



(10) **DE 10 2016 103 409 B4** 2021.01.28

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2016 103 409.6**

(22) Anmeldetag: **26.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **01.09.2016**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **28.01.2021**

(51) Int Cl.: **B62M 6/90** (2010.01)  
**H02J 7/00** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:

**14/633,878                      27.02.2015      US**

(73) Patentinhaber:

**GM Global Technology Operations LLC (n. d. Ges.  
d. Staates Delaware), Detroit, Mich., US**

(74) Vertreter:

**Manitz Finsterwald Patent- und  
Rechtsanwaltspartnerschaft mbB, 80336  
München, DE**

(72) Erfinder:

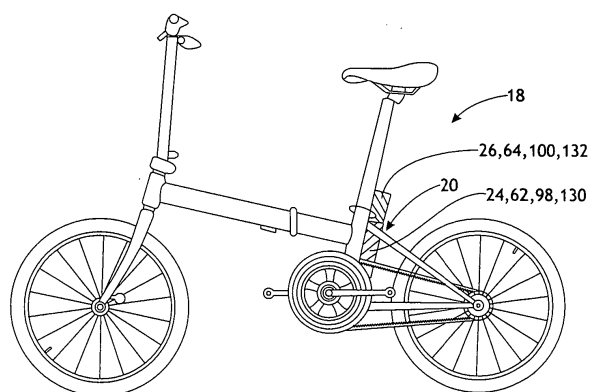
**Hayslett, Steven Lee, Troy, Mich., US; Stancu,  
Constantin C., Auburn Hills, Mich., US; Cintron-  
Rivera, Jorge G., Shelby Township, Mich., US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

|           |                         |           |
|-----------|-------------------------|-----------|
| <b>DE</b> | <b>20 2014 005 762</b>  | <b>U1</b> |
| <b>US</b> | <b>2009 / 0 015 193</b> | <b>A1</b> |
| <b>JP</b> | <b>2002 - 321 681</b>   | <b>A</b>  |
| <b>JP</b> | <b>H08 - 37 706</b>     | <b>A</b>  |

(54) Bezeichnung: **Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrrad**

(57) Hauptanspruch: Produkt, umfassend:  
ein Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite für ein  
Elektrofahrrad (18), umfassend ein erstes Batteriesystem  
(24, 62, 98, 130) und ein zweites Batteriesystem (26, 64,  
100, 132), und wobei eine Gleichstromvorspannung zwi-  
schen dem ersten Batteriesystem (24, 62, 98, 130) und dem  
zweiten Batteriesystem (26, 64, 100, 132) verwendet wird,  
um die Reichweite des Batteriesystems (20) mit vergrößer-  
ter Reichweite zu vergrößern.



**Beschreibung**

**[0001]** Das Gebiet, zu dem die Offenbarung allgemein gehört, umfasst ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrzeug.

**[0002]** Ein Elektrofahrzeug kann eine Batterie enthalten.

**[0003]** Die Druckschrift US 2009 / 0 015 193 A1 offenbart eine Stromversorgungsvorrichtung mit einer Hochspannungsbatterie, einer Niederspannungsbatterie und einer elektronischen Steuerungseinheit, die die beiden Batterien so steuert, dass sich Lade- und Entladezyklen der Batterien vorteilhaft auf deren Lebensdauer auswirken.

**[0004]** In der Druckschrift JP 2002 - 321 681 A ist ein Steuerungssystem für ein Hybridfahrzeug offenbart, das eine Brennstoffzelle und eine Batterie steuert, um einen Elektromotor des Fahrrads anzutreiben. Wenn die Brennstoffzelle überschüssige Energie erzeugt, wird diese in der Batterie gespeichert, und wenn die vom Elektromotor angeforderte Energie die Kapazität der Brennstoffzelle überschreitet, wird die fehlende Energie von der Batterie bereitgestellt.

**[0005]** Die Druckschrift DE 20 2014 005 762 U1 offenbart ein Elektrofahrzeug mit zwei Energiespeichereinheiten, wobei eine Steuerungseinheit eine der beiden Energiespeichereinheiten in Abhängigkeit von deren Ladezustand zum Betreiben eines Elektromotors des Fahrrads auswählt.

**[0006]** In der Druckschrift JP H08 - 37 706 A ist ein Zusatzspeicherbatteriesystem offenbart, bei dem ein Kondensator parallel zu einer Speicherbatterie geschaltet ist, um eine stark schwankende Last ausreichend mit Strom zu versorgen.

**[0007]** Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, die Reichweite eines Elektrofahrzeugs zu vergrößern.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch ein Produkt mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0009]** Eine Anzahl von Varianten kann ein Produkt enthalten, das umfasst: ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrzeug mit einem ersten Batteriesystem und einem zweiten Batteriesystem und wobei eine Gleichstromvorspannung zwischen dem ersten Batteriesystem und dem zweiten Batteriesystem verwendet wird, um die Reichweite des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite zu vergrößern.

**[0010]** Eine Anzahl von Varianten kann ein Verfahren für ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrzeug enthalten, das umfasst, dass eine Gleichstromvorspannung zwischen einem ersten Batteriesystem und einem zweiten Batteriesystem verwendet wird, um die Reichweite des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite zu vergrößern.

**[0011]** Ausgewählte Beispiele von Varianten innerhalb des Umfangs der Erfindung werden anhand der genauen Beschreibung und der beiliegenden Zeichnungen vollständiger verstanden werden, wobei:

**Fig. 1** ein Elektrofahrzeug in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 2** eine Topologie eines bidirektionalen Abwärts/AufwärtsSchaltkreises in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 3** eine Topologie eines unidirektionalen Aufwärtsschaltkreises in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 4** eine Topologie eines Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreises in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 5** ein Steuerungssystem für ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 6** eine Topologie eines Batterieaustauschschaltkreises in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**Fig. 7** eine Steuerungsstrategie für einen Batterieaustauschschaltkreis in Übereinstimmung mit einer Anzahl von Varianten veranschaulicht.

**[0012]** Fig. 1 veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, die ein Elektrofahrrad **18** enthalten können. Ein Elektrofahrrad **18** kann ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite enthalten. Das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite kann eine vergrößerte Nutzungsdauer oder Reichweite des Batteriesystems **20** ermöglichen, so dass das Elektrofahrrad **18** eine längere Zeitspanne lang mit Leistung versorgt werden kann, bevor ein Aufladen des Systems **20** erforderlich ist. Das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite kann die Leistung eines Antriebssystems vergrößern, indem es elektrochemische Energieumwandlungsprozesse minimiert. Das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite kann ein erstes Batteriesystem **24**, **62**, **98**, **130** enthalten, das in das Fahrrad **18** integriert ist. Ein sekundäres Batteriesystem **26**, **64**, **100**, **132** kann dann an dem ersten Batteriesystem **24**, **62**, **98**, **130** und an dem Elektrofahrrad **18** abnehmbar angebracht werden, wenn eine vergrößerte Reichweite des Batteriesystems **20** gewünscht wird. Dies kann das Entfernen des sekundären Batteriesystems **26**, **64**, **100**, **132** dann ermöglichen, wenn eine vergrößerte Reichweite des Batteriesystems **20** möglicherweise nicht gewünscht wird und/oder um überschüssiges Gewicht zu entfernen.

