



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2021 210 541.6**
(22) Anmeldetag: **22.09.2021**
(43) Offenlegungstag: **23.03.2023**

(51) Int Cl.: **B60L 58/18** (2019.01)
B60R 16/033 (2006.01)
B60R 16/04 (2006.01)
B62J 43/10 (2020.01)
B60L 53/80 (2019.01)

(71) Anmelder:
**Robert Bosch Gesellschaft mit beschränkter
Haftung, 70469 Stuttgart, DE**

(56) Ermittelte Stand der Technik:
DE 10 2019 212 351 A1
DE 20 2021 102 081 U1

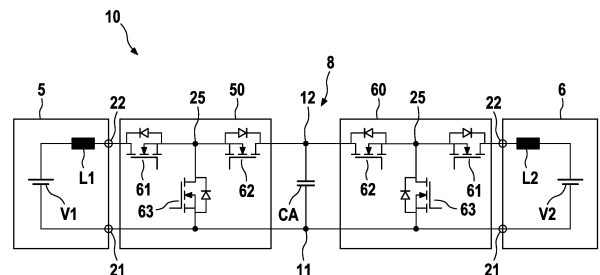
(72) Erfinder:
**Salziger, Jan, 71679 Asperg, DE; Landa, Sven,
71732 Tamm, DE; Gleiter, Andreas, 70437
Stuttgart, DE; Oehl, Joachim, 71691 Freiberg, DE**

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Batteriesystem für ein Fahrzeug, Verfahren zum Betreiben eines Batteriesystems und Fahrzeug**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Batteriesystem (10) für ein Fahrzeug, umfassend ein erstes Batteriemodul (5), welches eine erste Spannungsquelle (V1), eine erste Induktivität (L1), einen positiven Pol (22) und einen negativen Pol (21) aufweist, ein zweites Batteriemodul (6), welches eine zweite Spannungsquelle (V2), eine zweite Induktivität (L2), einen positiven Pol (22) und einen negativen Pol (21) aufweist, einen Ausgang (8), welcher ein positives Terminal (12) und ein negatives Terminal (11) zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher aufweist, eine erste Schalteinheit (50) zur Verbindung des ersten Batteriemoduls (5) mit dem Ausgang (8), und eine zweite Schalteinheit (60) zur Verbindung des zweiten Batteriemoduls (6) mit dem Ausgang (8). Jede der Schalteinheiten (50, 60) weist jeweils ein erstes Schaltelement (61), ein zweites Schaltelement (62) und ein drittes Schaltelement (63) auf, wobei ein erster Anschluss des ersten Schaltelements (61) mit einem Knotenpunkt (25) verbunden ist, ein zweiter Anschluss des ersten Schaltelements (61) mit einem der Pole (21, 22) des zugeordneten Batteriemoduls (5, 6) verbunden ist, ein erster Anschluss des zweiten Schaltelements (62) mit dem Knotenpunkt (25) verbunden ist, ein zweiter Anschluss des zweiten Schaltelements (62) mit einem der Terminals (11, 12) des Ausgangs (8) verbunden ist, ein erster Anschluss des dritten Schaltelements (63) mit dem Knotenpunkt (25) verbunden ist, ein zweiter Anschluss des dritten Schaltelements (63) mit dem Knotenpunkt (25) verbunden ist. Das erste Batteriemodul (5) ist wechselbar ausgeführt, während das zweite Batteriemodul (6) fest im Fahrzeug verbaut ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Batteriesystem für ein Fahrzeug, das ein erstes Batteriemodul, welches eine erste Spannungsquelle, eine erste Induktivität, einen positiven Pol und einen negativen Pol aufweist, ein zweites Batteriemodul, welches eine zweite Spannungsquelle, eine zweite Induktivität, einen positiven Pol und einen negativen Pol aufweist, einen Ausgang, welcher ein positives Terminal und ein negatives Terminal aufweist, eine dem ersten Batteriemodul zugeordnete erste Schalteinheit zur elektrischen Verbindung des ersten Batteriemoduls mit dem Ausgang, und eine dem zweiten Batteriemodul zugeordnete zweite Schalteinheit zur elektrischen Verbindung des zweiten Batteriemoduls mit dem Ausgang umfasst. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Batteriesystems sowie ein Fahrzeug, welches ein entsprechendes Batteriesystem aufweist.

Stand der Technik

[0002] Es zeichnet sich ab, dass in Zukunft vermehrt elektrisch angetriebene Fahrzeuge zum Einsatz kommen werden. Solche elektrisch angetriebenen Fahrzeuge, wie z.B. Hybridfahrzeuge und Elektrofahrzeuge, umfassen jeweils ein Batteriesystem, wie beispielsweise ein 48V-Batteriesystem, zur Energieversorgung bzw. Traktion des Fahrzeugs.

[0003] Ein gattungsgemäßes Batteriesystem eines Fahrzeugs kann zwei Batteriemodule mit mindestens einer, vorzugsweise mit mehreren Batteriezellen, die beispielsweise seriell verschaltet sind, umfassen. Ein solches Batteriemodul weist eine Nominalspannung von beispielsweise 12 V, 24 V oder 48 V auf. Eine Ausgangsspannung eines Batteriesystems eines konventionellen Kraftfahrzeugs entspricht dabei der Nominalspannung der Batteriemodule, welche parallel verschaltet sind. Ein gattungsgemäßes Batteriesystem eines Elektrofahrzeugs kann auch eine höhere Ausgangsspannung von beispielsweise 600 V aufweisen.

