumulator überbrückt und/oder eine Spannungsabriss-Warmmeldung ausgegeben werden. Unter dem erneuten Kontaktieren wird insbesondere verstanden, dass der entsprechende Akkumulator erneut in eine Reihenschaltung mit zumindest einem anderen Akkumulator geschaltet wird. Das erfolgt mittels des entsprechenden Kurzschluss Schalters. Unter dem Dekontaktieren wird insbesondere ein Entfernen aus der Reihenschaltung verstanden.

25

30

Vorzugsweise ist die Steuereinheit ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit dem Schritt eines Zuschaltens eines Teils der Akkumulatoren in die Reihenschaltung, sodass eine Summe der Akku-Spannung innerhalb eines vorgegebenen Zielspannungs-Intervalls liegt. Wenn zwei oder mehr Kombinationen an
5 Akku-Spannungen innerhalb des Zielspannungs-Intervalls liegen, wird vorzugsweise die Kombination mit der größeren Anzahl an Akku-Spannungen gewählt. Vorzugsweise werden alle Akkumulatoren, deren Akku-Spannungen oberhalb der Minimal-Spannung liegen, in Reihe geschaltet, wenn die Summe aller Akku-Spannungen kleiner ist als eine untere Intervallgrenze des Zielspannungs-Intervalls. Auf diese Weise
10 liegt in der Regel am Last-Anschluss eine Spannung innerhalb des Zielspannungs-Intervalls an. Eine derartige Spannung kann besonders einfach weiterverarbeitet werden.

Die Akkumulatoren, die zugeschaltet werden, sind insbesondere vor dem Zuschalten bereits an die Akkumulator-Entladevorrichtung angeschlossen, aber nicht in
15 die Reihenschaltung geschaltet. In anderen Worten geben diese Akkumulatoren keine elektrische Energie ab. Je größer die Zahl der Anschlüsse der Akkumulator-Entladevorrichtung, desto seltener müssen neue zu entladene Akkumulatoren an die Akkumulator-Entladevorrichtung angeschlossen werden. Das erleichtert die Bedie-
20 nung.

Vorzugsweise ist die obere Intervallgrenze des Zielspannungs-Intervalls höchstens 60 Volt. In diesem Fall kann in der Regel auf besondere Schutzmaßnahmen wie Schutzkleidung verzichtet werden.

25

Vorzugsweise ist die Zahl der Akku-Anschlüsse größer als fünf, insbesondere größer als 10. Günstig ist es oft, wenn die Zahl der Akku-Anschlüsse kleiner ist als 150, insbesondere kleiner als 30.

30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Akkumulator-Entladevorrichtung eine Last zum Abführen der elektrischen Leistung beim Entladen der Akkumulatoren. Beispielsweise handelt es sich bei der Last um einen Wechselrichter zum Erzeugen einer Wechselspannung einer vorgegebenen Frequenz und Spannung aus der Gleichspannung, die am Lastanschluss anliegt. Alternativ kann es bei sich bei

der Last beispielsweise um einen Gleichspannungswandler zum Erzeugen einer Gleichspannung einer vorgegebenen Spannung aus der Gleichspannung, die am Lastanschluss anliegt, handeln. Der Wechselrichter kann beispielsweise ein Schalt-
netzteil sein.

5

Unter dem Merkmal, dass die Last, insbesondere der Wechselrichter, an den Last-Anschluss angeschlossen ist, wird insbesondere verstanden, dass der Wechsel-
richter mit dem Last-Anschluss elektrisch verbunden ist. Es ist möglich, nicht aber
notwendig, dass der Last-Anschluss eine spezielle Vorrichtung ist, beispielsweise
10 eine Steckdose. Insbesondere kann der Last-Anschluss durch zwei oder mehr elekt-
rische Leiter gebildet sein, mittels denen die Last angeschlossen werden kann.

Günstig ist es, wenn der Wechselrichter mit einem öffentlichen Netz zum Rück-
speisen von elektrischer Energie in das öffentliche Stromnetz verbunden ist.