**[0013]** Bei einer Anzahl von Varianten kann ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite eine Gleichstromvorspannung (DC-Vorspannung) zwischen einer Hochspannungsbatterie (HV-Batterie) **28**, **66**, **102** und einer Niederspannungsbatterie (LV-Batterie) **30**, **68**, **112** verwenden. Das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite kann so ausgestaltet sein, dass die HV-Batterie **28**, **66**, **102** und die LV-Batterie **30**, **68**, **112** nicht unbeabsichtigt Energie aneinander übertragen können, wie hier nachstehend erörtert werden wird. In einer anderen Variante kann ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite eine DC-Vorspannung zwischen einer ersten HV-Batterie **134** und einer zweiten HV-Batterie **136** verwenden, wie hier nachstehend erörtert werden wird. Das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite kann eine beliebige Anzahl von Leistungselektronikschaltkreisen verwenden, welche umfassen, aber nicht beschränkt sind auf Aufwärtswandler, Abwärts/Aufwärts-Wandler, Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichter und/oder elektronische Schaltkreise mit minimaler Leistung, welche Batterieaustauschschaltkreise umfassen, aber nicht darauf begrenzt sind.

**[0014]** Fig. 2 veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, welche eine Topologie für ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite unter Verwendung eines bidirektionalen Abwärts/Aufwärts-Schaltkreises **22** enthalten können. Ein bidirektionaler Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis **22** kann das Aufladen oder Entladen einer primären Batterie **28** durch den Motor **32** und das Aufladen oder Entladen einer sekundären Batterie **30** durch den Motor **32** ermöglichen, was die Reichweite des Batteriesystems **20** vergrößern kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite, das einen bidirektionalen Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis **22** verwendet, ein primäres Batteriesystem **24** und ein sekundäres Batteriesystem **26** enthalten. Das primäre Batteriesystem **24** kann eine primäre Batterie **28** enthalten, die eine HV-Batterie sein kann, die mit einem Umrichter **34** und mit mindestens einer Energiespeichervorrichtung, welche einen DC-Koppelkondensator **36** umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist, wirksam verbunden sein kann. In einer Anzahl von Varianten kann der Umrichter **34** Gleichstrom (DC) in Wechselstrom (AC) umwandeln. Der Umrichter **34** kann mit einem Motor **32** wirksam verbunden sein. Bei einer Anzahl von Varianten kann das primäre Batteriesystem **24** in das Elektrofahrrad **18** integriert sein.

**[0015]** Bei einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **26** an einem ersten Schalter **40** und an einem zweiten Schalter **42** mit dem primären Batteriesystem **24** wirksam verbunden oder davon getrennt werden. Bei einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **26** eine sekundäre Batterie **30** enthalten, die eine Niederspannungsbatterie sein kann, welche mit einem Abwärts/Aufwärts-Wandler **38** wirksam verbunden sein kann. Eine beliebige Anzahl von Abwärts/Aufwärts-Wandlern **38** kann verwendet werden. In einer Variante kann der Abwärts/Aufwärts-Wandler **38** eine Drosselspule **44**, welche mit der sekundären Batterie **30** wirksam verbunden sein kann, einen dritten Schalter/Transistor **46** und einen vierten Schalter/Transistor **48** enthalten. Der dritte und vierte Schalter/Transistor **46**, **48** können außerdem jeweils mit einer ersten bzw. zweiten Diode **50**, **52** mit negativer Vorspannung wirksam verbunden sein. Der Abwärts/Aufwärts-Wandler **38** kann auch eine oder mehrere Energiespeichervorrichtungen enthalten, welche einen oder mehrere Kondensatoren **54** umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind, welche parallel zu der einen oder zu den mehreren Energiespeichervorrichtungen **36**, die mit der primären Batterie **28** wirksam verbunden sind, verlaufen können.

**[0016]** Bei einer Anzahl von Varianten kann die primäre Batterie **28** Energie an die DC-Kopplung **36** entladen oder sie kann von der DC-Kopplung **36** regeneriert/geladen werden, und die sekundäre Batterie **30** kann durch eine Modulation des dritten und vierten Schalters/Transistors **46**, **48** Energie an die DC-Kopplung **36** entladen oder sie kann von der DC-Kopplung **36** regeneriert/geladen werden. In einer Anzahl von Varianten können der dritte und vierte Schalter/Transistor **46**, **48** ausgeschaltet sein, was der primären Batterie **28** ermöglichen kann, Energie an die DC-Kopplung **36** zu entladen. Die erste Diode **50** mit negativer Vorspannung kann verhindern, dass Energie von der primären Batterie **28** unbeabsichtigt zu der sekundären Batterie **30**

gelangt. Die sekundäre Batterie **30** kann außerdem eine Spannung aufweisen, welche kleiner als diejenige der primären Batterie **28** ist, so dass Energie von der sekundären Batterie **30** nicht unbeabsichtigt zu der primären Batterie **28** gelangen kann. Der dritte und vierte Schalter **46**, **48** können miteinander gekoppelt sein und gleichzeitig moduliert werden. Ein Modulieren des dritten Schalters **46** auf eingeschaltet, kann Energie von der primären Batterie **28** zu der sekundären Batterie **30** bewegen. Ein Modulieren des vierten Schalters auf eingeschaltet kann ermöglichen, dass die sekundäre Batterie **30** Energie durch die DC-Kopplung **36** an den Motor **32** überträgt. Wenn der vierte Schalter/Transistor **48** auf eingeschaltet moduliert wird, kann sich Energie in der Drosselspule **44** aufbauen, wodurch eine Hochspannung erzeugt wird, so dass dann, wenn der vierte Schalter/Transistor **48** auf ausgeschaltet moduliert wird, die Energie von der Drosselspule **44** hinaus zu der DC-Kopplung **36** gelangen kann.

**[0017]** In einer Anzahl von Varianten kann ein erster Sensor **56** mit dem Abwärts/Aufwärts-Wandler **38** wirksam verbunden sein und verwendet werden, um den Strom von der sekundären Batterie **30** zu messen. Ein zweiter Sensor **58** kann mit der primären Batterie **28** wirksam verbunden sein und verwendet werden, um den Strom von der primären Batterie **28** zu messen. Die Sensoren **56**, **58** können mit einer beliebigen Anzahl von Controllern wirksam verbunden sein, welche einen Impulsbreitenmodulationscontroller (PWM-Controller) umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind. Die Sensoren **56**, **58** können für den PWM-Controller eine Ausgabe liefern, die proportional zu dem von der primären Batterie **28** und der sekundären Batterie **30** gemessenen Strom ist. Der PWM-Controller kann dann die gemessenen Werte des Stroms der primären Batterie **28** und der sekundären Batterie **30** vergleichen und er kann eine beliebige Anzahl von Steuerungslogiken verwenden, um die Schalter **46**, **48** auf der Grundlage der gemessenen Werte zu modulieren.

**[0018]** Fig. 3 veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, die eine Topologie für ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite unter Verwendung eines unidirektionalen Aufwärtsschaltkreises **60** enthalten können. Ein unidirektionaler Aufwärtsschaltkreis **60** kann das Aufladen oder das Entladen von Energie von einer primären Batterie **66** durch einen Motor **70** und das Entladen von Energie von einer sekundären Batterie **68** an den Motor **70** ermöglichen, was die Reichweite des Batteriesystems **20** vergrößern kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite unter Verwendung eines unidirektionalen Aufwärtsschaltkreises **60** ein primäres Batteriesystem **62** und ein sekundäres Batteriesystem **64** enthalten. Das primäre Batteriesystem **62** kann eine primäre Batterie **66** enthalten, welche eine HV-Batterie sein kann, welche mit einem Umrichter **72** und mit einer oder mit mehreren Energiespeichervorrichtungen wirksam verbunden sein kann, die einen oder mehrere DC-Koppelkondensatoren **74**, **75** umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind. In einer Variante können ein erster und zweiter Kondensator **74**, **75** parallel verlaufen, wobei eine Variante dafür in Fig. 3 veranschaulicht ist. In einer anderen Variante können mehr als zwei Kondensatoren parallel verlaufen. Bei noch einer anderen Variante kann ein einziger Kondensator verwendet werden. Der Umrichter **72** kann DC in AC umsetzen und er kann mit einem Motor **70** wirksam verbunden sein. Bei einer Anzahl von Varianten kann das primäre Batteriesystem **62** in das Elektrofahrrad **18** integriert sein.