[0004] Üblicherweise können parallel geschaltete Batteriemodule nur gemeinsam genutzt werden, sofern ihr Ladezustand (State Of Charge, SOC) oder Spannung nahezu identisch ist. Dazu können sie auf unterschiedliche Arten angepasst werden. Beispielsweise wird das vollere Batteriemodul allein als Energiequelle verwendet, bis sich die SOCs angeglichen haben. Denkbar ist auch, dass das leere Batteriemodul aufgeladen wird, bis sich die SOCs angeglichen haben. Die parallel geschalteten Batteriemodule werden auch gemeinsam aufgeladen. Will ein Benutzer eines solchen Batteriesystems laden, muss er beide Batteriemodule aufladen. Dies ist besonders ungünstig, wenn die Batteriemodule

aus dem Fahrzeug entnommen und zu einem anderen Ort verbracht werden.

[0005] Das Dokument US 2020/0062140 A1 beschreibt ein Stromversorgungssystem mit verteilten Batteriepacks, ein Verfahren zur Ladesteuerung und ein Verfahren zur Entladesteuerung. Eine verteilte Batterie umfasst eine Vielzahl von Batteriepacks und ein Steuergerät, eine bidirektionale Spannungsumwandlungsschaltung, eine Bypass-Schaltung, eine Ladeschaltung und eine Ladeeingangsseite.

[0006] Das Dokument US 2006/0007627 A1 beschreibt ein intelligentes Relaissystem. Das Relaissystem umfasst mindestens ein Relais, mindestens einen peripheren Sensor, der Daten in Bezug auf das Relaissystem sammelt, und einen Steuerlogikteil, der mit dem Relais und dem Sensor verbunden ist.

Offenbarung der Erfindung

[0007] Es wird ein Batteriesystem für ein Fahrzeug vorgeschlagen. Das Batteriesystem umfasst dabei ein erstes Batteriemodul, welches eine erste Spannungsquelle, eine erste Induktivität, einen positiven Pol und einen negativen Pol aufweist, ein zweites Batteriemodul, welches eine zweite Spannungsquelle, eine zweite Induktivität, einen positiven Pol und einen negativen Pol aufweist, einen Ausgang, welcher ein positives Terminal und ein negatives Terminal zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher, wie beispielsweise einem Bordnetz oder einem Elektromotor des Fahrzeugs, aufweist, eine dem ersten Batteriemodul zugeordnete erste Schalteinheit zur elektrischen Verbindung des ersten Batteriemoduls mit dem Ausgang und eine dem zweiten Batteriemodul zugeordnete zweite Schalteinheit zur elektrischen Verbindung des zweiten Batteriemoduls mit dem Ausgang.

[0008] Die Batteriemodule umfassen jeweils mehrere Batteriezellen, die innerhalb der Batteriemodule sowohl seriell als auch parallel miteinander verschaltet sein können. Die Batteriezellen sind vorzugsweise als Lithium-Ionen-Batteriezellen ausgeführt. Die Batteriezellen bilden elektrische Zellspannungsquellen nach. Elektrische Leitungen innerhalb der Batteriemodule weisen Induktivitäten auf. Die elektrischen Zellspannungsquellen der Batteriezellen eines Batteriemoduls bilden jeweils die Spannungsquelle des jeweiligen Batteriemoduls. Die Induktivität der elektrischen Leitungen eines Batteriemoduls bildet jeweils die Induktivität des jeweiligen Batteriemoduls. Optional können die Batteriemodule zusätzlich eine Spule mit einer zusätzlichen Induktivität aufweisen.

[0009] Vorzugsweise umfasst das Batteriesystem einen Kondensator, der zwischen dem positiven

und dem negativen Terminal geschaltet ist. Bei dem besagten Kondensator handelt es sich beispielsweise um einen Zwischenkreiskondensator. Der Zwischenkreiskondensator ist elektrisch mit einem Bordnetz des Fahrzeugs verbindbar und dient zur Pufferung einer Ausgangsspannung des Batteriesystems. Alternativ oder zusätzlich zu dem Zwischenkreiskondensator kann das Batteriemodul zusätzlich einen weiteren Kondensator aufweisen.

[0010] Erfindungsgemäß weist jede der Schalteinheiten jeweils ein erstes Schaltelement, ein zweites Schaltelement und ein drittes Schaltelement auf. Die Schaltelemente weisen jeweils drei Anschlüsse auf, wobei zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss eine Schaltstrecke gebildet ist, welche mittels eines dritten Anschlusses ansteuerbar ist. Die Schalteinheiten sind vorzugsweise identisch aufgebaut und auf gleiche Art mit dem jeweils zugeordneten Batteriemodul und mit dem Ausgang verbunden.

[0011] Dabei ist ein erster Anschluss des ersten Schaltelements mit einem Knotenpunkt verbunden, und ein zweiter Anschluss des ersten Schaltelements mit einem der Pole des zugeordneten Batteriemoduls verbunden. Ein erster Anschluss des zweiten Schaltelements ist mit dem Knotenpunkt verbunden, und ein zweiter Anschluss des zweiten Schaltelements mit einem der Terminals des Ausgangs verbunden. Ein erster Anschluss des dritten Schaltelements ist mit dem anderen der Pole des zugeordneten Batteriemoduls und mit dem anderen der Terminals des Ausgangs verbunden, und ein zweiter Anschluss des dritten Schaltelements ist mit dem Knotenpunkt verbunden.