15

Vorzugsweise ist der Wechselrichter mit einem Stromnetz – das das öffentliche
Stromnetz sein kann, nicht aber sein muss – verbunden, an das elektrische Verbrau-
cher angeschlossen sind. Beispielsweise ist zumindest ein Verbraucher Teil einer Li-
thiumbatterie-Recyclinganlage zum Wiederverwerten von Lithiumbatterien. Insbeson-
20 dere kann zumindest ein elektrischer Verbraucher eine Zerkleinerungsanlage zum
Zerkleinern von Lithiumbatterie, eine Pumpe, beispielsweise eine Vakuumpumpe, o-
der ein Motor sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinheit ausgebildet ist
25 zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten (i) Erfassen ei-
ner Soll-Leistungsabgabe der Akkumulator-Entladevorrichtung und (ii) Reduzieren ei-
ner Entladeleistung der Akkumulatoren, wenn eine Ist-Leistungsabgabe die Soll-Leis-
tungsabgabe überschreitet. Die Soll-Leistungsabgabe kann beispielsweise von ei-
nem Eingabegerät oder aus einem Speicher ausgelesen werden oder von einem
30 Leistungsmesser erfasst werden.

Besonders günstig ist es, wenn das Erfassen der Soll-Leistungsabgabe ein Er-
fassen eines momentanen Leistungsbedarfs der elektrischen Verbraucher des

Stromnetzes ist. Technische Anlagen, beispielsweise eine Lithiumbatterie-Recycling-anlage, benötigen schwankende Mengen an elektrischer Leistung. Wenn die Ist-Leistungsabgabe der Akkumulator-Entladevorrichtung, also die momentan abgegebene elektrische Leistung, größer ist als der momentane Leistungsbedarf der elektrischen Verbraucher des Stromnetzes, wird in aller Regel elektrische Leistung in das öffentliche Netz zurück gespeist. Die Vergütung für so zurückgespeiste elektrische Energie ist vergleichsweise klein. Es kann daher vorteilhaft sein, die Leistungsabgabe der Akkumulator-Entladevorrichtung zu drosseln, wenn diese den momentanen Leistungsbedarf der elektrischen Verbraucher des Stromnetzes überschreitet.

10

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die Akkumulator-Entladevorrichtung einen elektrischen Pufferspeicher. Der Pufferspeicher ist vorzugsweise so verschaltet, dass elektrische Energie, die von der Akkumulator-Entladevorrichtung aus den Akkumulatoren entnommen wird, zumindest teilweise und/oder zumindest zeitweise im Pufferspeicher gespeichert wird.

15

Günstig ist es, wenn der Pufferspeicher eine Speicherkapazität von zumindest 10 kWh, bzw. zumindest 30 kWh, insbesondere zumindest 50 kWh, hat. In der Regel ist die Speicherkapazität des Pufferspeichers kleiner als 10 MWh.

20

Vorzugsweise ist die Steuereinheit ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten: (i) Erfassen der Soll-Leistungsabgabe der Akkumulator-Entladevorrichtung und (ii) Aufladen des Pufferspeichers, sodass die Ist-Leistungsabgabe die Soll-Leistungsabgabe nicht überschreitet. In anderen Worten ist die Steuereinheit ausgebildet zum Einspeichern von elektrischer Energie in den Pufferspeicher, die nicht von den Verbrauchern des Stromnetzes benötigt wird.

25

Günstig ist es, wenn die Akkumulator-Entladevorrichtung zumindest einen Akku besitzt, der an den ersten Akku-Anschluss angeschlossen ist. Insbesondere weist die Akkumulator-Entladevorrichtung eine Mehrzahl an Akkumulatoren auf, die an jeweils einen Akku-Anschluss angeschlossen sind.

30

Vorzugsweise besitzt die Akkumulator-Entladevorrichtung zumindest einen Wärmesensor, insbesondere eine Wärmebildkamera, die angeordnet ist zum Erfassen einer

Temperatur zumindest eines der Akkumulatoren. Wenn sich ein Akkumulator zu stark erhitzt, kann dies zu einem Durchgehen, also katastrophalen Versagen des Akkumulators aufgrund einer sich selbst verstärkenden Entladung führen. Um einen solchen Fall zu vermeiden, wird gemäß einer bevorzugten Ausführungsform die Temperatur der Akkumulatoren kontinuierlich erfasst. Überschreitet eine Temperatur eine Warn-
5 Temperatur, entfernt die Steuereinheit den entsprechenden Akkumulator automatisch aus der Reihenschaltung. Alternativ oder zusätzlich entfernt die Steuereinheit den entsprechenden Akkumulator automatisch aus der Reihenschaltung, wenn eine Temperaturänderungsgeschwindigkeit $\dot{T}$, also die – numerisch berechnete – Ableitung der Temperatur T_i nach der Zeit t eine vorgegebene Warn-Temperaturänderungsgeschwindigkeit $\dot{T}_{\text{warn}}$ überschreitet.
10

Vorzugsweise ist die Steuereinheit ausgebildet zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den folgenden Schritten: (a) Erfassen eines Akkumulators, der an
15 einem Akku-Anschluss angeschlossen ist und der die Minimal-Spannung U_{min} nicht überschreitet und (b) Schließen oder Geschlossen-Halten eines ersten Schaltelements, insbesondere eines Kurzschluss-Relais, des Kurzschlusschalters des Akku-Anschlusses.

