



(10) **DE 20 2017 007 328 U1** 2020.11.26

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2017 007 328.5**
(22) Anmeldetag: **21.12.2017**
(67) aus Patentanmeldung: **10 2017 130 992.6**
(47) Eintragungstag: **21.10.2020**
(45) Bekanntmachungstag im Patentblatt: **26.11.2020**

(51) Int Cl.: **H02J 7/00 (2006.01)**
H02J 7/02 (2016.01)
B60L 55/00 (2019.01)

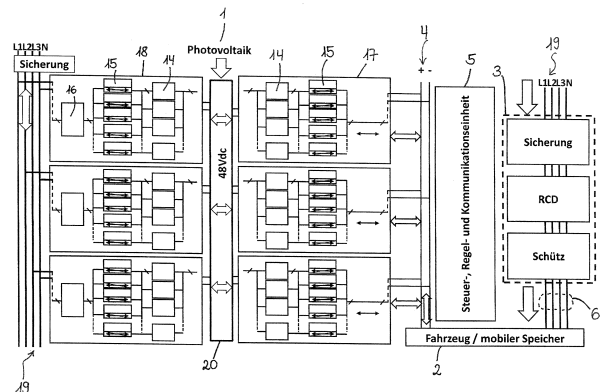
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Pfisterer, Hans-Jürgen, 49076 Osnabrück, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Lade-/Entladeeinheit zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers an ein Spannungsnetz**

(57) Hauptanspruch: Lade-/Entladeeinheit zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Spannungsnetz (19, 20), wobei die Lade-/Entladeeinheit wenigstens ein DC-Modul (17) zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Gleichspannungsnetz (20) und wenigstens ein AC-Modul (3) zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Wechselspannungsnetz (19) aufweist, wobei das DC-Modul (17) eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite aufweist und sowohl eingerichtet ist eine Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes (20) an der Eingangsseite des DC-Moduls (17) in eine Ladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Gleichspannungsnetz (20) zu wandeln, als auch eingerichtet ist eine Entladespannung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) in eine Gleichspannung an der Eingangsseite des DC-Moduls (17) zum Einspeisen in das Gleichspannungsnetz (20) zu wandeln, und wobei das AC-Modul (3) eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite aufweist und eingerichtet ist den mobilen elektrischen Energiespeicher (2) an der Ausgangsseite des AC-Moduls (3) an das Wechselspannungsnetz (19) anzubinden zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Wechselspannungsnetz (19).



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lade-/Entladeeinheit zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers an ein Spannungsnetz sowie eine Anordnung mit einer solchen Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen elektrischen Energiespeicher.

[0002] Aufgrund der stetig anwachsenden Bedürfnisse nach weiterführenden Lösungen im Bereich der intelligenten Netze, der elektrischen Infrastruktur sowie der Elektromobilität, hat das Thema der Integration von Elektrofahrzeugen in lokale, elektrische Versorgungsnetze (so genannte Smart Grids) einen immer höheren Stellenwert.

[0003] Elektrofahrzeuge werden über elektrische Ladesäulen mit elektrischer Energie versorgt, d.h. deren elektrische Energiespeicher (Batterien) über eine Versorgungsspannung aus der Ladesäule geladen. Zum Laden von Elektrofahrzeugen gibt es Systeme die mit Wechselspannung (AC) arbeiten und Systeme die mit Gleichspannung (DC) arbeiten. Bei AC-Systemen versorgt eine Ladesäule das Elektrofahrzeug mit einer vorbestimmten Wechselspannung/ Wechselstrom (Wechselstrom bzw. Drehstrom), zum Beispiel aus dem öffentlichen Versorgungsnetz, wobei die Wechselspannung über ein internes Ladegerät im Elektrofahrzeug in Gleichspannung gewandelt wird und der elektrische Energiespeicher im Elektrofahrzeug geladen wird. AC-Systeme werden meist als unidirektionale AC-Ladepunkte ausgeführt. Die elektrische Energie wird über ein ein- bzw. dreiphasiges Niederspannungsnetz zur Verfügung gestellt. Der AC-Ladepunkt umfasst meist eine Kommunikationsschnittstelle, die in der Lage ist die Ladeleistung bzw. den Ladestrom mit dem Fahrzeug auszuhandeln. Anschließend wird das Versorgungsnetz zugeschaltet und das Ladegerät an Bord des Elektrofahrzeuges übernimmt die Ladung der Batteriemodule. Die Standard-AC-Systeme werden in der Regel mit einer maximalen Ladeleistung von 22kW ausgeführt. Für Heimanwendungen gibt es AC-Systeme mit geringeren Leistungen von z.B. 3,6kW, 7,2kW und 11 kW, die als Ladeleistung dem Fahrzeug angeboten werden können.

