



(10) **DE 11 2011 104 655 T5** 2013.10.10

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/091834**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 104 655.3**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2011/062323**  
(86) PCT-Anmeldetag: **29.11.2011**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **05.07.2012**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **10.10.2013**

(51) Int Cl.: **B60W 20/00 (2013.01)**  
**B60W 10/24 (2013.01)**  
**E02F 9/20 (2013.01)**  
**H02J 7/00 (2013.01)**  
**H02J 7/04 (2013.01)**  
**B60K 1/00 (2013.01)**

(30) Unionspriorität:  
**12/981,398**                      **29.12.2010**      **US**

(74) Vertreter:  
**WAGNER & GEYER Partnerschaft Patent- und  
Rechtsanwälte, 80538, München, DE**

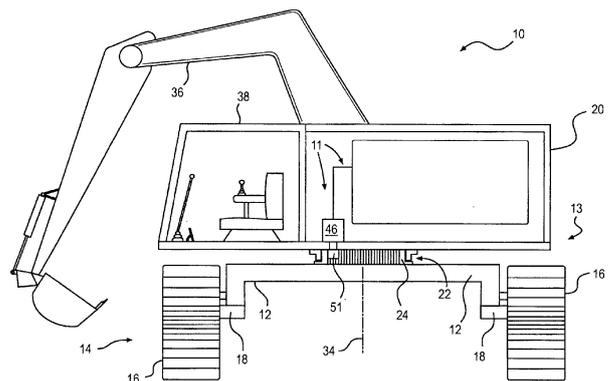
(71) Anmelder:  
**Caterpillar Inc., Peoria, Ill., US**

(72) Erfinder:  
**Andris, Eric, Chillicothe, Ill., US**

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Maschine und Antriebssystem mit Speichervorrichtung für elektrische Energie**

(57) Zusammenfassung: Eine Maschine weist ein Leistungssystem auf. Das Leistungssystem kann einen Primärtrieb aufweisen, der treibend mit einem elektrischen Generator verbunden ist. Das Leistungssystem kann auch eine Leistungsleitung aufweisen, die betriebsmäßig mit dem elektrischen Generator verbunden ist. Zusätzlich kann das Leistungssystem eine erste Speichervorrichtung für elektrische Energie aufweisen, die betreibbar ist, um Elektrizität mit der Leistungsleitung auszutauschen. Das Leistungssystem kann auch eine zweite Speichervorrichtung für elektrische Energie aufweisen. Das Leistungssystem kann weiter Leistungssystemsteuerungen aufweisen. Die Leistungssystemsteuerungen können einen ersten Leistungsregler aufweisen. Die Leistungssystemsteuerungen können auch mindestens einen Informationsprozessor aufweisen, der konfiguriert ist, um Informationen bezüglich zumindest eines Betriebsparameter des Leistungssystems aufzunehmen und den ersten Leistungsregler basierend auf den aufgenommenen Informationen zu steuern, was miteinschließt, dass selektiv der ersten Leistungsregler gesteuert wird, so dass er Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufnimmt und die Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie liefert.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf Maschinen mit Antriebssystemen und insbesondere auf Maschinen mit Antriebssystemen, welche zumindest eine Speichervorrichtung für elektrische Energie aufweisen.

## Hintergrund

**[0002]** Viel Maschinen weisen ein Antriebssystem mit einem Primärtrieb (wie beispielsweise mit einem Hauptmotor bzw. Verbrennungsmotor) auf, welcher einen elektrischen Generator antreibt, um Elektrizität zu einer oder mehreren elektrischen Leistungslasten zu liefern, um eine oder mehrere Aufgaben auszuführen. Die elektrischen Leistungslasten einer solchen Maschine können beispielsweise einen oder mehrere Elektromotoren aufweisen, welche die Maschine vorantreiben, oder welche Werkzeuge oder andere Vorrichtungen der Maschine antreiben. Die Leistungssysteme bzw. Antriebssysteme von einigen solcher Maschinen können auch eine oder mehrere Speichervorrichtungen für elektrische Energie aufweisen (wie beispielsweise Batterien oder Kondensatoren), um Leistung zu der einen elektrischen Last oder den mehreren elektrischen Lasten zu liefern, und zwar entweder in Kombination mit Leistung, die vom elektrischen Generator geliefert wird, der vom Primärtrieb angetrieben wird, oder statt dieser Leistung. Solche Speichervorrichtungen für elektrische Energie werden manchmal entladen und erfordern ein erneutes Aufladen, bevor sie Elektrizität für die elektrischen Leistungslasten der Maschine liefern können. Wenn der Primärtrieb den elektrischen Generator antreibt, um Elektrizität zu erzeugen, kann die Speichervorrichtung für elektrische Energie mit Elektrizität vom Generator geladen werden. Während Zeiten, wenn der Primärtrieb nicht den elektrischen Generator antreibt, kann die Speichervorrichtung für elektrische Energie nicht mit Elektrizität vom Generator aufgeladen werden.

**[0003]** Die veröffentlichte US-Patentanmeldung 2010/0076636 A1 von Ichikawa ("die '636-Anmeldung") offenbart ein System mit Vorkehrungen zum Aufladen einer Batterie in einer Maschine, wenn ein Hauptmotor und ein elektrischer Generator der Maschine keine Elektrizität erzeugen. Insbesondere weist das System der '636-Anmeldung eine Ladevorrichtung auf, welche angeschlossen werden kann, um Leistung von einer Stelle nicht an Bord der Maschine zu liefern, wie beispielweise von einer kommerziellen Quelle von Wechselstromleistung mit 100 V oder 200 V, um die Batterie aufzuladen.

**[0004]** Obwohl die '636-Anmeldung ein System mit einer Ladevorrichtung offenbart, welche mit einer

kommerziellen Leistungsversorgung nicht an Bord der Maschine verbunden werden kann, um eine Batterie aufzuladen, können immer noch gewisse Nachteile vorhanden sein. Beispielsweise kann in manchen Fällen eine nicht an Bord liegende Quelle für kommerzielle Leistung nicht leicht verfügbar sein, welche mit der Ladevorrichtung verbunden werden kann und die Batterie aufladen kann.

**[0005]** Die Maschine, das Antriebssystem und die Verfahren der vorliegenden Offenbarung lösen eines oder mehrere der oben dargelegten Probleme.

## Zusammenfassung

**[0006]** Ein offenbartes Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine Maschine, welche ein Leistungssystem bzw. Antriebssystem aufweist. Das Leistungssystem kann einen Primärtrieb aufweisen, der treibend mit einem elektrischen Generator verbunden ist. Das Leistungssystem kann auch eine Leistungsleitung aufweisen, welche mit dem elektrischen Generator verbunden ist. Zusätzlich kann das Leistungssystem eine erste Speichervorrichtung für elektrische Energie aufweisen, welche betreibbar ist, um Elektrizität mit der Leistungsleitung auszutauschen. Das Leistungssystem kann auch eine zweite Speichervorrichtung für elektrische Energie aufweisen. Das Leistungssystem kann weiter Leistungssystemsteuerungen aufweisen. Die Leistungssystemsteuerungen können einen ersten Leistungsregler aufweisen. Die Leistungssystemsteuerungen können auch zumindest einen Informationsprozessor aufweisen, der konfiguriert ist, um Informationen aufzunehmen, welche mit mindestens einem Betriebsparameter des Leistungssystems in Beziehung stehen, und der konfiguriert ist, um den ersten Leistungsregler basierend auf der empfangenen Information zu steuern, was einschließt, selektiv den ersten Leistungsregler so zu steuern, dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und die Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird.

**[0007]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Leistungssystems einer Maschine. Das Leistungssystem kann einen Primärtrieb, einen elektrischen Generator, der treibend mit dem Primärtrieb verbunden ist, eine Leistungsleitung, eine Speichervorrichtung für elektrische Energie, eine zweite Speichervorrichtung für elektrische Energie und einen Leistungsregler aufweisen. Das Verfahren kann aufweisen, selektiv elektrische Energie zur Leistungsleitung zu liefern, indem der Hauptmotor betrieben wird, um den elektrischen Generator anzutreiben und elektrische Energie vom elektrischen Generator zur Leistungsleitung zu liefern. Das Verfahren kann auch aufweisen, selektiv den Leistungsregler zu betreiben, um Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für

elektrische Energie aufzunehmen und Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie zu liefern, was miteinschließt, dass die Größe des elektrischen Stroms, der vom ersten Leistungsregler zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, unter einem ersten Stromwert gehalten wird. Das Verfahren kann auch aufweisen, selektiv Elektrizität von der Leistungsleitung zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer Größe eines elektrischen Stroms von mehr als dem ersten Stromwert zu liefern.

**[0008]** Ein weiteres offenbartes Ausführungsbeispiel bezieht sich auf eine Maschine. Die Maschine kann einen Rahmen, eine bewegbare Komponente, die mit dem Rahmen verbunden ist, und ein Leistungssystem aufweisen. Das Leistungssystem kann einen Elektromotor aufweisen, der treibend mit der bewegbaren Komponente verbunden ist und betreibbar ist, um die bewegbare Komponente relativ zum Rahmen zu bewegen. Das Leistungssystem kann auch einen Hauptmotor aufweisen, der treibend mit dem elektrischen Generator verbunden ist. Das Leistungssystem kann zusätzlich eine Leistungsleitung aufweisen, die zwischen dem elektrischen Generator und dem Elektromotor angeschlossen ist, wobei die Leistungsleitung betreibbar ist, um elektrische Energie zwischen dem elektrischen Generator und dem Elektromotor zu übertragen. Das Leistungssystem kann auch eine erste Energiespeichervorrichtung aufweisen, die betreibbar ist, um Elektrizität mit der Leistungsleitung auszutauschen. Zusätzlich kann das Leistungssystem eine zweite Speichervorrichtung für elektrische Energie und einen Leistungsregler aufweisen. Das Leistungssystem kann auch einen oder mehrere Informationsprozessoren aufweisen, der bzw. die konfiguriert ist bzw. sind, um Informationen bezüglich mindestens eines Betriebsparameters der Maschine aufzunehmen und den Leistungsregler basierend auf der aufgenommenen Information zu steuern, was miteinschließt, selektiv den Leistungsregler zu steuern, so dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer ersten Spannung aufgenommen wird und die Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer zweiten Spannung geliefert wird.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0009]** [Fig. 1](#) zeigt ein Ausführungsbeispiel einer Maschine mit einem Leistungssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung;

**[0010]** [Fig. 2](#) zeigt genauer ein Ausführungsbeispiel eines Leistungssystems gemäß der vorliegenden Offenbarung; und

**[0011]** [Fig. 3](#) ist ein Flussdiagramm, welches ein beispielhaftes Verfahren zum Betrieb eines Leistungs-

systems gemäß der vorliegenden Offenbarung veranschaulicht.

#### Detaillierte Beschreibung

**[0012]** [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) zeigen eine Maschine **10**, ein Leistungssystem **11** und verschiedene Komponenten davon gemäß der vorliegenden Offenbarung. Die Maschine **10** kann irgendeine Bauart einer Maschine sein, welche Leistung einsetzt, um eine oder mehrere Aufgaben auszuführen. Beispielsweise kann die Maschine **10** eine mobile Maschine sein, die konfiguriert ist, um Menschen, Güter oder andere Stoffe oder Objekte zu transportieren. Zusätzlich oder alternativ kann die Maschine **10** konfiguriert sein, um eine Vielzahl von anderen Betriebsvorgängen auszuführen, die mit einem kommerziellen oder industriellen Ziel assoziiert sind, wie beispielsweise mit Bergbau, Bau, Energiewirtschaft und/oder Energieerzeugung, Herstellung, Transport und Ackerbau.