20 Vorzugsweise umfasst das Verfahren den Schritt (c) Schließen oder Geschlossen-Halten eines zweiten Schaltelements, insbesondere eines Zuschalt-Relais, des Kurzschlusschalters des Akku-Anschlusses.

Alternativ oder zusätzlich umfasst das Verfahren vorzugsweise den Schritt (d) Ausgeben eines Signals, das kodiert dass der Akkumulator entfernt werden kann.
25

Günstig ist es, wenn die Steuereinheit ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den folgenden Schritten, die vorzugsweise nach in den drei vorherigen Absätzen genannten Schritten durchgeführt werden: (a) Erfassen, dass
30 kein Akkumulator am Akku-Anschluss angeschlossen ist, (b) Öffnen oder Geöffnet-Halten des zweiten Schaltelements und gegebenenfalls (c) Öffnen oder Geöffnet-Halten des ersten Schaltelements. Dadurch wird verhindert die Ausbildung eines Lichtbogens im ersten Schaltelement vermindert oder verhindert. Das Verfahren umfasst vorzugsweise zudem die Schritte (c) Schließen oder Geschlossen-Halten des

Zuschalt-Relais. Die Schritte (b) und (c) erfolgen vorzugsweise innerhalb von höchstens 1 Sekunde, insbesondere höchstens 0,1 Sekunde.

Das Erfassen, dass kein Akkumulator am Akku-Anschluss angeschlossen ist, erfolgt
5 beispielsweise mittels des jeweiligen Spannungsmessers oder durch Einlesen einer Benutzereingabe von einem Bedienelement wie beispielsweise einem Schalter oder einer Schaltfläche.

Das Erfassen, dass kein Akkumulator am Akku-Anschluss angeschlossen ist, erfolgt
10 beispielsweise dadurch, dass – insbesondere wenn der Spannungsmesser keine am Akku-Anschluss anliegende Spannung misst – ein Spannungsimpuls, vorzugsweise von höchstens 60 Volt, am Akku-Anschluss angelegt wird. Resultiert kein elektrischer Strom, ist kein Akkumulator angeschlossen.

15 Die ersten Schaltelemente sind insbesondere so verschaltet, dass die Reihenschaltung nur dann geschlossen ist, wenn alle ersten Schaltelemente geschlossen sind. Insbesondere sind die ersten Schaltelemente so verschaltet, dass die Ausgangsspannung U_A anliegt und damit die in die Reihenschaltung geschalteten Akkumulatoren entladen werden können, wenn – insbesondere nur dann, wenn – alle ersten
20 Schaltelemente geschlossen sind.

Die zweiten Schaltelemente sind insbesondere so verschaltet, dass für jedes Schaltelement gilt, dass unabhängig vom Schaltzustand des ersten Schaltelements der am entsprechende Akku-Anschluss angeschlossene Akkumulator nur dann entladen
25 werden kann, wenn das zweite Schaltelement geschlossen ist.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren umfasst vorzugsweise die Schritte, die oben im Rahmen der bevorzugten Ausbildung der Steuereinheit beschrieben sind.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt

- Figur 1 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Akkumulator-Entladevorrichtung,
5
Figur 2 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Akkumulator-Entladevorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform und
Figur 3 eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Akkumulator-
10 Entladevorrichtung.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Akkumulator-Entladevorrichtung 10 mit Akku-Anschlüssen 12.i ($i = 1, 2, \dots, N$; hier: $N = 4$). Die Akkumulator-Entladevorrichtung 10 besitzt zudem einen Last-Anschluss 14, an den im vorliegenden Fall eine Last 16 in
15 Form eines Wechselrichters 17 angeschlossen ist. Der Wechselrichter 17 hat einen Spannungsanschluss 18, an dem eine Wechselspannung U_{AC} anliegt, die eine vorgegebene Frequenz f hat, beispielsweise 50 Hertz oder 60 Hertz. Die Wechselspannung U_{AC} beträgt beispielsweise 230 Volt oder 110 Volt. Aber auch andere Spannungen sind möglich.