**[0019]** In einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **64** an einem ersten Schalter **78** und an einem zweiten Schalter **80** mit dem primären Batteriesystem **62** wirksam verbunden oder davon getrennt werden. Bei einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **64** eine sekundäre Batterie **68** enthalten, die eine Niederspannungsbatterie sein kann und die mit einem Aufwärtswandler **76** wirksam verbunden sein kann. Eine beliebige Anzahl von Aufwärtswandlern kann verwendet werden. In einer Variante kann der Aufwärtswandler **76** eine Drosselspule **82**, die mit der sekundären Batterie **68** wirksam verbunden sein kann, einen dritten Schalter/Transistor **84**, welcher mit einer ersten Diode **86** mit negativer Vorspannung wirksam verbunden sein kann, und eine zweite Diode **88** mit negativer Vorspannung enthalten. Der Aufwärtswandler **76** kann außerdem mindestens eine Energiespeichervorrichtung enthalten, die einen dritten Kondensator **90** umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist, welcher parallel zu der einen oder zu den mehreren Energiespeichervorrichtungen **74**, **75** verlaufen kann, die mit der primären Batterie **66** wirksam verbunden sind.

**[0020]** In einer Anzahl von Varianten kann der dritte Schalter **84** auf eingeschaltet moduliert werden, um die Drosselspule **82** zu laden, und er kann auf ausgeschaltet moduliert werden, um Energie aus der Drosselspule **82** zu entladen und um Energie von der sekundären Batterie **68** in die primäre Batterie **66** hinein zu schieben. Die erste Diode **86** mit negativer Vorspannung kann verhindern, dass Energie von der primären Batterie **66** zu der sekundären Batterie **68** gelangt. Wenn der dritte Schalter/Transistor **84** eingeschaltet ist, kann sich Energie in der Drosselspule **82** aufbauen, wodurch eine Hochspannung erzeugt wird, so dass dann, wenn der dritte Schalter/Transistor **84** ausgeschaltet wird, die Energie von der Drosselspule **82** hinaus zu der DC-Kopplung **74**, **75** gelangen kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann die sekundäre Batterie **68** eine Spannung enthalten, die niedriger als diejenige der primären Batterie **66** sein kann, so dass Strom von der sekundären Batterie **68** nicht auf natürliche Weise zu der primären Batterie **66** gelangen kann.

**[0021]** In einer Anzahl von Varianten kann ein erster Sensor **92** mit dem Aufwärtswandler **76** wirksam verbunden sein und er kann verwendet werden, um den Strom der sekundären Batterie **68** zu messen. Ein zweiter Sensor **94** kann mit der primären Batterie **66** wirksam verbunden sein und er kann verwendet werden, um den Strom der primären Batterie **66** zu messen. Die Sensoren **92**, **94** können mit einer beliebigen Anzahl von Controllern wirksam verbunden sein, welche einen Impulsbreitenmodulationscontroller (PWM-Controller) umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind. Die Sensoren **92**, **94** können an den PWM-Controller eine Ausgabe liefern, die proportional zu dem von der primären Batterie **66** und der sekundären Batterie **68** gemessenen Strom ist. Der PWM-Controller kann dann die gemessenen Werte des Stroms der primären Batterie **66** und der sekundären Batterie **68** vergleichen und er kann eine beliebige Anzahl von Steuerungslogiken verwenden, um den dritten Schalter **84** auf der Grundlage der gemessenen Werte zu modulieren.

**[0022]** Fig. 4 veranschaulicht eine einstufige Schaltkreistopologie **95** für ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite unter Verwendung eines Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreises **96**. Bei einer Anzahl von Varianten kann der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis **96** ein primäres Batteriesystem **98** und ein sekundäres Batteriesystem **100** enthalten. Das primäre Batteriesystem **98** kann eine primäre Batterie **102** enthalten, welche eine HV-Batterie sein kann, die mit einer Umrichterbrücke **104** und mit einem Motor **110** wirksam verbunden sein kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann das primäre Batteriesystem **98** in das Elektrofahrrad **18** integriert sein. Die Umrichterbrücke **104** kann das Entladen von Energie aus der primären Batterie **102** durch den Motor **110** ermöglichen, während ein Aufladen unter Verwendung des Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreises **96** und einer Eingabeenergiequelle ermöglicht werden kann, welche eine sekundäre Batterie **112** umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist.

**[0023]** Bei einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **100** an einem ersten Schalter **114**, einem zweiten Schalter **115**, einem dritten Schalter **116** und einem vierten Schalter **117** mit dem primären Batteriesystem **98** wirksam verbunden oder davon getrennt werden. Bei einer Anzahl von Varianten kann das sekundäre Batteriesystem **100** eine sekundäre Batterie **112** enthalten, welche eine Niederspannungsbatterie sein kann, die mit dem Eingang des Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreises **96** wirksam verbunden sein kann. Bei einer Anzahl von Varianten enthält der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis **96** eine erste Drosselspule **108**, welche mit der sekundären Batterie **112** wirksam verbunden sein kann, eine Diode **120**, die mit der ersten Drosselspule **108** wirksam verbunden ist, und eine zweite Drosselspule **118**. Ein LV-Kondensator **122** der ersten Energiespeichervorrichtung  $C_1$  kann mit der ersten Drosselspule **108** und mit der zweiten Drosselspule **118** wirksam verbunden sein. Der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis **96** kann außerdem einen HV-Kondensator **106** der zweiten Energiespeichervorrichtung  $C_2$  enthalten, welcher mit der zweiten Batterie **112**, der Diode **120** und der zweiten Drosselspule **118** wirksam verbunden sein kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann die primäre Batterie **102** mit dem Hochspannungskondensator **106** des Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreises **96** wirksam verbunden sein, wobei die Diode **120** und der Niederspannungskondensator **122** verhindern, dass der Strom in die sekundäre Batterie **112** hineinfließt. Bei einer Anzahl von Varianten kann der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis **96** das Entladen von Energie von der sekundären Batterie **112** an den Motor **110** ermöglichen.

**[0024]** In einer Anzahl von Varianten kann ein erster Stromsensor **124** mit dem Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis **96** wirksam verbunden sein und verwendet werden, um den Strom der sekundären Batterie **112** zu messen. Ein zweiter Sensor **125** kann mit der primären Batterie **102** wirksam verbunden sein und verwendet werden, um den Strom der primären Batterie **102** zu messen. Die Sensoren **124**, **125** können mit einer beliebigen Anzahl von Controllern wirksam verbunden sein, die einen Impulsbreitenmodulationscontroller (PWM-Controller) umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind. Die Sensoren **124**, **125** können an den PWM-Controller eine Ausgabe liefern, die proportional zu dem von der primären Batterie **102** und von der sekundären Batterie **112** gemessenen Strom ist. Der PWM-Controller kann dann die gemessenen Werte des Stroms der primären Batterie **102** und der sekundären Batterie **112** vergleichen und er kann eine beliebige Anzahl von Steuerungslogiken verwenden, um die Schalter **114**, **115** auf der Grundlage der gemessenen Werte zu modulieren.