**[0013]** Wie in [Fig. 1](#) gezeigt, kann die Maschine **10** in einigen Ausführungsbeispielen ein Bagger sein, der konfiguriert ist, um zu graben. Die Maschine **10** kann ein Fahrgestell **13** aufweisen, an dem andere Komponenten der Maschine **10** angebracht sind. In einigen Ausführungsbeispielen kann das Fahrgestell **13** teilweise oder vollständig aus elektrisch leitenden Materialien aufgebaut sein, wie beispielsweise aus Stahl, Gusseisen, Aluminium und/oder anderen elektrisch leitenden Metallen. In dem in [Fig. 1](#) gezeigten Beispiel kann das Fahrgestell **13** ein Unterfahrgestell **14** und eine Aufbaustruktur **20** aufweisen. Das Unterfahrgestell **14** kann einen Rahmen **12** aufweisen. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Maschine **10** eine mobile Maschine sein, und das Unterfahrgestell **14** kann eine oder mehrere Vortriebsvorrichtungen **16** aufweisen, um die Maschine **10** voranzutreiben. Die Vortriebsvorrichtungen **16** können irgendeine Art einer Vorrichtung sein, die konfiguriert ist, um die Maschine **10** voranzutreiben. Wie beispielsweise [Fig. 1](#) zeigt, können die Vortriebsvorrichtungen **16** Raupeneinheiten sein. Alternativ können die Vortriebsvorrichtungen **16** Räder oder andere Arten von Vorrichtungen sein, die betreibbar sind, um die Maschine **10** voranzutreiben. Das Unterfahrgestell **14** kann auch eine oder mehrere Komponenten zum Antreiben der Vortriebsvorrichtungen **16** aufweisen. Beispielsweise kann das Unterfahrgestell **14** Antriebsmotoren **18** aufweisen, um die Vortriebsvorrichtungen **16** anzutreiben. Die Antriebsmotoren **18** können Elektromotoren oder Hydraulikmotoren sein.

**[0014]** Die darüber liegende Struktur bzw. Aufbaustruktur **20** kann am Rahmen **12** aufgehängt sein. In einigen Ausführungsformen kann die Aufbaustruktur **20** am Rahmen **12** durch ein Schwenksystem **22** befestigt sein. Das Schwenksystem **22** kann ein Schwenklager **24** und einen Elektromotor **46** aufweisen. Das Schwenklager **24** kann einen Innenring auf-

weisen, der am Rahmen **12** angebracht ist, und einen Außenring, an dem die Aufbaustruktur **20** befestigt ist. Sowohl der Innenring als auch der Außenring des Schwenklagers **20** können sich konzentrisch zu einer vertikalen Achse **34** erstrecken. Der Innenring und der Außenring können miteinander über (nicht gezeigte) Wälzelemente in Eingriff stehen, wie beispielsweise durch Kugellager, und zwar derart, dass der Außenring und die Aufbaustruktur **20** sich um die Achse **34** relativ zum Rahmen **12** drehen können.

**[0015]** Der Elektromotor **46** kann betreibbar sein, um die Aufbaustruktur **20** und den Außenring des Schwenklagers **24** um die Achse **34** zu drehen. Der Elektromotor **46** kann ein Zahnrad **51** aufweisen, welches an seiner Ausgangswelle befestigt ist, und der Elektromotor **46** kann an der Aufbaustruktur **20** an einer solchen Position befestigt sein, dass das Zahnrad **51** mit Zahnradzähnen am Rahmen **12** in Eingriff steht. Der Elektromotor **46** kann von verschiedenen Komponenten des Leistungssystems **11** Leistung aufnehmen, um die Aufbaustruktur **20** um die Achse **34** zu drehen. Der Elektromotor **46** kann eine von vielen elektrischen Lasten des Leistungssystems **11** bilden.

**[0016]** Die Maschine **10** kann verschiedene andere Komponenten aufweisen. Beispielsweise kann die Maschine **10** ein Werkzeug **36** aufweisen, wie [Fig. 1](#) zeigt. Das Werkzeug **36** kann an verschiedenen Teilen der Maschine **10** befestigt sein und kann konfiguriert sein, um verschiedene Aufgaben auszuführen. In einigen Ausführungsbeispielen kann das Werkzeug **36** an der Aufbaustruktur **20** befestigt sein und konfiguriert sein, um einen Grabvorgang auszuführen. Die Maschine **10** kann auch eine Bedienerstation **38** aufweisen, von der eine Person einen oder mehrere Aspekte des Betriebs der Maschine **10** steuern kann. Die Bedienerstation **38** kann auch an der Aufbaustruktur **20** befestigt sein.

**[0017]** [Fig. 2](#) zeigt das Leistungssystem **11** genauer. Das Leistungssystem **11** kann Leistungssystemsteuerungen **26** und verschiedene Komponenten aufweisen, die betreibbar sind, um Leistung zur Ausführung von verschiedenen Aufgaben zu liefern. In einigen Ausführungsbeispielen kann das Leistungssystem **11** ein Hybrid-Elektroleistungssystem sein. Zusätzlich zu den Leistungssystemsteuerungen **26** kann das Leistungssystem **11** einen Elektromotor **46**, einen Primärtrieb **30**, einen Elektromotor/Generator **32**, eine erste Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, eine zweite Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und ein Leistungsübertragungssystem **52** aufweisen. Wie der Ausdruck hier verwendet wird, bezieht sich der Ausdruck "Elektromotor/Generator" auf irgendeine elektrische Vorrichtung, die betreibbar ist, um als Elektromotor zu arbeiten, wenn sie elektrische Leistung empfängt und/oder um als

elektrischer Generator zu arbeiten, wenn sie mechanisch angetrieben wird.

**[0018]** Der Primärtrieb **30** kann irgendeine Art einer Vorrichtung sein, die konfiguriert ist, um mechanische Leistung zum Antrieb des Elektromotor/Generators **32** zu erzeugen. Beispielsweise kann der Primärtrieb **30** ein Dieselmotor, ein Benzinmotor, ein mit gasförmigem Brennstoff angetriebener Motor oder irgendeine andere Bauart einer Komponente sein, die betreibbar ist, um mechanische Leistung zu erzeugen.

**[0019]** Der Elektromotor/Generator **32** kann irgendeine Art einer Komponente sein, die betreibbar ist, um elektrische Energie mit mechanischer Leistung zu erzeugen, die vom Primärtrieb **30** empfangen wird. Der Elektromotor/Generator **32** kann auch betreibbar sein, um Elektrizität zu empfangen und als Elektromotor zu arbeiten, um den Primärtrieb **30** für eine Reihe von Zwecken anzutreiben. Der Elektromotor **46** kann irgendeine Bauart einer Komponente sein, die betreibbar ist, um Elektrizität von dem Leistungsübertragungssystem **52** aufzunehmen, und um als ein Elektromotor zu arbeiten. Sowohl der Elektromotor/Generator **32** als auch der Elektromotor **46** können beispielsweise eine elektrische Maschine mit Permanentmagnet, eine elektrische Maschine mit geschalteter Reluktanz, eine elektrische Gleichstrommaschine, eine Induktionsmaschine oder irgendeine andere Bauart einer in der Technik bekannten elektrischen Maschine sein.

**[0020]** Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann irgendeine Art von Vorrichtung sein, die betreibbar ist, um elektrische Energie zu speichern und Elektrizität mit dem Leistungsübertragungssystem **52** auszutauschen (d. h. Elektrizität von diesem zu empfangen und Elektrizität zu diesem zu übertragen). Beispielsweise kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie eine oder mehrere Batterien und/oder einen oder mehrere Kondensatoren aufweisen. Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann einen positiven Anschluss **54** und einen negativen Anschluss **56** aufweisen. Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann elektrisch vom Fahrgestell **13** der Maschine **10** isoliert sein. Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann eine oder mehrere (nicht gezeigte) Speicherzellen aufweisen, die elektrisch mit den positiven und negativen Anschlüssen **54**, **56** verbunden sind. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mehrere Speicherzellen aufweisen, die elektrisch in Reihe und/oder parallel mit den positiven und negativen Anschlüssen **54**, **56** verbunden sind.

**[0021]** Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann auch verschiedene andere elektrische Komponenten aufweisen, die mit den Anschlüssen

**54, 56** und/oder den Speicherzellen verbunden sind. In einigen Ausführungsbeispielen, wo die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mehrere Energiespeicherzellen aufweist, die miteinander verbunden sind, kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie beispielsweise eine oder mehrere Schaltungen aufweisen, um einen Fluss von elektrischer Energie um eine oder mehrere Zellen herum während des Ladens und/oder Entladens der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu gestatten. Diese und andere Komponenten der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie können fähig sein, unter gewissen Umständen nur begrenzten Strom zu führen, wie beispielsweise während des Ladens der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, um die Ladung der Zellen unter Bedingungen auszubalancieren, wo relative Ladungsniveaus unausgeglichen worden sind.

**[0022]** Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann als Primärspeicher für elektrische Energie für das Leistungssystem **11** dienen. Entsprechend kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie eine große Energiespeicherkapazität haben. Zusätzlich kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie eine vergleichsweise hohe Nennspannung haben, wie beispielsweise 350 Volt.

**[0023]** Die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie kann auch irgendeine Art von Vorrichtung sein, die betreibbar ist, um elektrische Energie zu speichern und Elektrizität mit dem Leistungsübertragungssystem **52** auszutauschen (d. h. Elektrizität von diesem zu empfangen und Elektrizität zu diesem zum senden). Wie die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie kann die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie eine oder mehrere Batterien und/oder einen oder mehrere Kondensatoren aufweisen. Die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie kann einen positiven Anschluss **58** und einen negativen Anschluss **60** aufweisen. In einigen Ausführungsbeispielen kann einer der Anschlüsse **58, 60** elektrisch mit dem Fahrgestell **13** verbunden sein, so dass die Spannung des Anschlusses **58, 60** die Bezugsspannung des Fahrgestells ist. Beispielsweise kann der negative Anschluss **60** elektrisch mit dem Fahrgestell **13** mittels einer elektrischen Erdungsleitung **140** verbunden sein. Die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie kann als ein Sekundärspeicher für elektrische Energie des Leistungssystems **11** dienen. Zusätzlich kann die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie eine beträchtlich geringere Nennspannung haben als die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie. Beispielsweise kann die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie eine Nennspannung von ungefähr 12 V oder von ungefähr 24 V haben.