[0012] Beispielsweise ist der zweite Anschluss des ersten Schaltelements mit dem positiven Pol des zugeordneten Batteriemoduls verbunden, und der zweite Anschluss des zweiten Schaltelements ist mit dem positiven Terminal des Ausgangs verbunden. Der erste Anschluss des dritten Schaltelements ist dann mit dem negativen Pol des zugeordneten Batteriemoduls und mit dem negativen Terminal des Ausgangs verbunden. Der negative Pol des Batteriemoduls ist dabei mit dem negativen Terminal des Ausgangs fest verbunden.

[0013] Mittels der zugeordneten Schalteinheit kann jedes der beiden Batteriemodule elektrisch mit dem Bordnetz des Fahrzeugs und mit dem Ausgang verbunden, sowie von dem Bordnetz und dem Ausgang getrennt werden. Wenn das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement geschlossen sind und das dritte Schaltelement geöffnet ist, so ist das jeweilige Batteriemodul mit dem Bordnetz und mit dem Ausgang verbunden. Wenn beide Batteriemodule mit dem Bordnetz und mit dem Ausgang verbunden sind, so sind diese parallel verschaltet. Das Batterie-

system kann auch mehr als zwei Batteriemodule mit jeweils einer zugeordneten Schalteinheit umfassen.

[0014] Erfindungsgemäß ist das erste Batteriemodul wechselbar ausgeführt und das zweite Batteriemodul fest im Fahrzeug verbaut.

[0015] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung sind das erste Schaltelement, das zweite Schaltelement und das dritte Schaltelement der Schalteinheiten jeweils als Feldeffekttransistoren ausgebildet und weisen jeweils einen SOURCE-Anschluss, einen DRAIN-Anschluss und einen GATE-Anschluss auf. Die Schaltelemente sind derart verschaltet, dass jeweils der erste Anschluss der SOURCE-Anschluss, der zweite Anschluss der DRAIN-Anschluss und der dritte Anschluss der GATE-Anschluss ist. Beispielsweise handelt es sich bei den Schaltelementen um MOSFETs, insbesondere um n-Kanal-MOSFETs vom Anreicherungstyp.

[0016] Vorzugsweise weisen das erste Schaltelement, das zweite Schaltelement und das dritte Schaltelement der beiden Schalteinheiten jeweils eine Schaltstrecke sowie eine parallel zu der Schaltstrecke geschaltete Inversdiode, welche auch als Body-Diode bezeichnet wird, auf.

[0017] Es wird auch ein Verfahren zum Betreiben eines erfindungsgemäßen Batteriesystems vorgeschlagen. Entsprechend gelten im Rahmen des Batteriesystems beschriebene Merkmale für das Verfahren und umgekehrt gelten im Rahmen des Verfahrens beschriebene Merkmale für das Batteriesystem.

[0018] Bei der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die erste und die zweite Schalteinheit während eines Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert, dass elektrische Energie von dem ersten Batteriemodul zu dem dem zweiten Batteriemodul übertragen wird. Durch die Übertragung der elektrischen Energie zu der zweiten Spannungsquelle des zweiten Batteriemoduls erfolgt eine Aufladung der Batteriezellen des zweiten Batteriemoduls. Beispielsweise, wenn das zweite Batteriemodul eine geringere Spannung als das erste Batteriemodul aufweist, kann die zweite Schalteinheit derart angesteuert werden, dass sie zusammen mit der zweiten Induktivität als ein Tiefsetzsteller arbeitet. Wenn das zweite Batteriemodul eine höhere Spannung als das erste Batteriemodul aufweist, kann die erste Schalteinheit derart angesteuert, dass sie zusammen mit der ersten Induktivität als ein Hochsetzsteller fungiert.

[0019] Während einer Fahrt des Fahrzeugs werden die erste und die zweite Schalteinheiten derart angesteuert, dass elektrische Energie von dem ersten Batteriemodul zu dem Ausgang und/oder dem zwei-

ten Batteriemodul übertragen wird, oder dass elektrische Energie von dem zweiten Batteriemodul zu dem Ausgang übertragen wird, oder dass elektrische Energie von dem ersten und dem zweiten Batteriemodul zu dem Ausgang übertragen wird. Beispielsweise, wenn das zweite Batteriemodul eine geringere Spannung als das erste Batteriemodul aufweist, liefert das erste Batteriemodul den erforderlichen Strom für den Fahrbetrieb. Kann das erste Batteriemodul genug Strom liefern, kann sich das zweite Batteriemodul über die zweite Schalteinheit, die zusammen mit der zweiten Induktivität als Tiefsetzsteller angesteuert wird, laden oder je nach Leistungsbedarf auch über die zweite Schalteinheit, die zusammen mit der zweiten Induktivität als Hochsetzsteller angesteuert wird, das erste Batteriemodul unterstützen. Wenn das zweite Batteriemodul eine höhere Spannung als das erste Batteriemodul aufweist, liefert das zweite Batteriemodul den erforderlichen Strom für den Fahrbetrieb. Das erste Batteriemodul kann dabei unterstützen. Ist der geforderte Strom kleiner als der lieferbare Strom von dem ersten Batteriemodul, wird das zweite Batteriemodul auch während dem Fahren geladen. Ist der Bedarf größer, werden beide Batteriemodule entladen.