**[0025]** Fig. 5 veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, die einen Steuerungsbefehl **166** für einen Strom enthalten können, der von einem Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite stammt, wie es in Fig. 2 - Fig. 4 veranschaulicht ist. In einer Anzahl von Varianten kann ein erster Sensor **56**, **92**, **124**, der mit der primären Batterie **28**, **66**, **102** in dem Schaltkreis **22**, **60**, **96** wirksam verbunden ist, den Strom der primären Batterie **28**, **66**, **102** messen und einen durchschnittlichen Strom **174** der DC-Kopplung liefern. Ein zweiter Sensor **58**, **94**, **125** kann mit der sekundären Batterie **30**, **68**, **112** in dem Schaltkreis **22**, **60**, **96** wirksam verbunden sein, um den Strom der sekundären Batterie **30**, **68**, **112** zu messen und er kann einen durchschnittlichen Strom **176** der sekundären Batterie bereitstellen. Der durchschnittliche Strom **174** von der DC-Kopplung und

der durchschnittliche Strom **176** von der sekundären Batterie können dann subtrahiert werden, um den Strom **170** der primären Batterie bereitzustellen. Der Strom **170** der primären Batterie kann dann zur Rückkopplung verwendet werden und von dem Befehl **166** subtrahiert werden, um einen Fehler **178** zu berechnen. Der Fehler **178** wird dem Controller **154** zugeführt, der das Tastverhältnis der Schalter **46, 48, 84, 114, 115** bestimmt. Der zulässige Bereich des Tastverhältnisses liegt zwischen 0% und 99% und es wird unter Verwendung eines Sättigungsblocks **172** auf diesen Bereich begrenzt. Das Tastverhältnis wird dann in einen Gate-PWM-Zyklus **168** umgewandelt und zu der physikalischen Schalterzyklussteuerung gesendet und der Schaltkreis **22, 60, 96** wird dann auf der Grundlage des Tastverhältnisses von dem PWM-Generator **168** moduliert. Wenn die Ströme das korrekte Verhältnis aufweisen, kann der PWM-Controller **154** den Betrieb des Batteriesystems **20** mit vergrößerter Reichweite ohne Änderungen bei der Modulation der Schalter/Transistoren **46, 48, 84, 114, 115** fortsetzen. Wenn der Strom unterschiedlich ist, dann kann der PWM-Controller **154** einen oder mehrere Befehle ausführen, um die Modulation der Schalter/Transistoren **46, 48, 84, 114, 115** mit dem PWM-Generator **168**, dem Controller **154** und dem Sättigungsblock **172** modifizieren, so dass zwischen dem Senden von Energie von der Batterie **28, 30, 66, 68, 102, 112** an den Motor **32, 70, 110** und dem Empfangen von Energie von diesem umgeschaltet werden kann. Dies kann sicherstellen, dass das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite die primäre Batterie **28, 66, 102** und die sekundäre Batterie **30, 68, 112** effizient nutzt.

**[0026]** Nachstehend ist eine Steuerungslogiktafel für ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite, wie es in einer der **Fig. 2 - Fig. 4** veranschaulicht ist, auf der Grundlage von verschiedenen gemessenen Ladezuständen (SOC) der primären Batterie **28, 66, 102** und der sekundären Batterie **30, 68, 112** veranschaulicht:

| LV-Batterie | SOC der LV-Batterie | SOC der (primären) HV-Batterie | Bedingung        | DC/DC-Zustand - % des Stroms an die/von der primären Batterie |
|-------------|---------------------|--------------------------------|------------------|---------------------------------------------------------------|
| Installiert | >90%                | >90%                           | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | >90%                | 90% bis 20%                    | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | >90%                | <20%                           | Motorbetrieb     | 0%                                                            |
| Installiert | 90% bis 20%         | >90%                           | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | 90% bis 20%         | 90% bis 20%                    | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | 90% bis 20%         | <20%                           | Motorbetrieb     | 0%                                                            |
|             | 20%                 |                                |                  |                                                               |
| Installiert | <20%                | >90%                           | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | <20%                | 90% bis 20%                    | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | <20%                | <20%                           | Motorbetrieb     | 100%                                                          |
| Installiert | >90%                | >90%                           | Generatorbetrieb | 50% für jede Batterie bis ein SOC von 95% erreicht ist        |
| Installiert | >90%                | 90% bis 20%                    | Generatorbetrieb | 100%                                                          |
| Installiert | >90%                | <20%                           | Generatorbetrieb | 100%                                                          |
| Installiert | 90% bis 20%         | >90%                           | Generatorbetrieb | 0%                                                            |
| Installiert | 90% bis 20%         | 90% bis 20%                    | Generatorbetrieb | 100 % Leistung für Batterie mit niedrigerem SOC               |
| Installiert | 90% bis 20%         | <20%                           | Generatorbetrieb | 100%                                                          |
| Installiert | <20%                | >90%                           | Generatorbetrieb | 0%                                                            |
| Installiert | <20%                | 90% bis 20%                    | Generatorbetrieb | 0%                                                            |
| Installiert | <20%                | <20%                           | Generatorbetrieb | 0%                                                            |

**[0027]** Die vorstehende Steuerungslogiktafel ist konfigurierbar und kann auf der Grundlage der Entwurfsparameter und/oder der Anwendung eines speziellen Batteriesystems **20** mit vergrößerter Reichweite variieren.

**[0028]** **Fig. 6** veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, die einen Batterieaustauschschaltkreis **128** für ein Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite enthalten können. Bei einer Anzahl von Varianten kann das Batteriesystem **20** mit vergrößerter Reichweite bei Verwendung eines Batterieaustauschschaltkreises **128** ein

primäres Batteriesystem **130** und ein sekundäres Batteriesystem **132** enthalten. Das primäre Batteriesystem **130** kann eine primäre Batterie **134**, die eine HV-Batterie sein kann, enthalten, und sie kann mit einer Energiespeichervorrichtung, die einen DC-Koppelkondensator **142** umfasst, aber nicht darauf beschränkt ist, und/oder mit einem ersten Schalter **144** und/oder mit einem Umrichter **138** wirksam verbunden sein. Der Umrichter **138** kann mit einem Motor **140** wirksam verbunden sein. Das primäre Batteriesystem **130** kann in das Elektrofahrzeug **18** integriert sein. Das sekundäre Batteriesystem **132** kann eine sekundäre Batterie **136** enthalten, die auch eine HV-Batterie sein kann, und es kann an einem zweiten Schalter **146** und einem dritten Schalter **148** mit dem primären Batteriesystem **130** wirksam verbunden oder davon getrennt werden.

**[0029]** Bei einer Anzahl von Varianten kann die primäre Batterie **134** mit dem ersten Schalter **144** wirksam verbunden sein und die sekundäre Batterie **136** kann mit dem zweiten und dritten Schalter **146**, **148** wirksam verbunden sein, so dass die Schalter **144**, **146**, **148** so moduliert werden können, dass Energie an den Motor **140** zwischen der ersten Batterie **134** und der zweiten Batterie **136** abwechseln kann, was die Betriebszeit des Batteriesystems **20** mit vergrößerter Reichweite erhöhen kann. Bei einer Anzahl von Varianten kann die Energiequelle für den Motor **140** zwischen der ersten Batterie **134** und der sekundären Batterie **136** umgeschaltet werden, wenn die Spannung der Batterien **134**, **136** innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegt, um ein Überladen einer der Batterien **134**, **136** durch die andere **134**, **136**, welche eine höhere Spannung aufweisen kann, zu vermeiden. Bei einer Anzahl von Varianten kann ein Batterieaustauschschaltkreis **128** ein verringertes Gewicht im Vergleich mit demjenigen aufweisen, die eine HV-Batterie und eine LV-Batterie verwenden.