**[0024]** Das Leistungsübertragungssystem **52** kann einen Inverter bzw. Wechselrichter **100**, einen Leistungsregler **102**, einen Leistungsregler **104** und verschiedene elektrische Verbinder aufweisen, wie beispielsweise elektrische Leitungen und/oder elektrische Schalter, welche diese Vorrichtungen verbinden. Der Inverter kann eine Leistungselektronikeinheit **106**, eine Leistungselektronikeinheit **108**, Leistungsleitungen **110, 111**, einen Balg bzw. Massenkondensator **114** und eine Steuervorrichtung **112** aufweisen. Die Leistungselektronikeinheit **106** kann betreibbar sein, um einen Leistungsfluss zwischen dem Elektromotor **46** und den Leistungsleitungen **110, 111** zu regeln. Das Leistungselektronikmodul **106** kann auch betreibbar sein, um die Form der Elektrizität umzuwandeln, welche zwischen dem Elektromotor **46** und den Leistungsleitungen **110, 111** fließt. Beispielsweise kann die Leistungselektronikeinheit **106** betreibbar sein, um zwischen einem elektrischen Wechselstrom beim Elektromotor **46** und Gleichstrom auf den Leistungsleitungen **110, 111** umzuwandeln. Das Leistungselektronikmodul **108** kann in ähnlicher Weise betreibbar sein, um einen Leistungsfluss zwischen dem Elektromotor/Generator **32** und den Leistungsleitungen **110, 111** zu regeln. Das Leistungselektronikmodul **108** kann auch fähig sein, die Form der Elektrizität umzuwandeln, welche zwischen dem Elektromotor/Generator **32** und den Leistungsleitungen **110, 111** fließt, wie beispielsweise durch Umwandeln zwischen Wechselstromelektrizität bei dem Elektromotor/Generator **32** und Gleichstromelektrizität bei den Leistungsleitungen **110, 111**. Die Leistungselektronikmodule **106–108** können verschiedene Arten von steuerbaren elektrischen Komponenten aufweisen, um elektrische Leistung zu regeln und/oder umzuwandeln, was Folgendes miteinschließt, jedoch nicht darauf eingeschränkt ist: SCRs (silicon controller rectifiers = Siliziumsteuervorrichtungsgleichrichter), GTOs (gate turn-offs), IGBTs (insulated gate bipolar transistors) und FETs (Feldeffekttransistoren). Der Massenkondensator **114** kann zwischen den Leistungsleitungen **110, 111** angeschlossen sein und dazu dienen, irgendwelche Fluktuationen der Spannung auf den Leistungsleitungen **110, 111** zu glätten. Diese Konfiguration des Inverters bzw. Wechselrichters **100** kann einen Austausch von Elektrizität zwischen dem Elektromotor/Generator **32** und dem Elektromotor **46** über die Leistungselektronikmodule **106, 108** und die Leistungsleitungen **110, 111** gestatten.

**[0025]** Die Steuervorrichtung **112** kann betriebsmäßig mit den Leistungselektronikmodulen **106, 108** verbunden sein, und die Steuervorrichtung **112** kann konfiguriert sein (beispielsweise programmiert sein), um einen oder mehrere Aspekte des Betriebs der Leistungselektronikmodule **106, 108** zu steuern. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Steuervorrichtung **112** beispielsweise einen oder mehrere Mikroprozessoren und/oder eine oder mehrere Speichervorrichtungen aufweisen. Durch Steuern der Leistungselektronikmodule **106, 108** kann die Steuervor-

richtung **112** betreibbar sein, um die Spannung auf den Leistungsleitungen **110, 111** genauso wie die Größe des Stroms zu steuern, der zwischen den Leistungsleitungen **110, 111**, dem Elektromotor **46** und dem Elektromotor/Generator **32** fließt. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Steuervorrichtung **112** die Leistungselektronikmodule steuern, um die Spannung auf den Leistungsleitungen **110, 111** höher als die Nennspannung der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu halten. Wenn beispielsweise die Nennspannung der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ungefähr 350 V ist, kann die Steuervorrichtung **112** die Leistungselektronikmodule **106, 108** derart betreiben, dass diese die Spannung auf den Leistungsleitungen auf über 650 V halten.

**[0026]** Der Leistungsregler **102** kann Eingangs/Ausgangsanschlüsse **116, 117, 118, 119** aufweisen. Der Leistungsregler **102** kann irgendeine Konfiguration haben, welche es ihm gestattet, einen oder mehrere Aspekte der Elektrizität zu regeln, die zwischen den Anschlüssen **116, 117** und den Anschlüssen **118, 119** ausgetauscht wird. Der Leistungsregler **102** kann beispielsweise betreibbar sein, um zu steuern, ob Elektrizität zwischen den Anschlüssen **116, 117** und den Anschlüssen **118, 119** ausgetauscht wird. Der Leistungsregler **102** kann auch konfiguriert sein, um zu steuern, in welcher Richtung die Elektrizität zwischen den Anschlüssen **116, 117** und den Anschlüssen **118, 119** fließt, d. h., ob die Elektrizität von den Anschlüssen **116, 117** zu den Anschlüssen **118, 119** fließt oder umgekehrt. Der Leistungsregler **102** kann Elektrizität in verschiedenen Formen austauschen. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Leistungsregler **102** konfiguriert sein, um Gleichstromelektrizität von den Anschlüssen **116, 117, 118, 119** zu empfangen und/oder dorthin zu liefern. Der Leistungsregler **102** kann auch betreibbar sein, um die Spannung bei jedem der Anschlüsse **116, 117, 118, 119** zu steuern, genauso wie die Größe des elektrischen Stroms, der bei jedem der Anschlüsse **116, 117, 118, 119** fließt. Beispielsweise kann der Leistungsregler **102** betreibbar sein, um die Elektrizität, welche zwischen den Anschlüssen **116, 117** und den Anschlüssen **118, 119** von einer Spannung (wie beispielsweise ungefähr 650 V) der Gleichstromelektrizität bei den Anschlüssen **116, 117** zu einer anderen Spannung (beispielsweise ungefähr 350 V) der Gleichstromelektrizität bei den Anschlüssen **118, 119** umzuformen. Wie weiter unten besprochen, kann der Leistungsregler **102** durch eine oder mehrere andere Komponente(n) des Leistungssystems **11** steuerbar sein, so dass diese anderen Komponenten steuern können, wie der Leistungsregler **102** den Austausch von Elektrizität zwischen den Anschlüssen **116, 117** und den Anschlüssen **118, 119** steuert. Der Leistungsregler **102** kann irgendeine geeignete Konfiguration von Komponenten aufweisen, welche es ihm gestattet, die oben beschriebene Funktionsweise auszuführen.

**[0027]** Der Leistungsregler **104** kann Eingangs/Ausgangsanschlüsse **126, 127, 128, 129** aufweisen. Der Leistungsregler **104** kann irgendeine Konfiguration haben, welche es ihm gestattet, einen oder mehrere Aspekte der Elektrizität zu regeln, die zwischen den Anschlüssen **126, 127** und den Anschlüssen **128, 129** ausgetauscht wird. Der Leistungsregler **104** kann beispielsweise betreibbar sein, um zu steuern, ob Elektrizität zwischen den Anschlüssen **126, 127** und den Anschlüssen **128, 129** ausgetauscht wird. Der Leistungsregler **104** kann Elektrizität in verschiedenen Formen austauschen. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Leistungsregler **104** konfiguriert sein, um Gleichstromelektrizität von den Anschlüssen **126, 127, 128, 129** zu empfangen und/oder zu diesen zu liefern. Der Leistungsregler **104** kann auch betreibbar sein, um die Spannung an jedem der Anschlüsse **126, 127, 128, 129** genauso wie die Größe des elektrischen Stroms zu steuern, der an jedem der Anschlüsse **126, 127, 128, 129** fließt. Beispielsweise kann der Leistungsregler **104** betreibbar sein, um die Elektrizität, die zwischen den Anschlüssen **126, 127** und den Anschlüssen **128, 129** übertragen wird, von einer Spannung (beispielsweise ungefähr 12 oder 24 Volt) von Gleichstromelektrizität bei den Anschlüssen **126, 127** zu einer anderen Spannung (beispielsweise ungefähr 350 Volt) von Gleichstromelektrizität bei den Anschlüssen **128, 129** zu ändern bzw. umzuformen.

**[0028]** Der Leistungsregler **104** kann ein unidirektionaler oder bidirektionaler Leistungsregler sein. In Ausführungsbeispielen, wo der Leistungsregler **104** ein unidirektionaler Leistungsregler ist, kann der Leistungsregler **104** betreibbar sein, um Elektrizität nur in einer Richtung zwischen den Anschlüssen **126, 127** und den Anschlüssen **128, 129** zu übertragen. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Leistungsregler **104** beispielsweise betreibbar sein, um Elektrizität von den Anschlüssen **126, 127** zu den Anschlüssen **128, 129** zu übertragen, jedoch nicht in der entgegengesetzten Richtung. In Ausführungsbeispielen, wo der Leistungsregler **104** ein bidirektionaler Leistungsregler ist, kann der Leistungsregler **104** im Gegensatz dazu konfiguriert sein, um zu steuern, in welcher Richtung die Elektrizität zwischen den Anschlüssen **126, 127** und den Anschlüssen **128, 129** fließt, d. h., ob Elektrizität von Anschlüssen **126, 127** zu den Anschlüssen **128, 129** fließt oder umgekehrt.

**[0029]** Der Leistungsregler **104** kann eine Steuervorrichtung **134** aufweisen, die konfiguriert ist (beispielsweise programmiert ist), um die vorangegangenen Aspekte zu steuern, d. h., wie der Leistungsregler **104** den Austausch von Elektrizität zwischen den Anschlüssen **126, 127, 128, 129** steuert. Die Steuervorrichtung **134** kann irgendeine Konfiguration haben, welche gestattet, dass sie eine solche Steuerung des Leistungsreglers **104** ausführt. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Steuervorrichtung **134**

einen oder mehrere Mikroprozessoren und/oder eine oder mehrere Speichervorrichtungen aufweisen. Die Steuervorrichtung **134** kann auch betriebsmäßig mit dem Leistungsregler **102** und der Steuervorrichtung **112** des Inverters bzw. Wechselrichters **100** verbunden sein, so dass die Steuervorrichtung **134** einen oder mehrere Aspekte des Betriebs des Leistungsreglers **102** und des Inverters bzw. Wechselrichters **100** überwachen und/oder steuern kann. Wie weiter unten besprochen, können die Steuervorrichtung **134** und der Leistungsregler **104** betriebsmäßig mit anderen Komponenten der Leistungssystemsteuerungen **26** verbunden sein, so dass diese anderen Komponenten Informationen zu der Steuervorrichtung **134** liefern können und/oder einen oder mehrere Aspekte dessen steuern können, wie die Steuervorrichtung **134** den Leistungsregler **104**, den Leistungsregler **102** und den Wechselregler **100** steuert. Der Leistungsregler **104** kann irgendeine geeignete Konfiguration von Komponenten aufweisen, welche es ihm gestattet, die oben besprochene Funktion vorzusehen.