[0020] Vorzugsweise wird eine Ausgangsspannung zwischen dem positiven und dem negativen Terminal des Ausgangs durch Ansteuerung der ersten und/oder der zweiten Schalteinheit auf eine Systemspannung erhöht. Die Systemspannung, wie beispielsweise des Fahrzeugs, entspricht dabei mindestens der Batteriespannung des Batteriesystems und kann erfindungsgemäß weiter hoch gesetzt werden. Dabei kann die erste und/oder die zweite Schalteinheit zusammen mit der Induktivität als Hochsetzsteller angesteuert werden. Beispielsweise kann die Ausgangsspannung durch Ansteuerung der ersten Schalteinheit des ersten Batteriemoduls z. B. von 53 V auf eine Systemspannung von 60 V erhöht werden. Dabei kann das zweite Batteriemodul, das beispielsweise eine Spannung von 40 V aufweist, über die zweite Schalteinheit, die zusammen mit der zweiten Induktivität als Tiefsetzsteller angesteuert wird, laden. Diese Funktion eignet sich besonders dafür, wenn ein Batteriesystem mehr als zwei Batteriemodule umfasst. Dabei kann jedes Batteriemodul über seine Schalteinheit, die zusammen mit der Induktivität als Hochsetzsteller angesteuert wird, eine feste Spannung zu Verfügung stellen. Aus diesem Spannungsniveau können sich die anderen Batteriemodule über seine Schalteinheit, die zusammen mit der Induktivität als Tiefsetzsteller angesteuert wird, laden.

[0021] Vorzugsweise wird die erste Schalteinheit während des Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert, dass das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement geschlossen sind und das dritte Schaltelement geöffnet ist. Dabei ist das erste

Batteriemodul durch die erste Schalteinheit dauerhaft eingeschaltet. Denkbar ist auch, dass das erste Schaltelement geschlossen ist, das dritte Schaltelement getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement im Gegentakt zu dem dritten Schaltelement gesteuert wird. Dabei fungiert die erste Schalteinheit zusammen mit der ersten Induktivität als ein Hochsetzsteller.

[0022] Vorzugsweise wird die erste Schalteinheit während der Fahrt des Fahrzeugs derart angesteuert, dass das erste Schaltelement, das zweite Schaltelement und das dritte Schaltelement geöffnet sind. Dadurch wird das erste Batteriemodul vom dem Ausgang getrennt. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise der erforderliche Strom für den Fahrbetrieb allein durch das zweite Batteriemodul geliefert werden soll. Denkbar ist aber, dass das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement geschlossen sind und das dritte Schaltelement geöffnet ist. In diesem Fall ist das erste Batteriemodul durch die erste Schalteinheit dauerhaft eingeschaltet. Denkbar ist auch, dass das erste Schaltelement geschlossen ist, das dritte Schaltelement getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement im Gegentakt zu dem dritten Schaltelement gesteuert wird. In diesem Fall fungiert die erste Schalteinheit zusammen mit der ersten Induktivität als ein Hochsetzsteller.

[0023] Vorzugsweise wird die zweite Schalteinheit während des Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert, dass das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement geschlossen sind und das dritte Schaltelement geöffnet ist. Dadurch wird das zweite Batteriemodul durch die zweite Schalteinheit dauerhaft eingeschaltet. Dieser Schaltzustand der zweiten Schalteinheit ist anzuwenden, wenn beispielsweise die Ausgangsspannung am Ausgang gleich oder annähernd gleich der Spannung des zweiten Batteriemoduls ist. Denkbar ist aber auch, dass das erste Schaltelement geschlossen ist, das zweite Schaltelement getaktet gesteuert wird, während das dritte Schaltelement im Gegentakt zu dem zweiten Schaltelement gesteuert wird. In diesem Fall fungiert die zweite Schalteinheit zusammen mit der zweiten Induktivität als ein Tiefsetzsteller.

[0024] Vorzugsweise wird die zweite Schalteinheit während der Fahrt des Fahrzeugs derart angesteuert wird, dass das erste Schaltelement und das zweite Schaltelement geschlossen sind und das dritte Schaltelement geöffnet ist. Dadurch wird das zweite Batteriemodul vom dem Ausgang getrennt. Dies ist der Fall, wenn beispielsweise der erforderliche Strom für den Fahrbetrieb allein durch das erste Batteriemodul geliefert werden soll. Denkbar ist aber, dass das erste Schaltelement geschlossen ist, das zweite Schaltelement getaktet gesteuert wird, während das dritte Schaltelement im Gegentakt zu dem zweiten Schaltelement gesteuert wird. In diesem Fall

fungiert das zweite Schaltelement zusammen mit der zweiten Induktivität als ein Tiefsetzsteller. Denkbar ist auch, dass das erste Schaltelement geschlossen ist, das dritte Schaltelement getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement im Gegentakt zu dem dritten Schaltelement gesteuert wird. In diesem Fall fungiert die zweite Schalteinheit zusammen mit der zweiten Induktivität als ein Hochsetzsteller.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren kann auch bei Batteriemodulen verwendet werden, die keine eingebaute Schalteinheit umfasst. Dabei kann ein Adapter, der die erste und die zweite Schalteinheit umfasst, eingesetzt werden.