**[0030]** Eine Steuerungsstrategie für einen Batterieaustauschschaltkreis **128**, wie er in **Fig. 6** veranschaulicht ist, wenn das Batterieauswahlkriterium durch einen Benutzer so eingestellt ist, dass ermöglicht wird, dass entweder die primäre Batterie **134** oder die sekundäre Batterie **136** Energie an den Motor sendet, wie in **Fig. 7** veranschaulicht ist, ist nachstehend veranschaulicht:

| SOC         |             | Temp        |            |            |               |               |                                                                                       |
|-------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Batterie X  | Batterie 1  | Batterie X  | Batterie 1 | Batterie X | Batterie 1    | Batterie X    | Anmerkungen                                                                           |
| Installiert | >90%        | >90%        | OK         | OK         | Entweder/oder | Entweder/oder | Entweder 1 oder eine andere verwenden Anpassung an Batterie X allgemein bevorzugt     |
| Installiert | >90%        | 90% bis 20% | OK         | OK         | Entweder/oder | Entweder/oder | Entweder 1 oder eine andere verwenden Anpassung an Batterie X allgemein bevorzugt     |
| Installiert | >90%        | <20%        | OK         | OK         | Eingeschaltet | Ausgeschaltet |                                                                                       |
| Installiert | 90% bis 20% | >90%        | OK         | OK         | Entweder/oder | Entweder/oder | Entweder 1 oder eine andere verwenden Anpassung an Batterie X allgemein bevorzugt     |
| Installiert | 90% bis 20% | 90% bis 20% | OK         | OK         | Entweder/oder | Entweder/oder | Entweder 1 oder eine andere verwenden ... Anpassung an Batterie X allgemein bevorzugt |
| Installiert | 90% bis 20% | <20%        | OK         | OK         | Eingeschaltet | Ausgeschaltet |                                                                                       |
| Installiert | <20%        | >90%        | OK         | OK         | Ausgeschaltet | eingeschaltet |                                                                                       |
| Installiert | <20%        | 90% bis 20% | OK         | OK         | Ausgeschaltet | Eingeschaltet |                                                                                       |

| SOC              |      | Temp |      |      |                                      |                                      |                                                                                                           |
|------------------|------|------|------|------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Instal-<br>liert | <20% | <20% | OK   | OK   | Ausgeschaltet                        | Eingeschaltet                        | Zeit dazwischen auf-<br>teilen bis Spannung zu<br>niedrig geworden ist                                    |
| Instal-<br>liert | <10% | <10% | OK   | OK   | Entweder/<br>oder                    | Entweder/<br>oder                    |                                                                                                           |
|                  |      |      |      |      |                                      |                                      |                                                                                                           |
| Instal-<br>liert |      |      | LOW  | LOW  | Entweder/<br>oder/einge-<br>schaltet | Entweder/<br>oder/einge-<br>schaltet | Parallel. Spannungen<br>und Ströme auf der<br>Grundlage des verfüg-<br>baren Batteriestroms<br>modulieren |
| Instal-<br>liert |      |      | HIGH | OK   | Ausgeschaltet                        | Eingeschaltet                        | Sofern nicht SOC an<br>Batterie X zu niedrig<br>ist                                                       |
| Instal-<br>liert |      |      | OK   | HIGH | Eingeschaltet                        | ausgeschaltet                        | Sofern nicht SOC an<br>Batterie 1 zu niedrig ist                                                          |

**[0031]** Bei einer Anzahl von Varianten kann die DC-Spannung und/oder der SOC einer primären Batterie **134** und einer sekundären Batterie **136** überwacht werden, so dass die Batterie **134**, **136** mit der höchsten DC-Leerlaufspannung verwendet werden wird, um Energie an das System **20** zu liefern, wenn die SOC-Bedingung erfüllt ist. Die primäre Batterie **134** und die sekundäre Batterie **136** können fortfahren, sich abzuwechseln, bis die Batterien **134**, **136** jeweils entladen sind. Die vorstehende Steuerungslogiktable ist konfigurierbar und sie kann auf der Grundlage der Entwurfsparameter und/oder der Anwendung eines speziellen Batteriesystems **20** mit vergrößerter Reichweite variieren.

**[0032]** Wenn bei einer Anzahl von Varianten die Temperatur der primären Batterie **134** niedrig ist, können die primäre Batterie **134** und die sekundäre Batterie **136** parallel betrieben werden und die Ströme können moduliert werden.

**[0033]** Fig. 7 veranschaulicht eine Anzahl von Varianten, die eine Steuerungsstrategie **152** für einen Batterieaustauschschaltkreis **128** unter Verwendung eines Umschaltens von Batterien wie vorstehend erörtert enthalten können. In dieser Steuerungsstrategie **152** ist die Verwendung entweder der primären Batterie oder der sekundären Batterie möglich. Der erste Schritt **156** besteht darin, die Batterie mit der höchsten DC-Leerlaufspannung zum Liefern von Energie an den Motor zu wählen, wobei die Batterie mit der höchsten DC-Leerlaufspannung  $V_{dc}(y)$  ist. Der zweite Schritt **158** besteht darin, festzustellen, ob  $V_{dc}(x) - V_{dc}(y) > XXX V_{dc}$  ist, wobei  $XXX V_{dc}$  ein vorbestimmter programmierbarer Wert ist. Wenn NICHT, dann wird zu Schritt 1 zurückgegangen. Wenn JA, dann wird zu dem dritten Schritt **160** weitergegangen, der darin besteht, zu schalten, welche Batterie Energie an den Motor sendet. Der vierte Schritt **162** stellt fest, ob der Ladezustand (SOC)  $> ZZZ$  ist, wobei  $ZZZ$  ein vorbestimmter programmierbarer Wert ist. Wenn JA, dann wird zu dem ersten Schritt **156** zurückgekehrt. Wenn NEIN, dann wird zu dem fünften Schritt **164** weitergegangen, der darin besteht, Energie an den Motor durch diejenige Batterie (primär oder sekundär) zu senden, die von dem Benutzer angegeben wurde.

**[0034]** Variante 1 kann ein Produkt enthalten, das umfasst: ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrrad mit einem ersten Batteriesystem und mit einem zweiten Batteriesystem, und wobei eine Gleichstromvorspannung zwischen dem ersten Batteriesystem und dem zweiten Batteriesystem verwendet wird, um die Reichweite des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite zu vergrößern.

**[0035]** Variante 2 kann ein Produkt enthalten, wie es in Variante 1 offengelegt ist, wobei das erste Batteriesystem in das Elektrofahrrad integriert ist und das zweite Batteriesystem an dem ersten Batteriesystem und an dem Elektrofahrrad abnehmbar angebracht ist.

**[0036]** Variante 3 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 2 offengelegt ist, wobei das erste Batteriesystem ferner eine Hochspannungsbatterie umfasst und das zweite Batteriesystem ferner eine Niederspannungsbatterie umfasst.



**[0037]** Variante 4 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 3 offengelegt ist, wobei die Niederspannungsbatterie eine Spannung aufweist, die niedriger als diejenige der Hochspannungsbatterie ist, so dass Energie von der Niederspannungsbatterie nicht auf natürliche Weise zu der Hochspannungsbatterie gelangt.

**[0038]** Variante 5 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 4 offengelegt ist, wobei die Hochspannungsbatterie mit einer Diode mit negativer Vorspannung wirksam verbunden ist, um einen nicht beabsichtigten Energietransfer von der Hochspannungsbatterie an die Niederspannungsbatterie zu verhindern.

**[0039]** Variante 6 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 5 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite einen bidirektionalen Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis umfasst und wobei der bidirektionale Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis so konstruiert und angeordnet ist, dass ein gesteuerter Energietransfer ermöglicht wird, um Energie von der Hochspannungsbatterie an die DC-Kopplung zu entladen und/oder um die Hochspannungsbatterie von der DC-Kopplung wiederaufzuladen und/oder um Energie von der Niederspannungsbatterie an die DC-Kopplung zu entladen und/oder um die Niederspannungsbatterie von der DC-Kopplung zu laden.