**[0030]** In einigen Ausführungsbeispielen kann der Leistungsregler **104** betreibbar sein, um kleine Mengen an elektrischem Strom präziser zu steuern als der Leistungsregler **102**. Beispielsweise kann der Leistungsregler **104** betreibbar sein, um eine stabile effektive Steuerung der Stromgröße und der Spannung von elektrischen Strömen zu steuern, die in Milliampere gemessen werden, während der Leistungsregler **102** konfiguriert sein kann, um viel größere Leistungspegel zu steuern, wie beispielsweise elektrischen Strom in Größenordnungen in zig Ampere oder Hunderten Ampere. Entsprechend kann der Leistungsregler **102** in einigen Ausführungsbeispielen eine höhere Leistungskapazität haben als der Leistungsregler **104**. Beispielsweise kann der Leistungsregler **102** eine Leistungskapazität des Zig-fachen, des Hundertfachen oder Tausendfachen von jener des Leistungsreglers **104** haben. Der Wechselrichter **100**, die Leistungsregler **102**, **104**, die Speichervorrichtungen **48**, **50** für elektrische Energie, der Elektromotor **46** und der Elektromotor/Generator **32** können elektrisch miteinander auf verschiedene Weise verbunden sein. Wie [Fig. 2](#) zeigt, können in einigen Ausführungsbeispielen die Anschlüsse **116**, **117** des Leistungsreglers **102** elektrisch mit den Leistungsleitungen **110**, **111** des Inverters **100** verbunden sein. Dies kann den Austausch von Elektrizität zwischen dem Leistungsregler **102**, dem Elektromotor **46** und dem Elektromotor/Generator **32** über die Leistungsleitungen **110**, **111** des Wechselrichters **100** gestatten.

**[0031]** Zusätzlich kann das Leistungsübertragungssystem **52** Vorkehrungen zum Verbinden der Anschlüsse **118**, **119** des Leistungsreglers **102** direkt oder indirekt mit sowohl dem Leistungsregler **104** als auch der Speichervorrichtung **48** für elektrische En-

ergie als auch der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie haben. Der Anschluss **118** des Leistungsreglers **102** kann beispielsweise kontinuierlich elektrisch mit dem Anschluss **128** des Leistungsreglers **104** verbunden sein. Zusätzlich kann das Leistungsübertragungssystem **52** eine Schaltvorrichtung **138** aufweisen, die, wenn sie geschlossen ist, betreibbar bzw. wirksam ist, um elektrisch den Anschluss **119** des Leistungsreglers **102** mit dem Anschluss **129** des Leistungsreglers **104** zu verbinden. Wenn somit die Schaltvorrichtung **138** in dem geschlossenen Betriebszustand ist, so dass die Anschlüsse **118**, **119** des Leistungsreglers **102** elektrisch mit den Anschlüssen **128**, **129** des Leistungsreglers **104** verbunden sind, können die Leistungsregler **102**, **104** Elektrizität untereinander austauschen und der Leistungsregler **102** kann indirekt mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie durch den Leistungsregler **104** verbunden sein. Wenn im Gegensatz dazu die Schaltvorrichtung **138** in ihrem offenen Betriebszustand ist, können der Leistungsregler **102** und der Leistungsregler **104** effektiv elektrisch voneinander isoliert sein.

**[0032]** Die Schaltvorrichtung **138** kann auch betreibbar sein, um elektrisch den Anschluss **119** des Leistungsreglers **102** mit dem negativen Anschluss **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu verbinden. Zusätzlich kann das Leistungsübertragungssystem **52** eine Schaltvorrichtung **136** aufweisen, die, wenn sie im geschlossenen Betriebszustand ist, betreibbar bzw. wirksam ist, um elektrisch den Anschluss **118** des Leistungsreglers **102** mit dem positiven Anschluss **54** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu verbinden. Wenn somit die Schaltvorrichtungen **136**, **138** in ihren geschlossenen Betriebszuständen sind, können der Leistungsregler **102** und die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie Elektrizität untereinander austauschen. Wenn im Gegensatz dazu eine der Schaltvorrichtungen **136**, **138** in einem offenen Betriebszustand ist, kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie effektiv elektrisch vom Leistungsregler **102** isoliert sein. Die Schaltvorrichtungen **136**, **138** können durch verschiedenen andere Komponenten der Leistungssystemsteuerungen **26** gesteuert werden. In einigen Ausführungsbeispielen können die Schaltvorrichtungen **136**, **138** beispielsweise durch die Steuervorrichtung **134** gesteuert werden.

**[0033]** Das Leistungsübertragungssystem **52** kann auch konfiguriert sein, um Elektrizität zwischen dem Leistungsregler **104** und der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie auszutauschen. Der Anschluss **129** des Leistungsreglers **104** kann beispielsweise kontinuierlich elektrisch mit dem negativen Anschluss **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verbunden sein. Zusätzlich kann, wie oben bemerkt, der Anschluss **128** des Leistungsreglers **104** kontinuierlich elektrisch mit dem Anschluss

**118** des Leistungsreglers **102** verbunden sein, und die Schaltvorrichtung **136** kann, wenn sie in einem geschlossenen Betriebszustand ist, betreibbar bzw. wirksam sein, um den Anschluss **118** des Leistungsreglers **102** elektrisch mit dem positiven Anschluss **54** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu verbinden. Wenn somit die Schaltvorrichtung **136** in einem geschlossenen Betriebszustand ist, können der Leistungsregler **104** und die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie Elektrizität untereinander austauschen. Wenn im Gegensatz dazu die Schaltvorrichtung **136** in einem offenen Betriebszustand ist, können der Leistungsregler **104** und die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie effektiv elektrisch voneinander isoliert sein.

**[0034]** Das Leistungsübertragungssystem **52** kann auch Vorkehrungen haben, um elektrische Energie zwischen der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und dem Leistungsregler **104** zu übertragen. Beispielsweise kann der Anschluss **126** des Leistungsreglers **104** kontinuierlich mit dem positiven Anschluss der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie verbunden sein. Zusätzlich kann der negative Anschluss **60** der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und der Anschluss **127** des Leistungsreglers **104** elektrisch mit einem gemeinsamen elektrischen Erdungspunkt **140** verbunden sein, wie beispielsweise mit einem elektrisch leitendem Teil des Fahrgestells **13** der Maschine **10**.

**[0035]** Die beispielhafte Konfiguration des Leistungsübertragungssystems **52**, die in **Fig. 2** gezeigt ist, kann gestatten, elektrische Energie zwischen dem Elektromotor/Generator **32**, dem Elektromotor **46**, der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie und der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie auf verschiedene Arten durch die Leistungsregler **102**, **104** zu übertragen. Wenn beispielsweise die Schaltvorrichtung **136** in einem geschlossenen Betriebszustand ist und die Schaltvorrichtung **138** in einem offenen Betriebszustand ist, kann das Leistungsübertragungssystem **52** Elektrizität zwischen der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie über den Leistungsregler **104** übertragen. Wenn die Schaltvorrichtung **136** in einem offenen Betriebszustand ist und die Schaltvorrichtung **138** in einem geschlossenen Betriebszustand ist, kann das Leistungsübertragungssystem **52** Elektrizität zwischen der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie, dem Elektromotor/Generator **32** und dem Elektromotor **46** über die Leistungsregler **102**, **104** übertragen. Wenn beide Schaltvorrichtungen **136**, **138** geschlossen sind, kann das Leistungsübertragungssystem **52** frei Elektrizität zwischen der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie, dem Elektromotor/Generator **32** und dem Elektromotor **46** durch eine oder bei-

de Leistungsregler **102**, **104** übertragen bzw. austauschen.

**[0036]** Zusätzlich zu den in **Fig. 2** gezeigten Elementen kann das Leistungssystem **11** auch eine Anzahl von anderen elektrischen Lasten und/oder Quellen aufweisen. Beispielsweise kann das Leistungssystem **11** zusätzlich zu dem Elektromotor **46** verschiedene andere große elektrische Lasten mit Hochspannung aufweisen, wie beispielsweise Antriebsmotoren **18**, die mit den Leistungsleitungen **110**, **111** des Wechselrichters **100** verbunden sind. Zusätzlich kann das Leistungssystem **11** verschiedene elektrische Lasten **62** haben, die mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie verbunden sind, welche kleinere Lasten mit geringerer Spannung sind, wie beispielsweise Lichter, Anzeigen, Sensoren, Ventilatormotoren usw. Solche Lasten **62** können mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie durch ein Niederspannungsleistungsübertragungssystem verbunden sein, welches von dem Leistungsübertragungssystem **52** getrennt ist. Zusätzlich kann das Leistungssystem **11** eine oder mehrere Elektrizitätsquellen zum Aufladen der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und/oder zum Anreiben von irgendwelchen kleineren Lasten mit geringer Spannung aufweisen, welche damit verbunden sind. Das Leistungssystem **11** kann beispielsweise einen (nicht gezeigten) herkömmlichen Generator bzw. eine Lichtmaschine aufweisen, die vom Primärtrieb **30** angetrieben wird. Die elektrischen Leistungslasten **62**, das Niederspannungsleistungsübertragungssystem, welches sie mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie verbindet, und irgendwelche anderen elektrischen Energiequellen, die mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und den elektrischen Leistungslasten **62** verbunden sind, können elektrisch ihren Bezugspunkt beim Fahrgestell **13** haben, wie beispielsweise durch eine Verbindung mit dem Erdungspunkt **140**.

**[0037]** Die Leistungssystemsteuerungen **26** können konfiguriert sein, um einen Ladevorgang und einen Entladevorgang von den Vorrichtungen **48**, **50** für elektrische Energie zu steuern, weiter um den Betrieb des Primärtriebs **30** zu steuern, den Betrieb des Elektromotor/Generators **32**, den Betrieb des Elektromotors **46** und die Übertragung von Elektrizität durch das Leistungsübertragungssystem **52** in Verbindung mit allen diesen Aufgaben. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können eine Anzahl von schon besprochenen Komponenten aufweisen, wie beispielsweise den Inverter bzw. Wechselrichter **100**, den Leistungsregler **102**, den Leistungsregler **104** und die Schaltvorrichtungen **136**, **138**. Um den Betrieb dieser Komponenten zu steuern, können einige Ausführungsbeispiele der Leistungssystemsteuerungen **26** eine oder mehrere andere Komponenten aufweisen. Wie **Fig. 2** gezeigt, können die Leistungssystemsteuerungen **26** beispielsweise eine Steuer-

vorrichtung **152** aufweisen, die betriebsmäßig mit der Steuervorrichtung **134** des Leistungsreglers **104** verbunden ist. Die Steuervorrichtung **152** kann auch betriebsmäßig mit dem Primärtrieb **30**, mit dem Elektromotor/Generator **32** und mit dem Elektromotor **46** in einer Weise verbunden sein, welche es gestattet, dass die Steuervorrichtung **152** einen oder mehrere Aspekte des Betriebs dieser Komponenten überwacht und/oder steuert. Basierend auf verschiedenen Betriebsparametern des Primärtriebs **30**, des Elektromotor/Generators **32**, des Elektromotors **46** und/oder anderer Komponenten des Leistungssystems **11**, kann die Steuervorrichtung **152** eine Steuerung des Leistungssystems **11** auf hohem Niveau ausführen. Wenn sie dies tut, kann die Steuervorrichtung **152** an die Steuervorrichtung **134** des Leistungsreglers **104** verschiedene Zielwerte zum Betrieb des Leistungsreglers **104**, des Leistungsreglers **102**, des Wechselrichters **100**, der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und/oder anderer Komponenten des Leistungssystems **11** liefern. Beispielsweise kann die Steuervorrichtung **152** Zielwerte für Spannung und/oder elektrischen Strom in gewissen Teilen des Leistungssystems **11** an die Steuervorrichtung **134** übermitteln, und die Steuervorrichtung **134** kann den Leistungsregler **104**, den Leistungsregler **102**, den Wechselrichter **100**, die Schaltvorrichtungen **136**, **138** und/oder andere Komponenten des Leistungssystems **11** steuern, um die Zielwerte auszuführen bzw. einzurichten. Die Steuervorrichtung **152** kann irgendeine geeignete Informationsverarbeitungsvorrichtung aufweisen, um die oben besprochenen Komponenten zu steuern. In einigen Ausführungsbeispielen kann die Steuervorrichtung **152** einen oder mehrere Mikroprozessoren und/oder eine oder mehrere Speichervorrichtungen aufweisen, die programmiert sind, um das Leistungssystem **11** in der unten besprochenen Weise zu steuern.