20 Die Entladeschaltung 18 besitzt für jeden Akku-Anschluss 12.i einen Spannungsmesser 22.i zum Messen einer Akku-Spannung $U_{20,i}$ des jeweils angeschlossenen Akkumulators 20.i. Die Entladeschaltung 18 hat zudem für jeden Akku-Anschluss 12 einen Kurzschlusschalter 24.i. Mittels eines jeden Kurzschlusschalter 24.i kann der
25 jeweilige Akku-Anschluss 12.i kurzgeschlossen werden. In anderen Worten werden jeweilige Anschlusskontakte 26a.i, 26b.i des Akku-Anschlusses 12.i auf das gleiche Potential geschaltet. Auf diese Weise fließt kein Strom mehr durch den entsprechenden Akkumulator 20.i.

30 Die Akkumulator-Entladevorrichtung 10 besitzt eine Steuereinheit 27, die mit allen Spannungsmessern 22.i verbunden ist, sodass die Steuereinheit 27 alle Akku-Spannungen $U_{20,i}$ erfasst. Die Steuereinheit 27 ist zudem mit allen Kurzschlusschaltern 24.i zum Ansteuern verbunden. In anderen Worten kann die Steuereinheit 27 jeden Kurzschlusschalter 24.i automatisch schließen und öffnen.

Die Akkumulator-Entladevorrichtung 10 kann eine Anzeige 28 besitzen, die mit der Steuereinheit 27 mittels eines Leiters oder per Funk verbunden ist und ausgebildet ist zum Anzeigen derjenigen Akku-Anschlüsse 12.i, an denen eine Akkuspannung
5 20.i anliegt, die kleiner ist als eine vorgegebene Minimal-Spannung $U_{\min}$ oder solcher Akku-Anschlüsse 12.i, bei denen der jeweilige Kurzschlusschalter 24.i geschlossen ist. Ein Bediener der Akkumulator-Entladevorrichtung 10 kann dann den entsprechenden Akkumulator 12.i entnehmen, da er entladen ist. Beispielsweise beträgt die Minimal-Spannung $U_{\min} = 0$ Volt.

10

Es ist ebenfalls möglich, nicht aber notwendig, dass die Akkumulator-Entladevorrichtung 10 für zumindest einen Akku-Anschluss, insbesondere jeweils alle Akku-Anschlüsse 12.i, eine Verpolungsschutzschaltung 30.i aufweist. Misst der Spannungsmesser 22.i eine falsche Polung des angeschlossenen Akkumulators, ist der Akku-
15 mulator also polfalsch angeschlossen, so steuert die Steuereinheit 27 die Verpolungsschutzschaltung 30.i so an, dass diese die Polarität umkehrt, sodass wieder die richtige Polung an den Umpolungsschaltungs-Anschlüssen 32a.1, 32b.1 anliegt.

Die Steuereinheit 27 ist so eingerichtet, dass sie automatisch kontinuierlich die Akku-Spannungen $U_{20.i}$ erfasst. Liegt eine Akku-Spannung $U_{20.i}$ oberhalb der Minimal-Spannung $U_{\min}$, so hält die Steuereinheit 27 den jeweiligen Kurzschlusschalter 24.i geöffnet. Sind alle Akku-Spannungen 20.i größer als die Minimal-Spannung $U_{\min}$, so sind alle Kurzschlusschalter 24.i geschlossen und alle Akkumulatoren 20.i sind in einer Reihenschaltung miteinander verbunden. Die Akku-Spannungen $U_{20.i}$ addieren
20 sich damit zu einer Ausgangsspannung U_A , die am Last-Anschluss 14 anliegt und im lastfreien Fall der Summe aller Akku-Spannungen $U_{20.i}$ entspricht.

Fällt für einen Akkumulator 20.i die Akku-Spannung $U_{20.i}$ unter die Minimal-Spannung $U_{\min}$, so schließt die Steuereinheit 27 den jeweiligen Kurzschlusschalter 24.i, sodass
30 der entsprechende Akkumulator 20.i überbrückt ist. Es fließt dann kein Strom mehr durch den entsprechenden Akkumulator 20.i. Wenn die Minimal-Spannung $U_{\min}$ nicht zu null Volt gewählt wird, besitzt die Entladeschaltung 18 für jeden Akku-Anschluss 12.i einen weiteren Schalter, der einen der beiden Anschlusskontakte 26a.i oder 26b.i vom Rest der Schaltung trennt.