[0026] Es wird auch ein Fahrzeug vorgeschlagen, das mindestens ein erfindungsgemäßes Batteriesystem umfasst, welches mit dem erfindungsgemäßen Verfahren betrieben wird.

Vorteile der Erfindung

[0027] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es möglich, in einem erfindungsgemäßen Batteriesystem für ein Fahrzeug die Energie des wechselbaren Batteriemoduls vollständig in das fest verbauten Batteriemodul umzuladen, ohne dass dazu im Fahrzeug ein dedizierte Hoch- oder Tiefsetzstelle benötigt wird. Dabei kann die Energie nicht nur von einem Batteriemodul mit einem höheren Spannungsniveau auf ein Batteriemodul mit einem geringeren Spannungsniveau, sondern auch umgekehrt von einem Batteriemodul mit einem geringeren Spannungsniveau auf ein Batteriemodul mit einem höheren Spannungsniveau übertragen werden. Der Strom, der durch das zweite Batteriemodul fließt, kann dabei durch entsprechende Ansteuerung der Schaltelemente der Schalteinheiten begrenzt werden. Durch die Möglichkeit der Strombegrenzung ist eine Vorladung des Zwischenkreises möglich. Bei Batteriesystemen mit einer erfindungsgemäßen Ausführung, kann - bei geeigneter Konstellation - auf einen dedizierten Vorladekreis im Batteriesystem oder im Fahrzeug verzichtet werden.

[0028] Mit dem erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahren kann eine Batterie ihre eigene Spannung nach außen hochsetzen, oder eine von außen höhere Spannung für sich tiefsetzen. Dadurch ergeben sich Umlademöglichkeiten von dem ersten Batteriemodul in dem zweiten Batteriemodul. Je nach Spannungslage wird entweder der Hochsetzsteller von dem ersten Batteriemodul oder der Tiefsetzsteller von dem zweiten Batteriemodul verwendet.

[0029] Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens kann das erfindungsgemäße Batteriesystem ähnlich wie ein DC/DC-Wandler, beziehungsweise wie ein Hochsetzsteller und ein Tiefsetzsteller, betrieben werden. Während dieses Vorgangs wird elektrische

Energie insbesondere von der ersten Spannungsquelle zu den internen Induktivitäten und weiter zu der zweiten Spannungsquelle übertragen. Dabei bleibt die Spannung der zweiten Spannungsquelle stets kleiner oder gleich der Spannung der ersten Spannungsquelle.

[0030] Mit dem erfindungsgemäßen Batteriesystem braucht ein Benutzer eines Fahrzeugs, wie beispielsweise eines E-Bikes, im Stillstand des Fahrzeugs, wie beispielsweise beim Packen des Fahrzeugs, nur das wechselbar ausgeführte Batteriemodul vom Fahrzeug zum Laden entnehmen.

[0031] Durch das vollständige Umladen des wechselbaren ausgeführten Batteriemoduls kann sichergestellt werden, dass die wechselbare Batterie immer „leer“ gewechselt wird, unabhängig vom Ladezustand der Ausführungsgemäß fest installierten Batterie. Somit kann sichergestellt werden, dass immer eine leere gegen eine Volle Batterie getauscht wird. Dieser Mechanismus erleichtert die Logistik beispielsweise im Fall das eine Leihflotte durch servicepersonal mit Frischen Batterien unterstützt wird und erhöht die „Effizienz“ des Batterietauschs. Nach einem Umladen ist die tauschbare Batterie bereit zum Wechseln, dadurch ergibt sich ein vergrößertes zeitliches Wechselfenster.

[0032] In einer weiteren Ausgestaltung kann durch eine Verbindung von zwei Fahrzeugen miteinander ein liegengeliebenes, leeres oder fast leeres Fahrzeug wieder aufgeladen werden, z.B. um einen Ladepunkt zu erreichen.

[0033] In einer weiteren Ausgestaltung kann durch eine Verbindung von zwei Fahrzeugen miteinander - beispielsweise während einer Pause - erreicht werden, dass auch das gegebenenfalls weniger geladene Fahrzeug zusammen mit dem voller geladenen Fahrzeug ein gemeinsames Ziel erreichen kann. Dies entspricht dann des Prinzips des Energy-Sharing.

Figurenliste

[0034] Ausführungsformen der Erfindung werden anhand der Zeichnungen und der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

[0035] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Batteriesystems,

Fig. 2 eine schematische Darstellung des Batteriesystems während einer ersten Phase des Verfahrens und

Fig. 3 eine schematische Darstellung des Batteriesystems während einer zweiten Phase des Verfahrens.

Ausführungsformen der Erfindung

[0036] In der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsformen der Erfindung werden gleiche oder ähnliche Elemente mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, wobei auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente in Einzelfällen verzichtet wird. Die Figuren stellen den Gegenstand der Erfindung nur schematisch dar.

[0037] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Batteriesystems 10 für ein Fahrzeug. Das Batteriesystem 10 umfasst ein erstes Batteriemodul 5, ein zweites Batteriemodul 6, einen Ausgang 8, eine dem ersten Batteriemodul 5 zugeordnete erste Schalteinheit 50 und eine dem zweiten Batteriemodul 6 zugeordnete zweite Schalteinheit 60. Dabei ist das erste Batteriemodul 5 wechselbar ausgeführt, während das zweite Batteriemodul 6 fest im Fahrzeug verbaut ist. Die erste Schalteinheit 50 dient zur elektrischen Verbindung des ersten Batteriemoduls 5 mit dem Ausgang 8. Die zweite Schalteinheit 60 dient zur elektrischen Verbindung des zweiten Batteriemoduls 6 mit dem Ausgang 8.