**[0038]** Die Leistungssystemsteuerungen **26** können auch Komponenten zur Überwachung verschiedener Aspekte des Betriebs des Leistungssystems **11** aufweisen. Beispielsweise können die Leistungssystemsteuerungen **26** einen Spannungssensor **142** aufweisen, um eine Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie abzufühlen, welche als eine Anzeige für ein Ladungsniveau der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie dienen können. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können auch einen Spannungssensor **144** aufweisen, um eine Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** des Leistungsreglers **102** abzufühlen. In ähnlicher Weise können die Leistungssystemsteuerungen **26** einen Spannungssensor **154** zum Abfühlen der Spannung zwischen den Leistungsleitungen **110**, **111** aufweisen. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** auch einen Stromsensor zum Abfühlen einer Größe eines elektrischen Stroms im Anschluss **118** aufweisen, weiter Stromsensoren **148**

zum Abfühlen einer Größe eines elektrischen Stroms, der zwischen dem Wechselrichter **100** und dem Elektromotor **46** fließt, und Stromsensoren **150** zum Abfühlen einer Größe eines elektrischen Stroms, der zwischen dem Wechselrichter **100** und dem Elektromotor/Generator **32** fließt.

**[0039]** Die Leistungssystemsteuerungen **26** können auch einen Positionssensor **64** aufweisen, um eine Drehposition einer Welle des Elektromotor/Generators **32** abzufühlen. Der Positionssensor **64** kann irgendeine Art eines Sensors sein, die betreibbar ist, um die Position der Welle des Elektromotor/Generators **32** abzufühlen. In einigen Ausführungsbeispielen kann der Positionssensor **64** eine Bauart sein, mit der die Drehposition der Welle des Elektromotor/Generators **32** unterschieden bzw. bestimmt werden kann, und zwar von dem Signal, welches vom Positionssensor **64** nur erzeugt wird, wenn die Welle des Elektromotor/Generators **32** gedreht wird.

**[0040]** Die Sensoren der Leistungssystemsteuerungen **26** können in kommunizierender Weise mit verschiedenen Komponenten verbunden sein. Beispielsweise können diese Sensoren in kommunizierender Weise mit der Steuervorrichtung **134** und/oder mit der Steuervorrichtung **152** verbunden sein, so dass Leistungssystemsteuerungen **26** die von diesen Sensoren abgefühlten Parameter überwachen können. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** Sensoren zum Abfühlen von verschiedenen anderen Aspekten des Betriebs des Leistungssystems **11** aufweisen, wie beispielsweise, ob der Primärtrieb **30** den Elektromotor/Generator **32** antreibt, und ob der Elektromotor/Generator **32** Elektrizität erzeugt. Die Steuervorrichtung **134** und/oder die Steuervorrichtung **152** und/oder andere Komponenten der Leistungssystemsteuerungen **26** können auch diese Betriebsparameter überwachen.

**[0041]** Die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie und die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie können einen Teil von zwei unterschiedlichen Zweigen oder Kreisläufen des Leistungssystems **11** bilden. Wie oben erwähnt, kann die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie elektrisch vom Fahrgestell **13** der Maschine **10** isoliert sein, und die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie kann elektrisch mit dem Fahrgestell **13** in Beziehung stehen, und zwar durch ihre Verbindung zum Fahrgestell **13** am Erdungspunkt **140**. Wie ebenfalls oben erwähnt, können die Leistungslasten **62** und verschiedene andere elektrische Komponenten, die mit der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie verbunden sind, elektrisch mit dem Fahrgestell **13** der Maschine **10** in Beziehung stehen, wie beispielsweise durch eine Verbindung mit dem Erdungspunkt **140**. Andererseits können genauso die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, der Leistungsregler **102**, der Inverter bzw. Wech-

selrichter **100**, die Leistungsleitungen **110**, **111**, der Elektromotor/Generator **32** und der Elektromotor **46** elektrisch vom Fahrgestell **13** isoliert sein und somit von der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie, von den elektrischen Lasten **62** und anderen mit dem Fahrgestell in Beziehung stehenden elektrischen Komponenten. Somit können die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie, die elektrischen Leistungslasten **62** und andere mit dem Fahrgestell in Beziehung stehende Komponenten bzw. am Fahrgestell geerdete Komponenten einen Teil eines Zweigs oder einer Schaltung des Leistungssystems **11** bilden, wobei die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, der Leistungsregler **102**, der Inverter **100**, die Leistungsleitungen **110**, **111**, der Elektromotor/Generator **32** und der Elektromotor **46** einen Teil eines getrennten elektrisch isolierten Zweigs oder eines Kreislaufs des Leistungssystems **11** bilden. Wie oben erwähnt, kann in einigen Ausführungsbeispielen der Zweig oder der Kreislauf, welcher die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie enthält, ein Niederspannungszweig oder Niederspannungskreislauf sein, und der Zweig oder der Kreislauf, der die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie enthält, kann ein Hochspannungszweig oder Hochspannungskreislauf sein. Der Leistungsregler **104** kann als eine Brücke zwischen dem Fahrgestell, welches mit dem Zweig oder Kreislauf in Beziehung steht bzw. geerdet ist, der die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie enthält, und dem anderen Zweig oder Kreislauf dienen, welche die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie enthält.

**[0042]** Die Maschine **10** und das Leistungssystem **11** sind nicht auf die Konfigurationen eingeschränkt, die in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt sind und oben besprochen wurden. Beispielsweise können die Steueraufgaben, die von den Leistungssystemsteuerungen **26** behandelt werden, anders unter den Steuervorrichtungen **112**, **134** und **152** aufgeteilt sein, als oben besprochen. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** verschiedene andere Konfigurationen und/oder Anordnungen zum Steuern der Übertragung von Elektrizität zwischen den verschiedenen Komponenten des Leistungssystems **11** aufweisen. Solche anderen Konfigurationen der Leistungssystemsteuerungen **26** können zusätzliche Steuerkomponenten aufweisen, die in kommunizierender Weise miteinander verbunden sind und betreibbar sind, um Steueraufgaben gemeinsam zu verwenden, wie beispielsweise andere Steuervorrichtungen zusätzlich zu den Steuervorrichtungen **112**, **134** und **152**. Im Gegensatz dazu können die Leistungssystemsteuerungen **26** in einigen Ausführungsbeispielen eine einzelne Steuervorrichtung anstelle von zwei oder mehr der Steuervorrichtungen **112**, **134** und **152** haben. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** eine andere Anzahl und/oder andere Konfigurationen der Leistungsregler, der Schaltvorrichtungen und der anderen Komponenten aufweisen, welche

Leistung zwischen den Leistungslasten und den Leistungsquellen des Leistungssystems **11** übertragen. Das Leistungssystem **11** kann auch eine andere Anzahl und/oder andere Konfigurationen von Speichervorrichtungen für elektrische Energie aufweisen als die oben besprochenen Beispiele. Zusätzlich kann der Elektromotor **46** zu einer anderen Funktion dienen als zum Drehen der Aufbaustruktur **20** um die Achse **34**, wie beispielsweise zum Bewegen von anderen Komponenten der Maschine **10** oder zum Liefern von mechanischer Leistung zum Antrieb der Maschine **10**. Weiterhin kann die Maschine **10** irgendeine von einer Vielzahl von anderen Bauarten von Maschinen sein als ein Bagger, was eine stationäre Maschine miteinschließt.

#### Industrielle Anwendbarkeit

**[0043]** Die Maschine **10** und das Leistungssystem **11** können bei jeglicher Anwendung verwendet werden, welche Leistung erfordert, um eine oder mehrere Aufgaben auszuführen. Während des Betriebs der Maschine **10** können die Leistungssystemsteuerungen **26** verschiedene elektrische Lasten aktivieren, um verschiedene Aufgaben auszuführen, wie beispielsweise das Aktivieren des Elektromotors **46**, um die Aufbaustruktur **20** um die Achse **34** zu drehen. Das Leistungssystem **11** kann in verschiedenen Situationen aus verschiedenen Quellen die Elektrizität liefern, die erforderlich ist, um den Elektromotor **46** und irgendwelche anderen elektrischen Lasten zu betreiben. Abhängig von den Umständen kann das Leistungssystem **11** Elektrizität zum Elektromotor **46** und den anderen elektrischen Lasten von dem Elektromotor/Generator **32** und/oder der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie und/oder der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie liefern.

**[0044]** Während eines großen Teils des Betriebs der Maschine **10** kann das Leistungssystem **11** Elektrizität in erster Linie vom Elektromotor/Generator **32** und/oder von der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verwenden, um die Elektrizitätsanforderungen des Elektromotors **46** und von anderen großen elektrischen Hochspannungslasten des Leistungssystems **11** zu liefern. Dies kann das Geschlossen-Halten der Schaltvorrichtungen **136**, **138** aufweisen, und zwar derart, dass die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie Elektrizität zu den Leistungsleitungen **110**, **111** des Wechselrichters **100** liefern kann und von diesen Leistungsleitungen **110**, **111** empfangen kann, um Fluktuationen bei den Elektrizitätsanforderungen des Elektromotors **46** und anderen großen Hochspannungslasten aufzunehmen bzw. zu absorbieren, die mit den Leistungsleitungen **110**, **111** verbunden sind.

**[0045]** In verschiedenen Situationen kann die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ein Ladungsniveau unter wünschenswerten Ni-

veaus haben, und es kann wünschenswert sein, die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu laden. Wenn beispielsweise die Maschine **10** anfänglich gebaut wird, kann die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie wenig oder keine Ladung aufweisen. Zusätzlich kann es während des Betriebs der Maschine **10** eine verlängerte Periode von hohen Elektrizitätsanforderungen vom Elektromotor **46** und anderen großen elektrischen Hochspannungslasten, die mit den Leistungsleitungen **110**, **111** verbunden sind, erforderlich machen, dass die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie Elektrizität vom Elektromotor/Generator **32** unterstützt bzw. nachfüllt. Dies kann schließlich die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter ein wünschenswertes Ladungsniveau entladen.

**[0046]** Zusätzlich kann sich die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie während verlängerter Perioden der Inaktivität der Maschine **10** und des Leistungssystems **11** auf nicht wünschenswerte Niveaus entladen.