Um zu erreichen, dass die Ausgangsspannung U_A stets in einem vorgegebenen Vielspannungs-Intervall Z liegt, kann die Steuereinheit 27 so ausgebildet sein, dass sie nur einen Teil der Akkumulatoren 20.i in Reihe schaltet und die anderen Akkumulator
5 latoren überbrückt, sodass die entsprechende Ausgangsspannung U_A erreicht wird.

Die Anzeige 28 kann zum Ausgeben von Warnmeldungen verwendet werden, beispielsweise einer Verpolungs-Warnmeldung oder einer Spannungsabris-Warnmeldung, wenn von der Steuereinheit 27 eine zu starke Akkuspannungsänderung $\dot{U}$ ermittelt wird. Die Akkuspannungsänderung $\dot{U}$ wird von der Steuereinheit 27 durch numerisches Ableiten der jeweiligen Akku-Spannung $U_{20,3}$ berechnet.
10

Mittels eines Wärmesensors 34, im vorliegenden Fall in Form einer Wärmebildkamera 34, in deren Sichtfeld S die Akkumulatoren 20.i liegen, werden deren jeweilige
15 Temperaturen T_i überwacht. Der Wärmesensor 34 ist mit der Steuereinheit 27 verbunden. Übersteigt eine der Temperaturen T_i eine vorgegebene Warn-Temperatur T_{warn} , so dekontaktiert die Steuereinheit 27 den entsprechenden Akkumulator 20.i. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform schaltet die Steuereinheit 27 den entsprechenden Akkumulator 20.i nach einer vorgegebenen Wartezeit wieder in die Reihenschaltung. Alternativ zur Wärmebildkamera kann der Wärmesensor beispielsweise auch Thermoelemente aufweisen.
20

Figur 2 zeigt ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Akkumulator-Entladevorrichtung 10 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Die Kurzschluss-Schalter 24.i weisen in dieser Ausführungsform ein erstes Schaltelement 36a.i und ein zweites Schaltelement 36b.i auf. Die Schaltelemente 36a.i, 36b.i sind beispielsweise Relais. Auf diese Weise kann ein Akkumulator 20.i dekontaktiert werden, wenn seine Akku-Spannung $U_{20,i}$ unterhalb der U_{min} Minimal-Spannung liegt, wobei für die Minimal-Spannung $U_{\text{min}} \neq 0 \text{ V}$ gilt.

Die Schaltelemente 36a.i können auch als Kurzschluss-Relais bezeichnet werden. Die Schaltelemente 36b.i können auch als Zuschalt-Relais bezeichnet werden. Das Zuschalt-Relais schaltet

In der Steuereinheit 27 ist ein Zielspannungs-Intervall Z gespeichert. Die Steuereinheit 27 schaltet automatisch so viele Akkumulatoren 20.i in Serie, dass die resultierende Summenspannung im Zielspannungs-Intervall Z liegt. Das Zuschalten eines Akkumulators 20.i erfolgt dadurch, dass das entsprechende Kurzschluss-Relais 36a.i geöffnet wird und das Zuschalt-Relais 36b.i geschlossen wird. Dadurch gibt der Akkumulator elektrische Energie ab. Das erfolgt vorzugsweise, nicht aber notwendigerweise, automatisch, beispielsweise mittels der Steuereinheit 27.

Das Herausschalten eines Akkumulators 20.i erfolgt dadurch, dass (a) das entsprechende Kurzschluss-Relais 36a.i geschlossen wird oder bleibt und (b) das Zuschalt-Relais 36b.i geschlossen wird oder bleibt. Nach dem Entfernen eines Akkumulators von seinem Akku-Anschluss 12.i wird das Zuschalt-Relais 36b.i geöffnet. Danach wird ein weiterer Akkumulator 20'.i an den Akku-Anschluss 12.i angeschlossen. Danach wird, sofern notwendig, das entsprechende Kurzschluss-Relais 36a.i geöffnet und das Zuschalt-Relais 36b.i geschlossen. Auch das erfolgt vorzugsweise, nicht aber notwendigerweise, automatisch, beispielsweise mittels der Steuereinheit 27. Der neue Akkumulator 20'.i ist dann angeschlossen.

Die N Zahl der Akku-Anschlüsse ist vorzugsweise so gewählt, dass nicht alle Akkumulatoren in Serie geschaltet werden müssen, damit die Summenspannung im Zielspannungs-Intervall Z liegt. Vorzugsweise ist die Zahl N so gewählt, dass höchstens die Hälfte, insbesondere höchstens ein Drittel der Akku-Anschlüsse kontaktiert sein muss, damit die die Summenspannung im Zielspannungs-Intervall Z liegt.