**[0040]** Variante 7 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 5 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite einen unidirektionalen Aufwärtsschaltkreis umfasst und wobei der unidirektionale Aufwärtsschaltkreis so konstruiert und angeordnet ist, dass ein gesteuerter Energietransfer für das Entladen von Energie von der Hochspannungsbatterie an eine DC-Kopplung und/oder das Aufladen der Hochspannungsbatterie von der DC-Kopplung und/oder das Entladen von Energie von der Niederspannungsbatterie an die DC-Kopplung ermöglicht wird.

**[0041]** Variante 8 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 5 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite einen Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis umfasst und wobei der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis so konstruiert und angeordnet ist, dass das gleichzeitige Entladen von sowohl der Hochspannungsbatterie als auch der Niederspannungsbatterie an einen Motor, das Aufladen der Hochspannungsbatterie von entweder einem Umrichter oder der Niederspannungsbatterie und das vollständige Entladen der Niederspannungsbatterie an den Motor ermöglicht wird.

**[0042]** Variante 9 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 2 offengelegt ist, wobei das erste Batteriesystem ferner eine erste Hochspannungsbatterie umfasst und das zweite Batteriesystem ferner eine zweite Hochspannungsbatterie umfasst.

**[0043]** Variante 10 kann ein Produkt enthalten, wie es in einer der Varianten 1 - 2 und 9 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite einen Batterieaustauschschaltkreis umfasst und wobei der Batterieaustauschschaltkreis so konstruiert und angeordnet ist, dass Energie an einen Motor zwischen der ersten Hochspannungsbatterie und der zweiten Hochspannungsbatterie auf der Grundlage eines Ladezustands und einer DC-Spannung der ersten Hochspannungsbatterie und der zweiten Hochspannungsbatterie abgewechselt wird.

**[0044]** Variante 11 kann ein Verfahren für ein Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrzeug enthalten, das umfasst, dass eine Gleichstromvorspannung zwischen einem ersten Batteriesystem und einem zweiten Batteriesystem verwendet wird, um die Reichweite des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite zu vergrößern.

**[0045]** Variante 12 kann ein Verfahren enthalten, wie es in Variante 11 offengelegt ist, wobei das erste Batteriesystem ferner eine Hochspannungsbatterie umfasst, die mit einem ersten Sensor wirksam verbunden ist, und wobei das zweite Batteriesystem ferner eine Niederspannungsbatterie umfasst, die mit einem zweiten Sensor wirksam verbunden ist.

**[0046]** Variante 13 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 - 12 offengelegt ist, wobei Energie an den Motor zwischen der Hochspannungsbatterie und der Niederspannungsbatterie auf der Grundlage dessen abgewechselt wird, ob die Hochspannungsbatterie oder die Niederspannungsbatterie einen höheren Ladezustand und eine höhere DC-Spannung aufweist.

**[0047]** Variante 14 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 - 13 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite entweder einen bidirektionalen Abwärts/Aufwärtsschaltkreis

oder einen unidirektionalen Aufwärtsschaltkreis oder einen Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis enthält.

**[0048]** Variante 15 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 - 13 offengelegt ist, das ferner umfasst, dass das Steuern des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite umfasst, dass: ein erster Strom der Hochspannungsbatterie mit dem ersten Sensor überwacht wird; ein zweiter Strom der Niederspannungsbatterie mit dem zweiten Sensor überwacht wird; eine erste Signalausgabe von dem ersten Sensor und eine zweite Signalausgabe von dem zweiten Sensor an einen Controller gesendet werden; die erste Signalausgabe und die zweite Signalausgabe mit einer Steuerungslogik in dem Controller verarbeitet werden; und mindestens ein Schalter in dem Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite auf der Grundlage der Steuerungslogik moduliert wird, um zu steuern, ob ein Energietransfer an den oder von dem Motor von der Hochspannungsbatterie oder der Niederspannungsbatterie stammt.

**[0049]** Variante 16 kann ein Verfahren enthalten, wie es in Variante 11 offengelegt ist, wobei das erste Batteriesystem ferner eine erste Hochspannungsbatterie umfasst, die mit einem ersten Sensor wirksam gekoppelt ist, und wobei das zweite Batteriesystem ferner eine zweite Hochspannungsbatterie umfasst, die mit einem zweiten Sensor wirksam gekoppelt ist.

**[0050]** Variante 17 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 und 16 offengelegt ist, wobei das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite einen Batterieaustauschschaltkreis enthält.

**[0051]** Variante 18 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 und 16 - 17 offengelegt ist, wobei dann, wenn die Temperatur der ersten Hochspannungsbatterie niedrig ist, die erste Hochspannungsbatterie und die zweite Hochspannungsbatterie parallel betrieben werden und Ströme von der ersten Hochspannungsbatterie und der zweiten Hochspannungsbatterie moduliert werden.

**[0052]** Variante 19 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 und 16 - 18 offengelegt ist, wobei Energie an einen Motor zwischen der ersten Hochspannungsbatterie und der zweiten Hochspannungsbatterie abwechselt, wenn Spannungen der ersten und der zweiten Hochspannungsbatterie innerhalb eines vorbestimmten Bereichs liegen, um ein Überladen entweder der ersten Batterie oder der zweiten Batterie zu vermeiden.

**[0053]** Variante 20 kann ein Verfahren enthalten, wie es in einer der Varianten 11 und 16 - 19 offengelegt ist, das ferner ein Steuerungsverfahren für das Batteriesystem mit vergrößerter Reichweite umfasst, wobei das Verfahren umfasst, dass: eine Batterieauswahl des Batteriesystems mit vergrößerter Reichweite auf entweder die erste Hochspannungsbatterie oder die zweite Hochspannungsbatterie eingestellt wird; eine erste DC-Spannung und/oder ein erster SOC der ersten Hochspannungsbatterie mit dem ersten Sensor überwacht wird bzw. werden; eine zweite DC-Spannung und/oder ein zweiter SOC der zweiten Hochspannungsbatterie mit dem zweiten Sensor überwacht wird bzw. werden; ein erstes Ausgabesignal der ersten DC-Spannung und/oder des ersten SOC von dem ersten Sensor und ein zweites Ausgabesignal der zweiten DC-Spannung und/oder des zweiten SOC von dem zweiten Sensor an einen Controller gesendet werden; das erste Ausgabesignal und das zweite Ausgabesignal in einer Steuerungslogik in dem Controller verarbeitet werden, um festzustellen, ob die erste Batterie oder die zweite Batterie eine höchste DC-Leerlaufspannung aufweist; und ein Schalter moduliert wird, um Energie an einen Motor von der ersten oder der zweiten Batterie mit der höchsten DC-Leerlaufspannung zu liefern.

### Patentansprüche

#### 1. Produkt, umfassend:

ein Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite für ein Elektrofahrrad (18), umfassend ein erstes Batteriesystem (24, 62, 98, 130) und ein zweites Batteriesystem (26, 64, 100, 132), und wobei eine Gleichstromvorspannung zwischen dem ersten Batteriesystem (24, 62, 98, 130) und dem zweiten Batteriesystem (26, 64, 100, 132) verwendet wird, um die Reichweite des Batteriesystems (20) mit vergrößerter Reichweite zu vergrößern.

2. Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Batteriesystem (24, 62, 98, 130) in das Elektrofahrrad (18) integriert ist und das zweite Batteriesystem (26, 64, 100, 132) an dem ersten Batteriesystem (24, 62, 98, 130) und an dem Elektrofahrrad (18) abnehmbar angebracht ist.

3. Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Batteriesystem (24, 62, 98, 130) ferner eine Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) umfasst und das zweite Batteriesystem (26, 64, 100, 132) ferner eine Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) umfasst.