**[0047]** Wenn die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ein nicht wünschenswert niedriges Ladungsniveau hat, können verschiedene Ansätze verwendet werden, um sie mit Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111**, von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und/oder von anderen Elektrizitätsquellen zu laden. Verschiedene Faktoren können den besten Weg zum Laden der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie bestimmen. Beispielsweise kann der Zustand der Ladung der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie beeinflussen, wie viel Ladestrom sie sicher aufnehmen kann. Wenn die Ladungsniveaus der einzelnen Speicherzellen in der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie bei manchen Ausführungsbeispielen unausgeglichen werden, kann es bei einer oder mehreren Stufen des Aufladevorgangs der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie nötig sein, die Größe des Ladestroms zu begrenzen, der zur primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie geliefert wird. Diese Überlegung kann beeinflussen, welche Elektrizitätsquelle zum Aufladen verwendet werden sollte, weil, wie oben erwähnt, die Leistungsregler **102** und **104** unterschiedliche Fähigkeiten zum Steuern des elektrischen Stroms bei sehr niedrigen Größen haben können. Zusätzlich kann es unter einigen Bedingungen nicht möglich sein, Elektrizität von gewissen Quellen zu liefern, was auch beeinflussen kann, welche Quelle(n) verwendet werden soll (sollen), um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie aufzuladen. Entsprechend können verschiedene Verfahren verwendet werden, um zu steuern, welche Elektrizitätsquelle(n) beim Aufladen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verwendet wird (werden). Solche Ver-

fahren können eine manuelle und/oder automatische Steuerung des Ladeprozesses aufweisen.

**[0048]** **Fig. 3** veranschaulicht ein Beispiel eines Algorithmus, den die Leistungssystemsteuerungen **26** zum Steuern des Aufladens der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** oder von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie verwenden können. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können anfänglich bewerten, ob der Zustand der Ladung der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie so ist, dass es wünschenswert ist, diese aufzuladen. Als Teil dieser Bestimmung können die Leistungssystemsteuerungen **26** bestimmen, ob der Ladungspegel bzw. das Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie geringer ist als ein erster Referenzladungsniveauwert CL1 (Schritt **200**). Der Referenzladungsniveauwert CL1 kann beispielsweise einem Ladungsniveau entsprechen, welches im Vergleich zu einem vollständig aufgeladenen Zustand verringert ist, wobei jedoch die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie wahrscheinlich ausgeglichene Ladungsniveaus in ihren einzelnen Speicherzellen hat. Der erste Referenzladungsniveauwert CL1 kann in einer Vielzahl von Arten ausgedrückt werden, was ein Spannungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie oder einen Prozentsatz der vollen Energiespeicherkapazität aufweisen kann. Somit könnten in einem Ausführungsbeispiel, wo die Nennspannungskapazität der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ungefähr 350 Volt ist, der erste Referenzladungsniveauwert beispielsweise 275 Volt oder 80% der vollen Energiespeicherkapazität sein. Der erste Referenzladungsniveauwert könnte ein fester Wert sein oder er könnte ein Wert sein, der durch die Leistungssystemsteuerungen **26** basierend auf anderen Faktoren bestimmt wird, wie beispielsweise basierend auf dem Wert von einem oder mehreren abgefühlten Betriebsparametern der Maschine **10** und/oder des Leistungssystems **11**.

**[0049]** Wenn die Leistungssystemsteuerungen **26** bestimmen, dass das Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter dem ersten Referenzladungsniveauwert CL1 ist und es wünschenswert ist, diese aufzuladen, können die Leistungssystemsteuerungen **26** bewerten, welche Quellen für den Aufladevorgang verfügbar sind. Dies kann mit einbeziehen, zu bestimmen, ob der Elektromotor/Generator **32** Elektrizität erzeugt (Schritt **202**), so dass Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** verfügbar ist, um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie aufzuladen.

**[0050]** Wenn der Elektromotor/Generator **32** keine Elektrizität erzeugt, können die Leistungssystemsteuerungen **26** die sekundäre Speichervorrichtung

**50** für elektrische Energie als eine Quelle für den Ladestrom auswählen. In Verbindung damit können die Leistungssystemsteuerungen **26** elektrisch den Leistungsregler **104** mit der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verbinden, während elektrisch der Leistungsregler **104** und die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie vom Leistungsregler **102** und den Leistungsleitungen **110**, **111** isoliert werden. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können dies beispielsweise durch Steuern der Schaltvorrichtungen **136** zu einem geschlossenen Zustand und der Schaltvorrichtung **138** zu einem offenen Zustand tun (Schritt **210**). Wenn die Komponenten so verbunden sind, können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** betreiben, um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie aufzuladen (Schritt **212**). Dies kann das Steuern des Leistungsreglers **104** in solcher Weise aufweisen, dass Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie über die Anschlüsse **58**, **60** und **126**, **127** aufgenommen wird und Elektrizität zu der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie über die Anschlüsse **128**, **129** und **54**, **56** geliefert wird.

**[0051]** Auch wenn der Elektromotor/Generator **32** Elektrizität erzeugt, kann es in manchen Fällen wünschenswert sein, die sekundäre Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und den Leistungsregler **104** für zumindest einen Teil des Vorgangs des Ladens der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu verwenden. Beispielsweise kann es in einigen Ausführungsbeispielen und unter einigen Umständen wünschenswert sein, die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit einer vergleichsweise geringen Größe eines präzise gesteuerten elektrischen Stroms während zumindest eines Teils des Ladevorgangs zu laden, wie beispielsweise dann, wenn die Ladungsniveaus der Speicherzellen in der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unausgeglichen worden sind. In Ausführungsbeispielen, wo der Leistungsregler **104** die Fähigkeit hat, präzise den elektrischen Strom in kleinen Größen zu steuern, können die sekundäre Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und der Leistungsregler **104** am besten die Ladungsanforderungen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter diesen und ähnlichen Bedingungen erfüllen.

**[0052]** Um zu bestimmen, ob bestehende Bedingungen es nahe legen, die sekundäre Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und den Leistungsregler **48** (**104** Übers.) für einen oder mehrere Teile des Aufladungsprozesses zu verwenden, können entsprechend die Leistungssystemsteuerungen **26** bewerten, ob Umstände vorherrschen, welche eine Unausgeglichenheit zwischen den Ladungsniveaus

in den einzelnen Zellen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie anzeigen würden. Beispielsweise können die Leistungssystemsteuerungen **26** bestimmen, ob das Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter einen zweiten Ladungsniveaureferenzwert CL2 abgefallen ist (Schritt **204**). Der zweite Ladungsniveaureferenzwert CL2 kann geringer sein als der erste Ladungsniveaureferenzwert CL1, und der zweite Ladungsniveaureferenzwert CL2 kann ein Wert sein, der unausgeglichene Ladungsniveaus bei den einzelnen Zellen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie anzeigt. In Ausführungsbeispielen, wo die Nennspannungskapazität der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie **350** Volt ist, kann der zweite Ladungsniveaureferenzwert beispielsweise 50 Volt oder 14% der vollen Energiespeicherkapazität der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie sein.

**[0053]** Wenn die Leistungssystemsteuerungen **26** Umstände identifizieren, welche unausgeglichene Ladungsniveaus unter den inneren Zellen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie anzeigen (wie beispielsweise durch eine Bestimmung, dass ihr Ladungsniveau unter das zweite Referenzladungsniveau CL2 abgefallen ist), können die Leistungssystemsteuerungen **26** ein Ladeverfahren auswählen, welches die Verwendung der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und des Leistungsreglers **104** für zumindest einen Teil des Ladevorgangs miteinbezieht. Beispielsweise können die Leistungssystemsteuerungen **26** Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** verwenden, um eine gewisse anfängliche Aufladung der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie auszuführen, und zwar gefolgt von einem Beendigungsladevorgang der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und dem Leistungsregler **104**. Ein Beispiel dafür, wie die Leistungssystemsteuerungen **26** dies tun können, wird nun in Verbindung mit **Fig. 3** besprochen. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können zuerst die Schaltvorrichtungen **136**, **138** in ihre geschlossenen Betriebszustände steuern bzw. setzen, um elektrisch die Anschlüsse **118**, **119** des Leistungsreglers **102** mit den Anschlüssen **54**, **56** der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu verbinden (Schritt **207**). Die Leistungssystemsteuerungen **26** können dann den Leistungsregler **102** betreiben, um von den Leistungsleitungen **110**, **111** Elektrizität zu empfangen, die vom Elektromotor/Generator **32** erzeugt wurde, und um die Elektrizität zu der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu liefern (Schritt **209**).

**[0054]** Die Leistungssystemsteuerungen **26** können weiter die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von dem Leistungs-

regler **102** laden, bis die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie einen großen Prozentsatz ihrer Speicherkapazität für elektrische Energie erreicht. Bevor jedoch die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ihre volle Ladekapazität erreicht, können die Leistungssystemsteuerungen **26** aufhören, die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit dem Leistungsregler **102** aufzuladen. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können dann den Aufladevorgang der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie beenden. Um dies zu tun, können die Leistungssystemsteuerungen **26** die Schaltvorrichtung **136** in einen geschlossenen Zustand und die Schaltvorrichtung **138** in einen offenen Zustand steuern bzw. bringen (Schritt **210**). Wenn die Komponenten so verbunden sind, können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** betreiben, um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie aufzuladen (Schritt **212**). Ansprechend auf Bedingungen, wo das Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter sowohl dem ersten Referenzladungsniveauewert CL1 als auch unter dem zweiten Referenzladungsniveauewert CL2 ist, können die Leistungssystemsteuerungen **26** somit zuerst einen gewissen anfänglichen Ladevorgang der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit dem Leistungsregler **102** ausführen und dann auf einen Betrieb des Leistungsreglers **104** umschalten, um Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie aufzunehmen und Elektrizität zu der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu liefern, um deren Aufladevorgang zu beenden.

**[0055]** Wenn der Leistungsregler **104** betrieben wird, um den Ladevorgang der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu beenden, können die Leistungssystemsteuerungen **26** und der Leistungsregler **104** die Größe von Spannung und Strom der Elektrizität, die zu der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie geliefert wird, auf eine Anzahl von Arten steuern. In einigen Ausführungsbeispielen und unter manchen Bedingungen können die Leistungssystemsteuerungen **26** und der Leistungsregler **104** Elektrizität von der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie mit einer ersten Spannung aufnehmen, wie beispielsweise mit ungefähr 12 oder 24 Volt, und sie können die von der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie gelieferte Elektrizität auf eine zweite Spannung regeln, wie beispielsweise ungefähr 350 Volt. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** und der Leistungsregler **104** in einigen Ausführungsbeispielen und unter manchen Bedingungen die Größe des elektrischen Stroms, der von der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie während

des ersten Ladevorgangs geliefert wird, unter einer Referenzstromgröße halten. Die Referenzstromgröße kann ein relativ niedriger Wert sein, wie beispielsweise 20 Ampere oder weniger als 100 Milliampere. Die Tatsache, dass man die Größe des gelieferten elektrischen Stroms gering hält, hilft dabei sicherzustellen, dass die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie keinen Schaden aufgrund einer übermäßig schnellen Aufladung erleidet, wenn ihre inneren Zellen unausgeglichene Ladungszustände haben.