Hat ein Akkumulator die Minimal-Spannung $U_{\min}$ erreicht oder unterschritten, wird er, wie oben beschrieben, überbrückt. Es ist dann günstig, nicht aber notwendig, dass die Steuereinheit 27 ein Signal ausgibt, dass der entsprechende Akkumulator entfernt werden kann.

Figur 3 zeigt eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Akkumulator-entlade Vorrichtung 10, deren Wechselrichter 17 mit einem öffentlichen Stromnetz 38' zum Rückspeisen von elektrischer Energie verbunden ist.

5 Alternativ oder zusätzlich ist der Wechselrichter 17 mit einem Stromnetz 38 ver-

bunden, an das elektrische Verbraucher 40.j ($j = 1, 2, \dots, J$) angeschlossen sind. Mittels eines Leistungsmessers 42 kann die elektrische Leistung P_{40} der elektrischen Verbraucher 40.j zeitabhängig gemessen werden.

5 Die Steuereinheit 27 ist ausgebildet zum automatischen Erfassen der elektrischen Leistung P_{40} , die eine Soll-Leistungsabgabe P_{soll} der Akkumulator-Entladevorrichtung 10 darstellt. Unterschreitet eine Ist-Leistungsabgabe P_{ist} , also die tatsächliche Leistungsabgabe, der Akkumulator-Datenvorrichtung 10 die Soll-Leistungsabgabe P_{soll} , wird aus dem öffentlichen Stromnetz 38' Leistung entnommen. Überschreitet
10 hingegen die Ist-Leistungsabgabe P_{ist} die Soll-Leistungsabgabe P_{soll} , wird elektrische Leistung öffentliche Netz 38' eingespeist. Um das zu verhindern, kann die Steuereinheit ausgebildet sein, die Ist-Leistungsabgabe P_{ist} dadurch zu senken, dass beispielsweise einer oder mehrere Akkumulatoren aus der Schaltung herausgeschaltet werden.

15

Alternativ oder zusätzlich kann die Akkumulator-Entladevorrichtung 10 einen elektrischen Pufferspeicher 44 aufweisen. Der Pufferspeicher 44 kann beispielsweise ein Akkumulator sein. Der Pufferspeicher 44 ist so verschaltet, dass elektrische Energie, die von der Akkumulator-Entladevorrichtung 10 aus den Akkumulatoren 20 ent-
20 nommen wird, zumindest teilweise und/oder zumindest zeitweise im Pufferspeicher gespeichert werden kann.

Beispielsweise ist die Steuereinheit 27 so ausgebildet, dass sie dann elektrische Leistung in den Pufferspeicher 44 einleitet, wenn die Soll-Leistungsabgabe P_{soll}
25 kleiner ist als die Ist-Leistungsabgabe P_{ist} . Beispielsweise wird so viel elektrische Leistung in den Pufferspeicher 44 eingeleitet, dass die in das öffentliche Stromnetz 38' eingeleitete elektrische Energie minimiert wird.

Bezugszeichenliste

10	Akkumulator-Entladevorrichtung	P_{soll}	Soll-Leistungsabgabe
12	Akku-Anschluss	P_{ist}	Ist-Leistungsabgabe
14	Last-Anschluss	S	Sichtfeld
16	Last	T_i	Temperatur des i-ten Akkumulators
17	Wechselrichter	T_{warn}	Warn-Temperatur
18	Entladeschaltung		
20	Akkumulator	U_{AC}	Wechselspannung
22	Spannungsmesser	$U_{20,i}$	Akku-Spannung
24	Kurzschlusschalter	U_{min}	Minimal-Spannung
26	Anschlusskontakte	U_A	Ausgangs-Spannung
27	Steuereinheit	$\dot{U}$	Akkuspannungsänderung
28	Anzeige	Z	Zielspannungs-Intervall
30	Verpolungsschutzschaltung		
32	Verpolungsschaltungsanschluss		
34	Wärmebildkamera		
36a	erstes Schaltelement, Kurz- schluss-Relais		
36b	zweites Schaltelement, Zuschalt- Relais		
38	Stromnetz		
38'	öffentliches Stromnetz		
40	Verbraucher		
42	Leistungsmesser		
44	Pufferspeicher		
f	Frequenz		
i	Laufindex der Akkuanschlüsse		
j	Laufindex der Verbraucher		
N	Zahl der Akku-Anschlüsse		