4. Produkt nach Anspruch 3, wobei die Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) eine Spannung aufweist, die niedriger als diejenige der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) ist, so dass Energie von der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) nicht auf natürliche Weise zu der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) gelangt.

5. Produkt nach Anspruch 3, wobei die Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) mit einer Diode (50, 86) mit negativer Vorspannung wirksam verbunden ist, um einen nicht beabsichtigten Energietransfer von der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) zu der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) zu verhindern.

6. Produkt nach Anspruch 3, wobei das Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite einen bidirektionalen Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis (22) umfasst und wobei der bidirektionale Abwärts/Aufwärts-Schaltkreis (22) so konstruiert und angeordnet ist, dass ein gesteuerter Energietransfer für das Entladen von Energie von der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) an die DC-Kopplung (36; 74, 75) und/oder das Wiederaufladen der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) von der DC-Kopplung (36; 74, 75) und/oder das Entladen von Energie von der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) an die DC-Kopplung (36; 74, 75) und/oder das Aufladen der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) von der DC-Kopplung (36; 74, 75) ermöglicht wird.

7. Produkt nach Anspruch 3, wobei das Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite einen unidirektionalen Aufwärtsschaltkreis (60) umfasst, und wobei der unidirektionale Aufwärtsschaltkreis (60) so konstruiert und angeordnet ist, dass ein gesteuerter Energietransfer für das Entladen von Energie von der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) an eine DC-Kopplung (36; 74, 75) und/oder das Laden der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) von der DC-Kopplung (36; 74, 75) und/oder das Entladen von Energie von der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) an die DC-Kopplung (36; 74, 75) ermöglicht wird.

8. Produkt nach Anspruch 3, wobei das Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite einen Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis (96) umfasst und wobei der Quasi-Impedanzzwischenkreisumrichterschaltkreis (96) so konstruiert und angeordnet ist, dass das Entladen von sowohl der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) als auch der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) gleichzeitig an einen Motor (32, 70, 110, 140), das Laden der Hochspannungsbatterie (28, 66, 102) von entweder einem Umrichter (34, 72, 104, 138) oder der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) aus und das vollständige Entladen der Niederspannungsbatterie (30, 68, 112) an den Motor (32, 70, 110, 140) ermöglicht wird.

9. Produkt nach Anspruch 1, wobei das erste Batteriesystem (24, 62, 98, 130) ferner eine erste Hochspannungsbatterie (134) umfasst und das zweite Batteriesystem (26, 64, 100, 132) ferner eine zweite Hochspannungsbatterie (136) umfasst.

10. Produkt nach Anspruch 9, wobei das Batteriesystem (20) mit vergrößerter Reichweite einen Batterieaustauschschaltkreis (128) umfasst, und wobei der Batterieaustauschschaltkreis (128) so konstruiert und angeordnet ist, dass Energie an einen Motor (32, 70, 110, 140) zwischen der ersten Hochspannungsbatterie (134) und der zweiten Hochspannungsbatterie (136) auf der Grundlage eines Ladezustands und einer DC-Spannung der ersten Hochspannungsbatterie (134) und der zweiten Hochspannungsbatterie (136) abgewechselt wird.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