**[0056]** Unter Umständen, wo die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie in gewisser Weise entladen ist, jedoch vergleichsweise gleichmäßige Ladungszustände in ihren inneren Zellen hat, kann es sich andererseits als vorteilhaft erweisen, sie mit Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** aufzuladen, falls verfügbar. Dies kann eine schnellere Aufladung der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie gestatten, weil die Leistungsleitungen **110**, **111** und der Leistungsregler **102** fähig sein können, höhere Leistungsniveaus zu liefern als die sekundäre Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und der Leistungsregler **104**. Wenn der Elektromotor/Generator **32** Elektrizität erzeugt (Schritt **202**) und das Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter dem ersten Ladungsniveaureferenzwert CL1 ist (Schritt **200**), jedoch über dem zweiten Ladungsniveaureferenzwert CL2 (Schritt **204**), können die Leistungssystemsteuerungen **26** die Leistungsleitungen **110**, **111** als die Quelle zum Aufladen von Elektrizität auswählen.

**[0057]** Wenn man dies so tut, können die Leistungssystemsteuerungen **26** elektrisch den Leistungsregler **102** mit der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verbinden, indem sie beide Schaltvorrichtungen **136**, **138** in geschlossene Betriebszustände steuern bzw. setzen (Schritt **206**). Wenn diese Verbindung vorliegt, können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **102** so steuern dass Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** aufgenommen wird und Elektrizität zu der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie geliefert wird, wodurch die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** aufgeladen wird (Schritt **208**). Wenn man dies so tut, können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **102** derart betreiben, dass er Energie mit einer größeren Stromgröße liefert als die Referenzstromgröße, die verwendet wird, wenn Ladungselektrizität von dem Leistungsregler **104** geliefert wird. Beispielsweise kann die vom Leistungsregler **102** zur primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie gelieferte Elektrizität zumindest manchmal 10 Ampere oder sogar 100 Ampere überschreiten. Ansprechend auf die Bedingungen, wo das Ladungsniveau der

primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter dem ersten Referenzladungsniveauwert CL1 jedoch über dem zweiten Referenzladungsniveauwert CL2 ist, können somit die Leistungssystemsteuerungen **26** die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie mit Elektrizität von den Leistungsleitungen **110**, **111** laden, um einen schnellen Ladevorgang vorzusehen. Wenn sie dies tun, können die Leistungssystemsteuerungen **26** Elektrizität von den Elektrizitätsleistungsleitungen **110**, **111** verwenden, um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie vollständig aufzuladen.

**[0058]** Während die Leistungssystemsteuerungen **26** arbeiten, um die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie aufzuladen, können die Primärfunktionen der Maschine **10** und des Leistungssystems **11** ununterbrochen fort dauern. Beispielsweise kann der Primärantrieb **30** weiter den Elektromotor/Generator **32** antreiben, um Elektrizität zu den Leistungsleitungen **110**, **111** zu liefern, damit diese von dem Elektromotor **46** und von anderen elektrischen Lasten verbraucht wird, die mit den Leistungsleitungen **110**, **111** verbunden sind. In ähnlicher Weise kann die sekundäre Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie weiter Elektrizität zu den Lasten **62** liefern. Somit kann das Aufladen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie für einen Bediener der Maschine **10** transparent bzw. unmerklich sein, weil die Maschine **10** während des Aufladevorgangs weiter arbeiten kann, anstatt dass sie für den Aufladevorgang abgeschaltet werden muss.

**[0059]** Zusätzlich zu dem Vorangegangenen können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** für verschiedene andere Zwecke einsetzen. In Ausführungsbeispielen, wo der Leistungsregler **104** betreibbar ist, um Elektrizität von den Anschlüssen **128**, **129** zu den Anschlüssen **126**, **127** zu übertragen, können die Leistungssystemsteuerungen **26** beispielsweise den Leistungsregler **104** betreiben, um Elektrizität von der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie unter manchen Bedingungen zur Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie zu übertragen. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können dies beispielsweise unter Bedingungen tun, wo die Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie zusätzliche Energie benötigt. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** betreiben, um Elektrizität von der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zur Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie zu übertragen, und zwar zum Zwecke des Entladens der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie. Unter manchen Bedingungen, wie beispielsweise, wenn die Maschine **10** abgeschaltet wird, kann es wünschenswert sein, die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie zu entladen. Durch Betreiben des Leistungsreglers **104**, um Elektrizität von der Speichervorrichtung

**48** für elektrische Energie zur Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie zu übertragen, können die Leistungssystemsteuerungen **26** fähig sein, die Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie vergleichsweise schnell zu entladen, und zwar ohne eine Notwendigkeit für verschiedene andere Entladungsverfahren, die sonst verwendet werden.

**[0060]** Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** als Vorbereitung zum Schließen der Schaltvorrichtungen **136**, **138** unter verschiedenen Umständen verwenden. Wenn die Schaltvorrichtungen **136**, **138** in offenen Zuständen sind, kann das Schließen der Schaltvorrichtungen **136**, **138**, ohne dass man eine nicht wünschenswerte Lichtbogenbildung an den Schaltvorrichtungen **136**, **138** hervorruft, erfordern, sicherzustellen, dass die Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** des Leistungsreglers **102** nahe der Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ist. Wenn es erwünscht ist, die Schaltvorrichtungen **136**, **138** zu schließen und die Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** beträchtlich von der Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** abweicht, können die Leistungssystemsteuerungen **26** entsprechend den Leistungsregler **104** aktivieren bzw. steuern, so dass dieser die Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** auf innerhalb einer erwünschten Größe der Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** verändert. Wenn beispielsweise die Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** des Leistungsreglers **102** beträchtlich niedriger ist als die Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, können die Leistungssystemsteuerungen **26** den Leistungsregler **104** derart betreiben, dass Elektrizität von der Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie aufgenommen wird und Elektrizität zu den Anschlüssen **118**, **119** geliefert wird, bis die Spannung an den Anschlüssen **118**, **119** innerhalb eines erwünschten Spielraums bzw. nahe einer erwünschten Größe der Spannung an den Anschlüssen **54**, **56** der Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie ist. Die Leistungssystemsteuerungen **26** können dann beide Schaltvorrichtungen **136**, **138** schließen, ohne einen nicht wünschenswerten Lichtbogen an diesen Schaltvorrichtungen **136**, **138** zu verursachen. Die Verfügbarkeit bzw. Fähigkeit des Leistungsreglers **104**, die Spannung an den Schaltvorrichtungen **136**, **138** in dieser Weise einzustellen, kann die Notwendigkeit von anderen extra dafür vorgesehenen Komponenten unnötig machen (wie beispielsweise die Verwendung von extra dafür vorgesehenen Widerstandsschaltungen), welche sonst für diesen Zweck verwendet werden können.

**[0061]** Verfahren zum Betrieb der Maschine **10** und des Leistungssystems **11** sind nicht auf die oben besprochenen und in [Fig. 3](#) gezeigten Beispiele eingeschränkt. Beispielsweise kann ein Verfahren zum Bestimmen, welche Komponenten zum Aufla-

den der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verwendet werden sollen, unterschiedliche Werte für die ersten und zweiten Referenzladungsniveaus CL1, CL2 verwenden. In ähnlicher Weise können Verfahren gemäß der vorliegenden Offenbarung andere Kriterien zusätzlich zu den ersten Ladungsniveaureferenzwerten CL1, CL2 oder statt diesen verwenden. In einigen Ausführungsformen können die Leistungssystemsteuerungen **26** direkt die Ladezustände der einzelnen Zellen in der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie messen, um zu bewerten, ob sie nicht ausgeglichen sind, und entsprechend um zu bewerten, wie die primäre Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie aufzuladen ist. Zusätzlich können die Leistungssystemsteuerungen **26** die in **Fig. 3** gezeigten Vorgänge in anderer Reihenfolge ausführen, sie können eine oder mehrere andere Handlungen in Kombination mit denen ausführen, die in **Fig. 3** gezeigt sind, und/oder sie können eine oder mehrere der in **Fig. 3** gezeigten Handlungen weglassen.

**[0062]** Die offenbarten Ausführungsbeispiele können eine Anzahl von Vorteilen bieten. Die Verfügbarkeit der sekundären Speichervorrichtung **50** für elektrische Energie und des Leistungsreglers **104** an der Maschine **10** zum Laden der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie, wenn der Elektromotor/Generator **32** keine Elektrizität erzeugt, kann beispielsweise beträchtlich die Verfügbarkeit der Maschine **10** unter manchen Umständen vergrößern. Durch Überwachen von einem oder mehreren Parametern (wie beispielsweise dem Ladungsniveau der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie) und durch Auswählen, welche Elektrizitätsquelle beim Aufladen der primären Speichervorrichtung **48** für elektrische Energie verwendet werden soll, können die offenbarten Verfahren zusätzlich einen Schnellladevorgang zulassen, wenn dieser durchführbar ist, und einen allmählicheren gesteuerten Ladevorgang, wenn ein Schnellladevorgang einen Schaden verursachen könnte.

**[0063]** Es wird dem Fachmann klar sein, dass verschiedene Modifikationen und Variationen an der offenbarten Maschine, an dem offenbarten Leistungssystem und an den offenbarten Verfahren vorgenommen können, ohne vom Umfang der Offenbarung abzuweichen. Andere Ausführungsformen der offenbarten Maschine, des offenbarten Leistungssystems und der offenbarten Verfahren werden dem Fachmann aus einer Betrachtung der Beschreibung und einer praktischen Ausführung der Maschine, des Leistungssystems und der hier offenbarten Verfahren offensichtlich werden. Es ist beabsichtigt, dass die Beschreibung und die Beispiele nur als beispielhaft angesehen werden, wobei ein wahrer Umfang der Offenbarung durch die folgenden Ansprüche und ihre äquivalenten Ausführungen gezeigt wird.

## Patentansprüche

1. Maschine (**10**), die Folgendes aufweist: ein Leistungssystem (**11**), welches Folgendes aufweist: einen Primärtrieb (**30**), der treibend mit einem elektrischen Generator (**32**) verbunden ist; eine Leistungsleitung (**110**), die betriebsmäßig mit dem elektrischen Generator verbunden ist; eine erste Speichervorrichtung (**48**) für elektrische Energie, die betreibbar ist, um Elektrizität mit der Leistungsleitung auszutauschen; eine zweite Speichervorrichtung (**50**) für elektrische Energie; und Leistungssystemsteuerungen (**26**), welche Folgendes aufweisen: einen ersten Leistungsregler (**104**) und zumindest einen Informationsprozessor (**152**), der konfiguriert ist, um Informationen aufzunehmen, welche mit mindestens einem Betriebsparameter des Leistungssystems assoziiert sind, und um den ersten Leistungsregler basierend auf den empfangenen Informationen zu steuern, was miteinschließt, dass der erste Leistungsregler selektiv gesteuert wird, um Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufzunehmen und die Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie zu liefern.
2. Maschine nach Anspruch 1, wobei das selektive Steuern des ersten Leistungsreglers, so dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und die Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, das Steuern des ersten Leistungsreglers in solcher Weise aufweist, dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer ersten Spannung aufgenommen wird und die Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer zweiten Spannung geliefert wird, wobei die zweite Spannung höher ist als die erste Spannung.
3. Maschine nach Anspruch 1, wobei die Information, die mit mindestens einem Parameter des Leistungssystems in Beziehung steht, Informationen aufweist, die mit einem Ladezustand der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie in Beziehung stehen.
4. Maschine nach Anspruch 3, wobei der mindestens eine Informationsprozessor konfiguriert ist, um automatisch den ersten Leistungsregler zu steuern, so dass Energie von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und die Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie ansprechend auf erste Betriebsbedingungen geliefert wird, wobei die ersten Betriebsbedingungen aufweisen, dass die erste Speichervorrichtung für elektrische Energie einen Ladezustand unter einem Referenzwert (CL2) hat.