[0038] Die Batteriemodule 5, 6 umfasst jeweils mehrere hier nicht dargestellte Batteriezellen, die innerhalb des jeweiligen Batteriemoduls 5, 6 sowohl seriell als auch parallel miteinander verschaltet sein können. Jede der Batteriezellen bildet eine elektrische Zellspannungsquelle nach. Die elektrischen Zellspannungsquellen der Batteriezellen bilden jeweils eine Spannungsquelle V1, V2 des jeweiligen Batteriemoduls 5, 6. Induktivitäten von elektrischen Leitungen der Batteriemodule 5, 6 bilden Induktivitäten L1, L2. Optional können zusätzlich Spulen mit einer zusätzlichen Induktivität vorgesehen sein. In diesem Fall bilden die Induktivitäten der elektrischen Leitungen gemeinsam mit den Induktivitäten der Spulen die Induktivitäten L1, L2.

[0039] Das erste Batteriemodul 5 weist somit die erste Spannungsquelle V1 und die erste Induktivität L1 auf. Das erste Batteriemodul 5 weist ferner einen positiven Pol 22 und einen negativen Pol 21 auf. Im Leerlauf liegt eine von der ersten Spannungsquelle V1 gelieferte Spannung zwischen dem positiven Pol 22 und dem negativen Pol 21 an.

[0040] Das zweite Batteriemodul 6 weist somit die zweite Spannungsquelle V2 und die zweite Induktivität L2 auf. Das zweite Batteriemodul 6 weist ferner einen positiven Pol 22 und einen negativen Pol 21 auf. Im Leerlauf liegt eine von der zweiten Spannungsquelle V2 gelieferte Spannung zwischen dem positiven Pol 22 und dem negativen Pol 21 an.

[0041] Der Ausgang 8 umfasst ein positives Terminal 12 und ein negatives Terminal 11 zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher, wie beispiels-

weise einem Elektromotor des Fahrzeugs. Zwischen dem positiven Terminal 12 und dem negativen Terminal 11 ist ein Kondensator CA geschaltet. Bei dem Kondensator CA handelt es sich beispielsweise um einen Zwischenkreiskondensator, welcher elektrisch mit einem Bordnetz des Fahrzeugs verbunden ist. Die Batteriemodule 5, 6 können weitere Kondensatoren aufweisen, welche dann zusammen mit dem Zwischenkreiskondensator den Kondensator CA bilden.

[0042] Die erste Schalteinheit 50 und die zweite Schalteinheit 60 sind vorliegend identisch aufgebaut. Die Schalteinheiten 50, 60 weisen jeweils ein erstes Schaltelement 61, ein zweites Schaltelement 62 und ein drittes Schaltelement 63 auf. Die Schaltelemente 61, 62, 63 weisen jeweils drei Anschlüsse auf, wobei zwischen einem ersten Anschluss und einem zweiten Anschluss eine Schaltstrecke gebildet ist, welche mittels eines dritten Anschlusses ansteuerbar ist. Ferner weisen die Schalteinheiten 50, 60 jeweils einen internen Knotenpunkt 25 auf.

[0043] Das erste Schaltelement 61, das zweite Schaltelement 62 und das dritte Schaltelement 63 sind vorliegend als Feldeffekttransistoren ausgebildet. Die Schaltelemente 61, 62, 63 weisen jeweils einen SOURCE-Anschluss, einen DRAIN-Anschluss und einen GATE-Anschluss auf. Die Schaltelemente 61, 62, 63 sind derart verschaltet, dass jeweils der erste Anschluss der SOURCE-Anschluss, der zweite Anschluss der DRAIN-Anschluss und der dritte Anschluss der GATE-Anschluss ist.

[0044] Bei den Schaltelemente 61, 62, 63 handelt es sich vorliegend um n-Kanal-MOSFETs vom Anreicherungstyp. Die Schaltelemente 61, 62, 63 weisen jeweils eine Schaltstrecke sowie eine parallel zu der Schaltstrecke geschaltete Inversdiode auf. Die Inversdiode, welche auch als Body-Diode bezeichnet wird, entsteht in jedem MOSFET aufgrund von dessen interner Struktur und ist kein explizites Bauteil.

[0045] Der erste Anschluss des ersten Schaltelements 61 ist mit dem Knotenpunkt 25 verbunden. Ein zweiter Anschluss des ersten Schaltelements 61 ist mit dem positiven Pol 22 des zugeordneten Batteriemoduls 5, 6 verbunden. Ein erster Anschluss des zweiten Schaltelements 62 ist mit dem Knotenpunkt 25 verbunden. Ein zweiter Anschluss des zweiten Schaltelements 62 ist mit dem positiven Terminal 12 des Ausgangs 8 verbunden. Ein erster Anschluss des dritten Schaltelements 63 ist mit dem negativen Pol 21 des zugeordneten Batteriemoduls 5, 6 und mit dem negativen Terminal 11 des Ausgangs 8 verbunden. Ein zweiter Anschluss des dritten Schaltelements 63 ist mit dem Knotenpunkt 25 verbunden.