Patentansprüche:

1. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) zum Entladen von Akkumulatoren (20),
5 mit
- (a) einem ersten Akku-Anschluss (12.1) zum Anschließen eines ersten Akkumulators (20.1),
 - (b) einem zweiten Akku-Anschluss (12.2) zum Anschließen eines zweiten Akkumulators (20.2),
 - 10 (c) zumindest einem dritten Akku-Anschluss (12.3) zum Anschließen eines dritten Akkumulators (20.3) und
 - (d) einem Last-Anschluss (14) für eine Last (16) zum Abführen einer elektrischen Leistung beim Entladen der Akkumulatoren (20),
gekennzeichnet durch
 - 15 (e) eine Entladeschaltung (18), die
 - (i) einen ersten Kurzschlusschalter (24.1),
 - (ii) einen ersten Spannungsmesser (22.1), der angeordnet ist zum Messen einer ersten Akku-Spannung ($U_{20.1}$), die über dem ersten Akku-Anschluss (12.1) abfällt,
 - 20 (iii) einen zweiten Kurzschlusschalter (24.2),
 - (iv) einen zweiten Spannungsmesser (22.2), der angeordnet ist zum Messen einer zweiten Akku-Spannung ($U_{20.2}$), die über dem zweiten Akku-Anschluss (12.2) abfällt,
 - (v) einen dritten Kurzschlusschalter (24.3),
 - 25 (vi) einen dritten Spannungsmesser (22.3), der angeordnet ist zum Messen einer dritten Akku-Spannung ($U_{20.3}$), die über dem dritten Akku-Anschluss (12.3) abfällt, und
 - (vii) eine Steuereinheit (27) aufweist,
 - (f) wobei die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:
 - 30

- (i) für alle Spannungsmesser (22.i) Erfassen der jeweiligen Akku-Spannung ($U_{20.i}$),
- (ii) wenn die jeweilige Akku-Spannung ($U_{20.i}$) eine vorgegebene Minimal-Spannung ($U_{\min}$) überschreitet, Schalten des entsprechenden Akkumulators (20.i) in eine Reihenschaltung mit zumindest einem anderen Akkumulator und
- (iii) wenn die jeweilige Akku-Spannung ($U_{20.i}$) die Minimal-Spannung ($U_{\min}$) nicht überschreitet, Entfernen des entsprechenden Akkumulators (20.i) aus der Reihenschaltung mittels des entsprechenden Kurzschlusschalters.
2. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Last (16), die an den Last-Anschluss (14) angeschlossen ist, in Form
- (a) eines Wechselrichters (17) zum Erzeugen einer Wechselspannung (U_{AC}) einer vorgegebenen Frequenz (f) und Spannung und/oder
- (b) eines Gleichspannungswandlers zum Erzeugen einer Gleichspannung einer vorgegebenen Spannung aus einer Gleichspannung, die am Last-Anschluss (14) anliegt.
3. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Anzeige (28) zum Anzeigen derjenigen Akkumulatoren (20.i), deren jeweilige Akku-Spannung ($U_{20.i}$) die Minimal-Spannung ($U_{\min}$) unterschreitet und/oder derjenigen Akku-Anschlüsse (14.i), deren Anschlusskontakte (26) kurzgeschlossen sind.
4. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Verpolungsschutzschaltung (30) zum automatischen
- (i) Erfassen eines polfalsch angeschlossenen Akkumulators (20) und Ausgeben einer Verpolungs-Warmmeldung und/oder
- (ii) polrichtigen Anschließen des polfalsch angeschlossenen Akkumulators (20).

5. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:
- 5 (i) Bestimmen von zeitlichen Akkuspannungsänderungen von Akku-Spannungen (U_{20}) und
- (ii) Überbrücken des entsprechenden Akkumulators (20) mittels des entsprechenden Kurzschlusschalters (24) und/oder Ausgeben einer Spannungsabriss-Warnmeldung, wenn die zeitliche Akkuspannungsänderung ($\dot{U}$) außerhalb eines vorgegebenen Toleranzintervalls liegt.
- 10
6. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit dem Schritt:
- 15 Zuschalten eines Teils der Akkumulatoren (20.i) in die Reihenschaltung, sodass eine Summe der Akku-Spannungen ($U_{20.i}$) innerhalb eines vorgegebenen Zielspannungs-Intervalls (Z) liegt, wobei dann, wenn zwei oder mehr Kombinationen an Akku-Spannungen ($U_{20.i}$) innerhalb des Zielspannungs-Intervalls (Z) liegen, die Kombination mit der größten Anzahl an Akku-Spannungen ($U_{20.i}$) gewählt wird.
- 20
7. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
- 25 zumindest einen Wärmesensor (34), insbesondere eine Wärmebildkamera, die angeordnet ist zum Erfassen einer Temperatur (T_i) zumindest eines der Akkumulatoren (20.i).