## Anhängende Zeichnungen

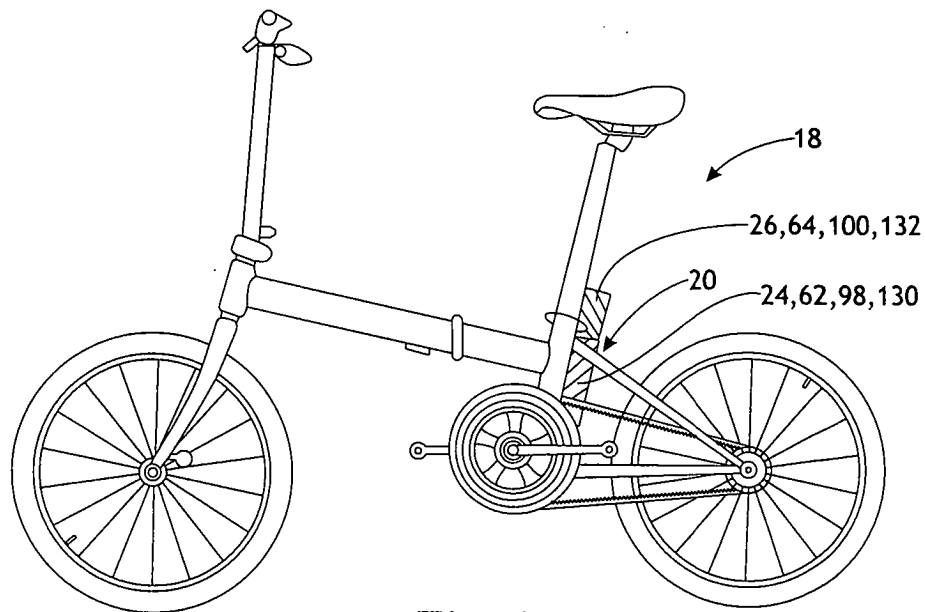


Fig.1

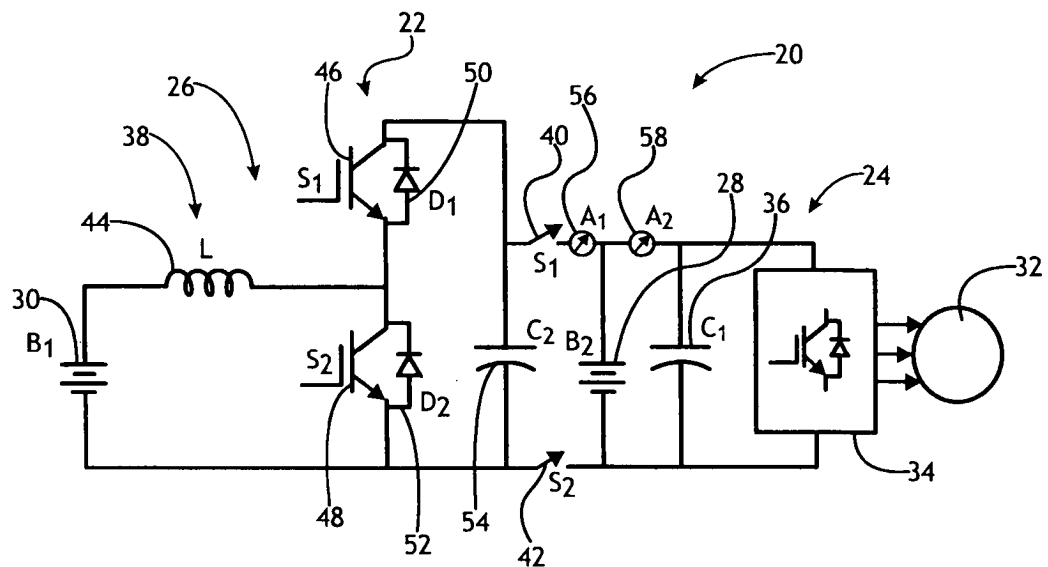


Fig.2

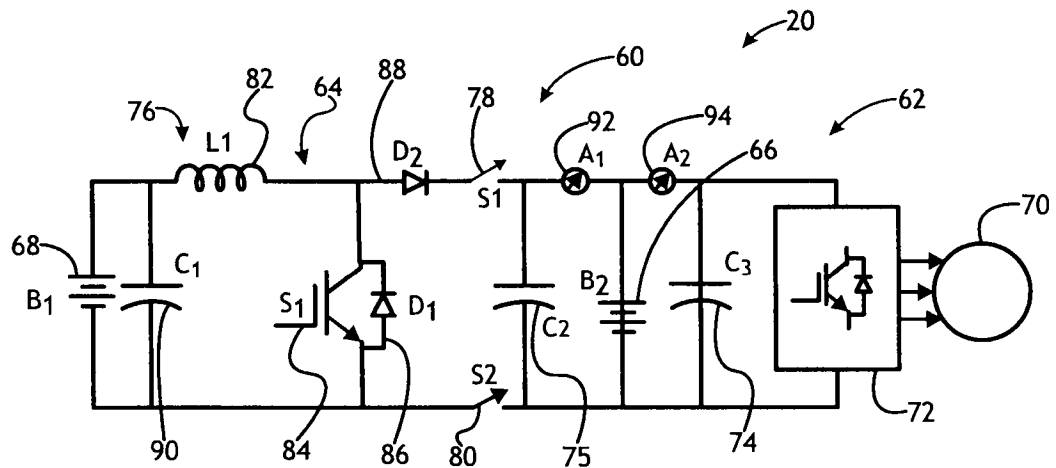


Fig.3

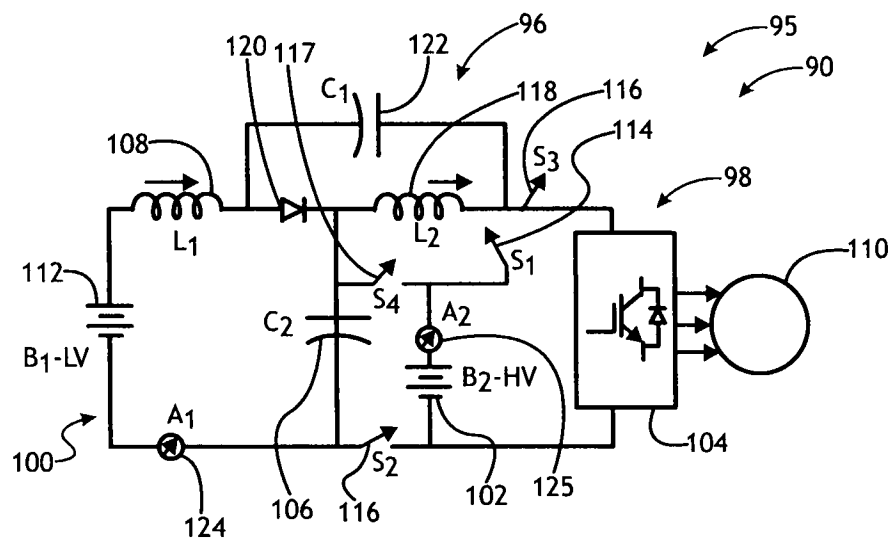


Fig.4

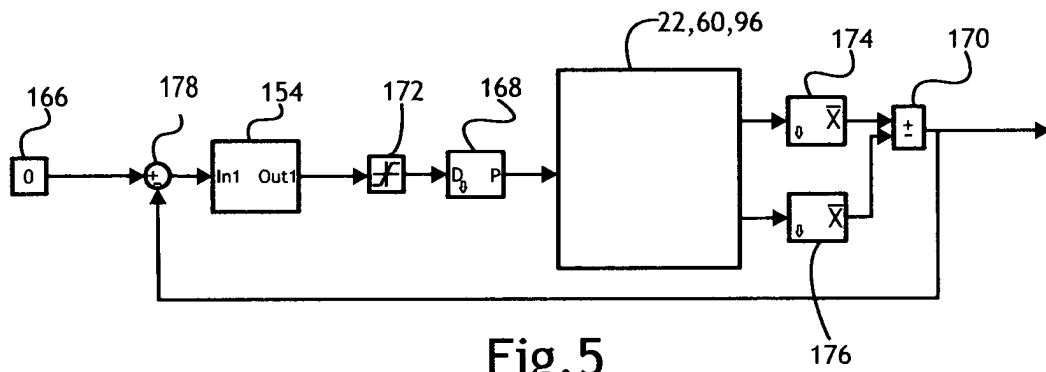


Fig.5

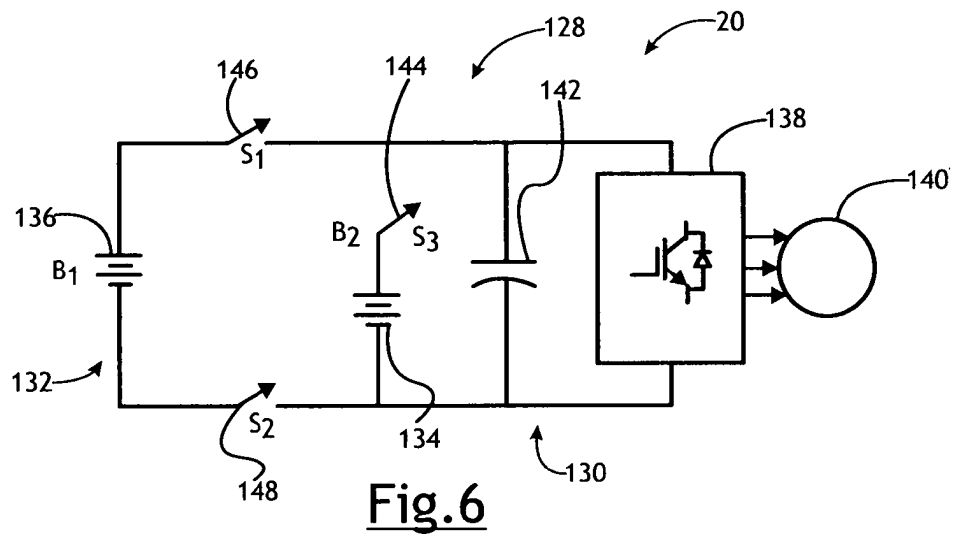


Fig.6

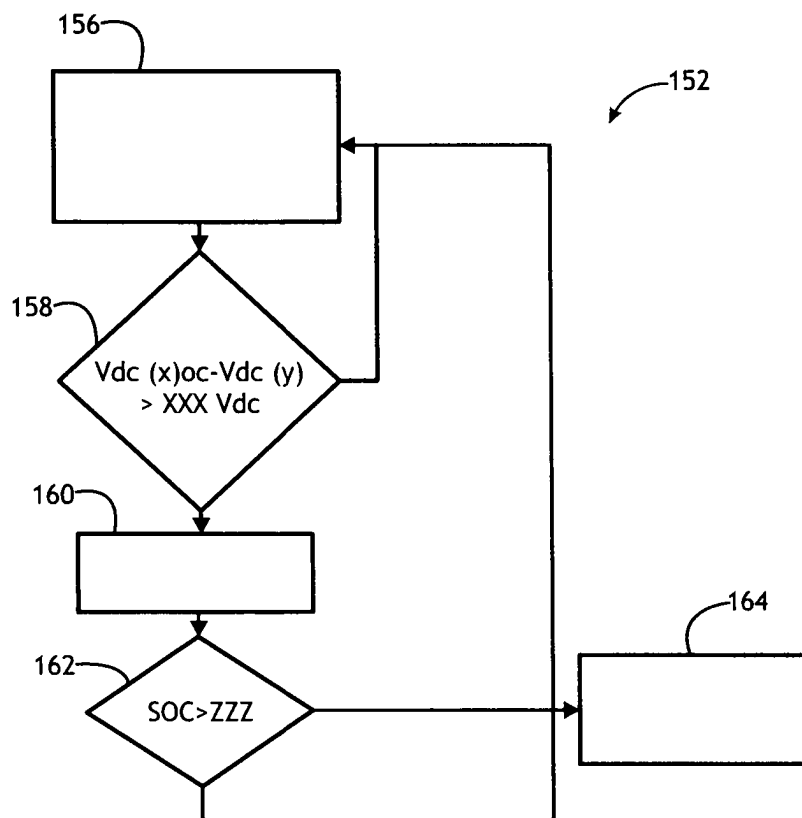


Fig.7