[0046] Fig. 2 und Fig. 3 zeigen ein erfindungsgemäßes Batteriesystem 10 während Betrieb. Dabei weist

das erste Batteriemodul 5 eine höhere Spannung als das zweite Batteriemodul 6. Dabei ist das erste Batteriemodul 5 durch die erste Schalteinheit 50 dauerhaft eingeschaltet. Die zweite Schaltereinheit 60 fungiert dabei zusammen mit der zweiten Induktivität L2 als ein Tiefsetzsteller.

[0047] Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung des Batteriesystems 10 während einer ersten Phase des Verfahrens. Während der ersten Phase sind in der ersten Schalteinheit 50 das erste Schaltelement 61 geschlossen, das zweite Schaltelement 62 geschlossen und das dritte Schaltelement 63 geöffnet. Während der ersten Phase sind in der zweiten Schalteinheit 60 das erste Schaltelement 61 geschlossen, das zweite Schaltelement 62 geschlossen und das dritte Schaltelement 63 geöffnet.

[0048] Ein Strom I fließt während der ersten Phase durch die zweite Spannungsquelle V2, durch die zweite Induktivität L2, sowie durch das erste Schaltelement 61 und durch das zweite Schaltelement 62 der zweiten Schalteinheit 60. Der Strom I fließt während der ersten Phase ferner durch die erste Spannungsquelle V1, durch die erste Induktivität L1, sowie durch das erste Schaltelement 61 und durch das zweite Schaltelement 62 der ersten Schalteinheit 50. Dabei wird elektrische Energie von der ersten Spannungsquelle V1 zu der ersten Induktivität L1 und zu der zweiten Induktivität L2 übertragen.

[0049] Nach Ende der ersten Phase wird das zweite Schaltelement 62 der zweiten Schalteinheit 60 geöffnet und das dritte Schaltelement 63 der zweiten Schalteinheit 60 wird geschlossen. Es beginnt eine zweite Phase. Das erste Schaltelement 61 der zweiten Schalteinheit 60 bleibt dabei geschlossen. Das erste Schaltelement 61 und das zweite Schaltelement 62 der ersten Schalteinheit 50 bleiben geschlossen, und das dritte Schaltelement 63 der ersten Schalteinheit 50 bleibt geöffnet.

[0050] Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung des Batteriesystems 10 während der zweiten Phase des Verfahrens. Während der zweiten Phase sind in der ersten Schalteinheit 50 das erste Schaltelement 61 geschlossen, das zweite Schaltelement 62 geschlossen und das dritte Schaltelement 63 geöffnet. Während der zweiten Phase sind in der zweiten Schalteinheit 60 das erste Schaltelement 61 geschlossen, das zweite Schaltelement 62 geöffnet und das dritte Schaltelement 63 geschlossen.

[0051] Ein Strom I fließt während der zweiten Phase durch die zweite Spannungsquelle V2, durch die zweite Induktivität L2, sowie durch das erste Schaltelement 61 und durch das dritte Schaltelement 63 der zweiten Schalteinheit 60. Dabei wird elektrische Energie von der zweiten Induktivität L2 zu der zwei-

ten Spannungsquelle V2 des zweiten Batteriemoduls 6 übertragen.

[0052] Optional kann das dritte Schaltelement 63 der zweiten Schalteinheit 60 während der zweiten Phase auch geöffnet bleiben. Das dritte Schaltelement 63 ist, wie bereits erwähnt, als MOSFET ausgeführt und weist eine Inversdiode, die auch als Body-Diode bezeichnet wird, auf. Das dritte Schaltelement 63 ist derart in der zweiten Schalteinheit 60 angeordnet, dass der während der zweiten Phase fließende Strom I durch die besagte Inversdiode fließen kann.

[0053] Nach Ende der zweiten Phase wird das zweite Schaltelement 62 der zweiten Schalteinheit 60 geschlossen und das dritte Schaltelement 63 der zweiten Schalteinheit 60 wird geöffnet. Es beginnt eine weitere erste Phase. Das erste Schaltelement 61 der zweiten Schalteinheit 60 bleibt dabei geschlossen. Das erste Schaltelement 61 und das zweite Schaltelement 62 der ersten Schalteinheit 50 bleiben geschlossen, und das dritte Schaltelement 63 der ersten Schalteinheit 50 bleibt geöffnet.