8. Akkumulator-Entladevorrichtung (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:
- 5 (a) Erfassen eines Akkumulators (20.i), der an einem Akku-Anschluss (12.i) angeschlossen ist und der die Minimal-Spannung ($U_{\min}$) nicht überschreitet,
 - (b) Schließen oder Geschlossen-Halten eines ersten Schaltelements (36a.i), insbesondere eines Kurzschluss-Relais, des Kurzschlusschalters (24.i) des Akku-Anschlusses (12.i),
 - 10 (c) Schließen oder Geschlossen-Halten eines zweiten Schaltelements (36b.i), insbesondere eines Zuschalt-Relais, des Kurzschlusschalters (24.i) des Akku-Anschlusses (12.i),
 - (d) Ausgeben eines Signals, das kodiert, dass der Akkumulator entfernt werden kann,
 - 15 (e) Erfassen, dass kein Akkumulator (20.i) am Akku-Anschluss (12.i) angeschlossen ist,
 - (f) Öffnen oder Geöffnet-Halten des zweiten Schaltelements (36b.i), danach
 - (g) Öffnen oder Geöffnet-Halten des ersten Schaltelements (36a.i) und danach
 - 20 (h) Schließen des zweiten Schaltelements (36b.i).
9. Akkumulator-Entladevorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
- 25 (a) der Wechselrichter (17) mit einem Stromnetz (38, 38') verbunden ist, an das elektrische Verbraucher (40.j) angeschlossen sind,
 - (b) die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durchführen eines Verfahrens mit den Schritten:
 - (i) Erfassen einer Soll-Leistungsabgabe (P_{soll}) der Akkumulator-Entladevorrichtung (10) und
 - 30 (ii) Reduzieren einer Entladeleistung der Akkumulatoren (20), wenn eine Ist-Leistungsabgabe (P_{ist}) die Soll-Leistungsabgabe (P_{soll}) überschreitet.

10. Akkumulator-Entladevorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch
- (a) einen elektrischen Pufferspeicher (42),
 - (b) wobei die die Steuereinheit (27) ausgebildet ist zum automatischen Durch-
- 5 führen eines Verfahrens mit den Schritten:
- (i) Erfassen der Soll-Leistungsabgabe (P_{soll}) der Akkumulator-Entladevorrichtung (10) und
 - (ii) Aufladen des Pufferspeichers (42), sodass die Ist-Leistungsabgabe (P_{ist}) die Soll-Leistungsabgabe (P_{soll}) nicht überschreitet.
- 10
11. Verfahren zum Entladen einer Mehrzahl an Akkumulatoren (20), mit den automatisch durchgeführten Schritten:
- (a) kontinuierlich Messen von jeweils einer Akku-Spannung (U_{20}) einer Mehr-
- 15 zahl an Akkumulatoren (20),
- (b) Schalten der Akkumulatoren (20), deren Akku-Spannungen (U_{20}) eine vorgegebene Minimal-Spannung (U_{min}) nicht unterschreiten, in eine Reihenschaltung, sodass die Akkumulatoren (20) entladen werden, und
 - (c) Dekontaktieren eines Akkumulators (20), dessen Akku-Spannung (U_{20}) die vorgegebene Minimal-Spannung (U_{min}) unterschreitet, sodass er nicht
- 20 mehr in Reihe geschaltet ist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch den Schritt:
- Ausgeben einer Meldung, die diejenigen Akkumulatoren (20) kodiert, deren jeweilige Akku-Spannung ($U_{20,i}$) die Minimal-Spannung (U_{min}) unterschreitet
- 25 und/oder derjenigen Akku-Anschlüsse (14.i), deren Anschlusskontakte (26.i) kurzgeschlossen sind.
13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12, gekennzeichnet durch die Schritte:
- (i) Erfassen eines polfalsch angeschlossenen Akkumulators (20) und Ausgeben einer Verpolungs-Warmeldung und/oder
- 30
- (ii) polrichtiges Anschließen des polfalsch angeschlossenen Akkumulators (20).