5. Maschine nach Anspruch 4, wobei der Referenzwert ein zweiter Referenzwert ist; und wobei der mindestens eine Informationsprozessor weiter konfiguriert ist, um selektiv Elektrizität von der Leistungsleitung zur Speichervorrichtung für elektrische Energie ansprechend auf zweite Betriebsbedingungen zu liefern, wobei die zweiten Betriebsbedingungen aufweisen, dass der Ladezustand der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie über dem zweiten Referenzwert jedoch unter einem ersten Referenzwert (CL1) ist.

6. Maschine nach Anspruch 5, wobei das Steuern des ersten Leistungsreglers, so dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und die Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie ansprechend auf die ersten Betriebsbedingungen geliefert wird, aufweist, die Größe des elektrischen Stroms der Elektrizität, die von dem ersten Leistungsregler zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, unter einem ersten Stromwert zu halten; wobei das selektive Bewirken, dass Elektrizität von der Leistungsleitung zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie ansprechend auf zweite Betriebsbedingungen geliefert wird, aufweist, selektiv Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer Größe des elektrischen Stroms über dem ersten Stromwert zu liefern.

7. Maschine nach Anspruch 1, wobei das Steuern des ersten Leistungsreglers, so dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und die Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, aufweist, eine Größe des elektrischen Stroms der Elektrizität, die von dem ersten Leistungsregler der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, unter einem ersten Stromwert zu halten; und wobei der mindestens eine Informationsprozessor weiter konfiguriert ist, um selektiv eine Lieferung von Elektrizität von der Leistungsleitung zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer Größe des elektrischen Stroms über dem ersten Stromwert zu bewirken.

8. Verfahren zum Betrieb eines Leistungssystems (11) einer Maschine (10), wobei das Leistungssystem einen Primärtrieb (30), einen elektrischen Generator (32), der treibend mit dem Primärtrieb verbunden ist, eine Leistungsleitung (110), eine erste Speichervorrichtung (48) für elektrische Energie, eine zweite Speichervorrichtung (50) für elektrische Energie und einen Leistungsregler (104) aufweist, wobei das Verfahren Folgendes aufweist:  
selektives Liefern von Elektrizität zur Leistungsleitung durch Betreiben des Motors bzw. Primärtriebs, um den elektrischen Generator anzutreiben

und um Elektrizität von dem elektrischen Generator zur Leistungsleitung zu liefern;  
selektives Betreiben des Leistungsreglers, um Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufzunehmen und Elektrizität zu der ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie zu liefern, was einschließt, die Größe des elektrischen Stroms der Elektrizität, die von dem ersten Leistungsregler zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, unter einem ersten Stromwert zu halten;  
selektives Liefern von Elektrizität von der Leistungsleitung zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer höheren Größe des elektrischen Stroms als der erste Stromwert.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei das selektive Betreiben des ersten Leistungsreglers, so dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie aufgenommen wird und Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie geliefert wird, das Betreiben des ersten Leistungsreglers derart aufweist, dass Elektrizität von der zweiten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer ersten Spannung aufgenommen wird und die Elektrizität zur ersten Speichervorrichtung für elektrische Energie mit einer zweiten Spannung geliefert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die zweite Spannung höher ist als die erste Spannung.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

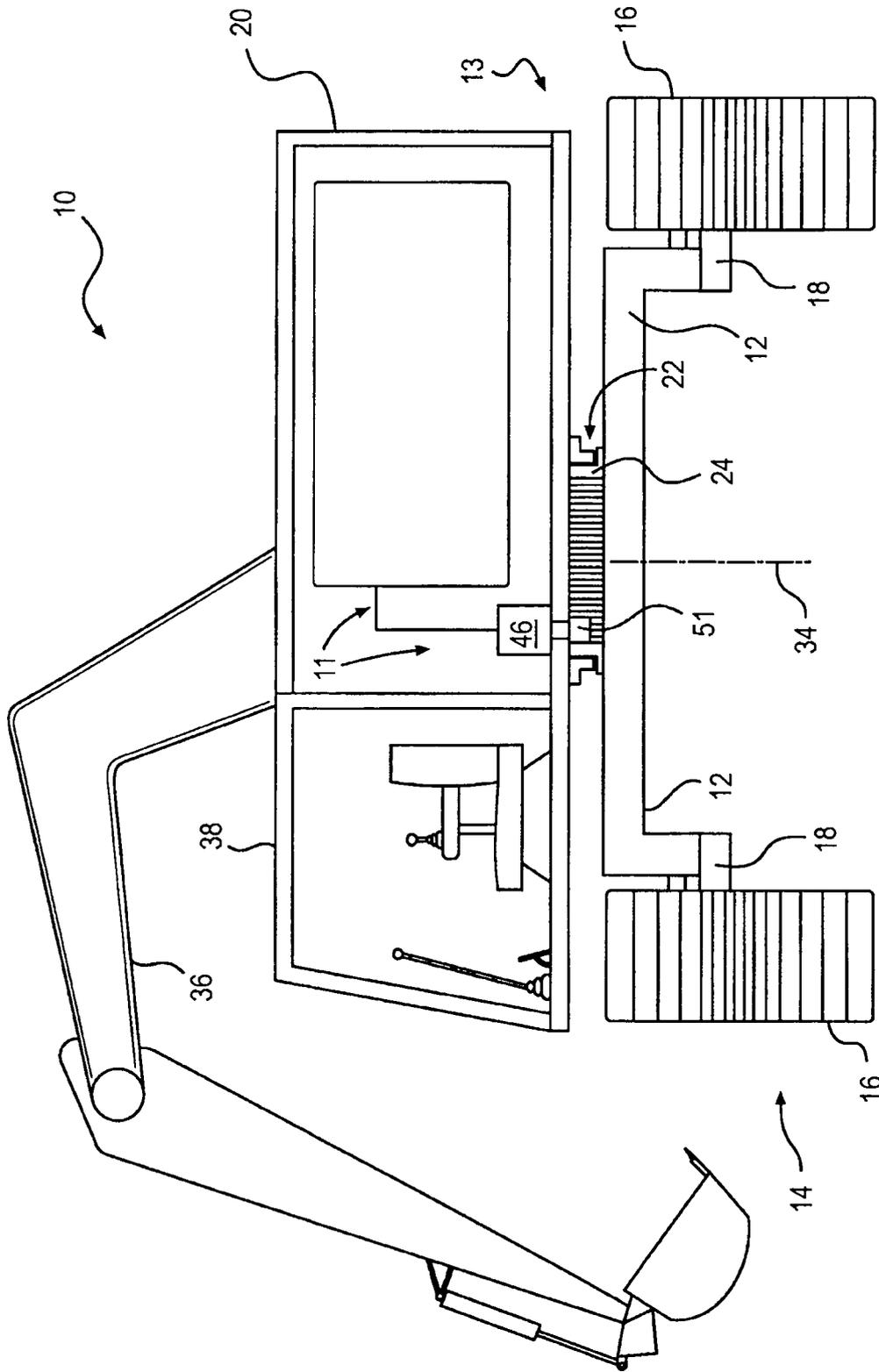
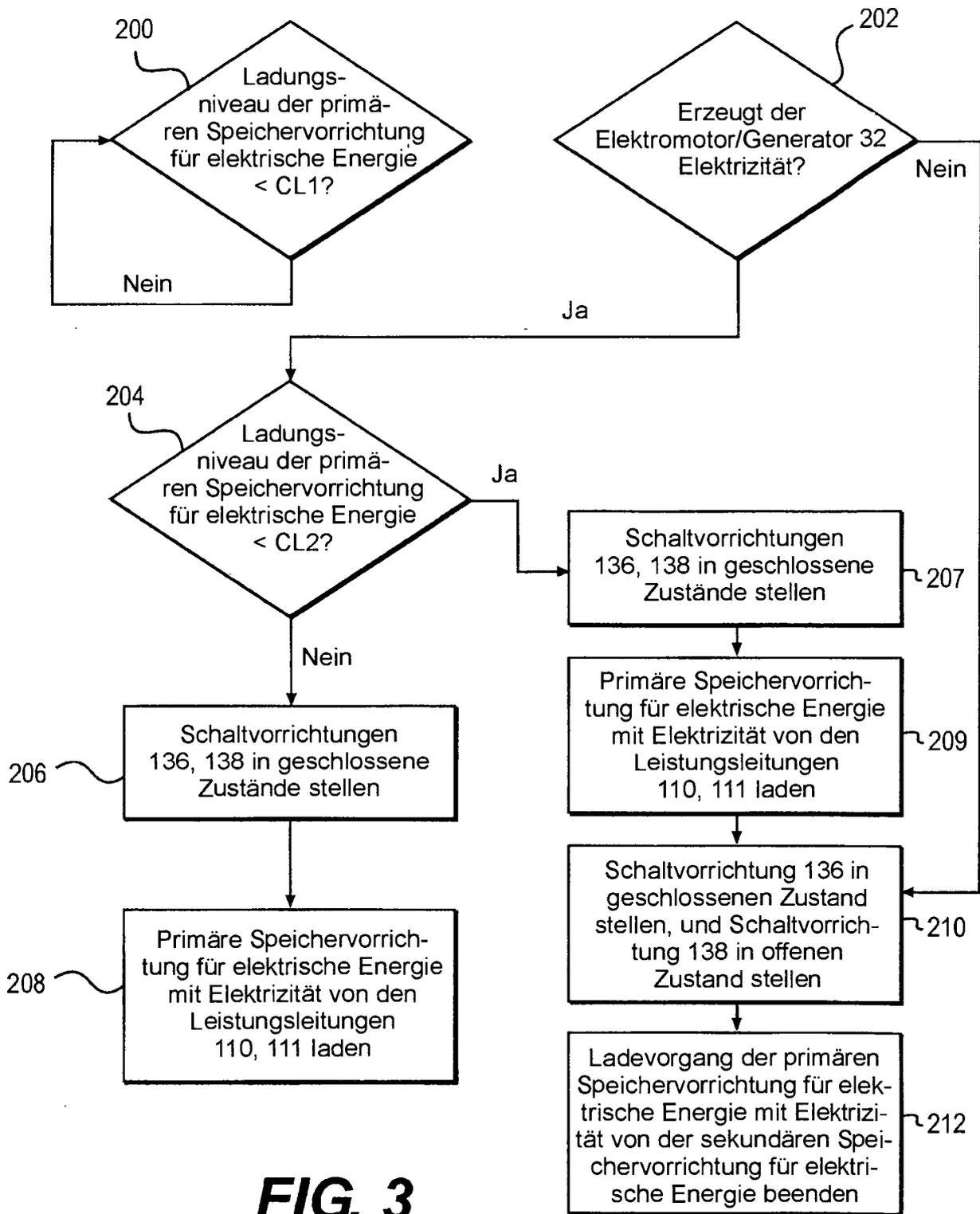


FIG. 1





**FIG. 3**