[0054] Die Erfindung ist nicht auf die hier beschriebenen Ausführungsbeispiele und die darin hervorgehobenen Aspekte beschränkt. Vielmehr ist innerhalb des durch die Ansprüche angegebenen Bereichs eine Vielzahl von Abwandlungen möglich, die im Rahmen fachmännischen Handelns liegen.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 20200062140 A1 [0005]
- US 20060007627 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Batteriesystem (10) für ein Fahrzeug, umfassend ein erstes Batteriemodul (5), welches eine erste Spannungsquelle (V1), eine erste Induktivität (L1), einen positiven Pol (22) und einen negativen Pol (21) aufweist, ein zweites Batteriemodul (6), welches eine zweite Spannungsquelle (V2), eine zweite Induktivität (L2), einen positiven Pol (22) und einen negativen Pol (21) aufweist, einen Ausgang (8), welcher ein positives Terminal (12) und ein negatives Terminal (11) zur Verbindung mit einem elektrischen Verbraucher aufweist, eine dem ersten Batteriemodul (5) zugeordnete erste Schalteinheit (50) zur elektrischen Verbindung des ersten Batteriemoduls (5) mit dem Ausgang (8), und eine dem zweiten Batteriemodul (6) zugeordnete zweite Schalteinheit (60) zur elektrischen Verbindung des zweiten Batteriemoduls (6) mit dem Ausgang (8), **dadurch gekennzeichnet**, dass jede der Schalteinheiten (50, 60) jeweils ein erstes Schaltelement (61), ein zweites Schaltelement (62) und ein drittes Schaltelement (63) aufweist, ein erster Anschluss des ersten Schaltelements (61) mit einem Knotenpunkt (25) verbunden ist, ein zweiter Anschluss des ersten Schaltelements (61) mit einem der Pole (21, 22) des zugeordneten Batteriemoduls (5, 6) verbunden ist, ein erster Anschluss des zweiten Schaltelements (62) mit dem Knotenpunkt (25) verbunden ist, ein zweiter Anschluss des zweiten Schaltelements (62) mit einem der Terminals (11, 12) des Ausgangs (8) verbunden ist, ein erster Anschluss des dritten Schaltelements (63) mit dem anderen der Pole (21, 22) des zugeordneten Batteriemoduls (5, 6) und mit dem anderen der Terminals (11, 12) des Ausgangs (8) verbunden ist, und ein zweiter Anschluss des dritten Schaltelements (63) mit dem Knotenpunkt (25) verbunden ist, und dass das erste Batteriemodul (5) wechselbar ausgeführt ist, während das zweite Batteriemodul (6) im Fahrzeug fest verbaut ist.

2. Batteriesystem (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Schaltelement (61), das zweite Schaltelement (62) und das dritte Schaltelement (63) als Feldeffekttransistoren ausgebildet sind, wobei jeweils der erste Anschluss ein SOURCE-Anschluss, der zweite Anschluss ein DRAIN-Anschluss und ein dritter Anschluss ein GATE-Anschluss ist.

3. Batteriesystem (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das erste Schaltelement (61), das zweite Schaltelement (62) und das dritte Schaltelement (63) jeweils eine Schalt-

strecke sowie eine parallel zu der Schaltstrecke geschaltete Inversdiode aufweisen.

4. Verfahren zum Betreiben eines Batteriesystems (10) nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste und die zweite Schalteinheit (50, 60) während eines Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass elektrische Energie von dem ersten Batteriemodul (5) zu dem dem zweiten Batteriemodul (6) übertragen wird, und dass die erste und die zweite Schalteinheiten (50, 60) während einer Fahrt des Fahrzeugs derart angesteuert werden, dass elektrische Energie von dem ersten Batteriemodul (5) zu dem Ausgang (8) und/oder dem zweiten Batteriemodul (6) übertragen wird, oder dass elektrische Energie von dem zweiten Batteriemodul (6) zu dem Ausgang (8) übertragen wird, oder dass elektrische Energie von dem ersten und dem zweiten Batteriemodul (5, 6) zu dem Ausgang (8) übertragen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Ausgangsspannung zwischen dem positiven Terminal (12) und dem negativen Terminal (11) des Ausgangs (8) durch die erste und/oder die zweite Schalteinheit (50, 60) auf eine Systemspannung erhöht wird.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Schalteinheit (50) während des Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert wird, dass das erste Schaltelement (61) und das zweite Schaltelement (62) geschlossen sind und das dritte Schaltelement (63) geöffnet ist, oder dass das erste Schaltelement (61) geschlossen ist, das dritte Schaltelement (63) getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement (62) im Gegenteil zu dem dritten Schaltelement (63) gesteuert wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erste Schalteinheit (50) während der Fahrt des Fahrzeugs derart angesteuert wird, dass das erste Schaltelement (61), das zweite Schaltelement (62) und das dritte Schaltelement (63) geöffnet sind, oder dass das erste Schaltelement (61) und das zweite Schaltelement (62) geschlossen sind und das dritte Schaltelement (63) geöffnet ist, oder dass das erste Schaltelement (61) geschlossen ist, das dritte Schaltelement (63) getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement (62) im Gegenteil zu dem dritten Schaltelement (63) gesteuert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Schalteinheit (60) während des Stillstands des Fahrzeugs derart angesteuert wird, dass das erste Schaltelement (61) und das zweite Schaltelement (62) geschlossen sind und das dritte Schaltelement (63) geöffnet ist, oder dass das erste Schaltelement (61) geschlossen ist, das zweite Schaltelement (62) getaktet gesteuert wird, während das dritte Schaltelement (63) im Gegentakt zu dem zweiten Schaltelement (62) gesteuert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die zweite Schalteinheit (60) während der Fahrt des Fahrzeugs derart angesteuert wird, dass das erste Schaltelement (61) und das zweite Schaltelement (62) geschlossen sind und das dritte Schaltelement (63) geöffnet ist, oder dass das erste Schaltelement (61) geschlossen ist, das zweite Schaltelement (62) getaktet gesteuert wird, während das dritte Schaltelement (63) im Gegentakt zu dem zweiten Schaltelement (62) gesteuert wird, oder dass das erste Schaltelement (61) geschlossen ist, das dritte Schaltelement (63) getaktet gesteuert wird, während das zweite Schaltelement (62) im Gegentakt zu dem dritten Schaltelement (63) gesteuert wird.

10. Fahrzeug, umfassend mindestens ein Batteriesystem (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, welches mit einem Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9 betrieben wird.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