[0004] Bei DC-Systemen wandelt eine Ladesäule eine Wechselspannung, zum Beispiel aus dem öffentlichen Versorgungsnetz, in eine Gleichspannung um und versorgt das Elektrofahrzeug mit dieser Gleichspannung. Hierbei wird im Elektrofahrzeug im Wesentlichen lediglich ein Batteriemanagement benötigt, das die Ladeleistung per Anweisung an die Ladesäule begrenzt. Die Ladesäule regelt dann den Ladestrom (die Ladeleistung). DC-Systeme sind gerade im hohen Leistungsbereich von beispielsweise 150 kW (DC-Schnellladesysteme) vergleichsweise sehr teuer, z.B. > 60.000 Euro/pro Stück.

[0005] Es gibt auch Systeme, die sowohl eine Versorgung über Wechselspannung als auch eine Versorgung über Gleichspannung anbieten, um möglichst flexibel die verschiedenen, bereits auf dem Markt befindlichen Systeme von Elektrofahrzeugen bedienen zu können. Diese Systeme stellen oft auch verschiedene Stecker- und Anschlusskonfigurationen für die unterschiedlichen Standards zur Verfügung. Auch derartige Systeme sind sehr teuer.

[0006] Im Wesentlichen haben sich bisher zwei Standards für Ladesäulen etabliert. Der eine Standard ist das so genannte Combined Charging System (CCS), das überwiegend in Europa und den USA vertreten ist. CCS ist allgemein in der Lage, mit seinem standardisierten Steckersystem sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstrom-Ladeverfahren zu realisieren. Der andere Standard ist Chademo, der überwiegend in Asien vertreten ist. Chademo unterstützt Gleichstrom-Ladeverfahren.

[0007] Die auf dem Markt verbreiteten Ladesäulen-Systeme haben diverse Nachteile, die einen Einsatz bzw. eine entsprechende Integration des Elektrofahrzeugs in lokalen Haushaltsinstallationen unwirtschaftlich machen, erschweren oder überhaupt nicht ermöglichen. So können die meisten Standard-Systeme, insbesondere AC-Systeme, das Laden des Elektrofahrzeuges nur unidirektional sicherstellen. Ein Entladen oder Rückspeisen ist bei solchen Systemen nicht möglich. Es sind zwar bereit vereinzelt bidirektionale Systeme in Planung, diese sind aber entweder vergleichsweise kostenaufwändig (ca. 25.000 Euro bei 22kW Leistung) oder erlauben nur ein Rückspeisen in das öffentliche Netz und sind daher für den privaten Gebrauch unwirtschaftlich bzw. uninteressant. Kostengünstige Systeme für die Heimanwendung sind zudem nur für geringere Leistungen ausgelegt. Ein Schnellladen von Elektrofahrzeugen mit kurzen Ladestops ist hierbei praktisch nicht möglich. Auch erfordert eine Anbindung gängiger Systeme an die Haushaltsinstallation oft technisch aufwändige leistungselektronische Komponenten bzw. Zusatzsysteme, wie Puffersysteme, Umrichter, Steuerungen usw., die sich wiederum negativ auf Preis/Rentabilität auswirken.

[0008] Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine möglichst einfach aufgebaute und damit preiswerte Lade-/Entladeeinheit zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers an ein Spannungsnetz bereitzustellen, die flexibel mit den gängigen Standards implementiert werden kann, eine schnelle Ladefunktion ermöglicht und eine möglichst einfache und rentable Integration des mobilen elektrischen Energiespeichers in eine lokale Haushaltsinstallation gewährleistet.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Lade-/Entladeeinheit gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Vorteilhaft

te Weiterbildungen bzw. Ausgestaltungen sind in den zugehörigen Unteransprüchen offenbart.

[0010] Die Lade-/Entladeeinheit ist zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers, insbesondere einer Batterie eines Elektrofahrzeuges, an ein Spannungsnetz eingerichtet. Die Lade-/Entladeeinheit weist wenigstens ein DC-Modul zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an ein Gleichspannungsnetz und wenigstens ein AC-Modul zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an ein Wechselspannungsnetz auf.

[0011] Das DC-Modul weist eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite auf. Das DC-Modul ist sowohl eingerichtet eine Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls in eine Ladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem Gleichspannungsnetz zu wandeln, als auch eingerichtet eine Entladespannung des mobilen elektrischen Energiespeichers an der Ausgangsseite des DC-Moduls in eine Gleichspannung an der Eingangsseite des DC-Moduls zum Einspeisen in das Gleichspannungsnetz zu wandeln.

[0012] Das AC-Modul weist eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite auf und ist eingerichtet den mobilen elektrischen Energiespeicher an der Ausgangsseite des AC-Moduls und das Wechselspannungsnetz an der Eingangsseite des AC-Moduls zu verbinden zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem Wechselspannungsnetz.

[0013] Die Lade-/Entladeeinheit hat gegenüber herkömmlichen Lade-/Entladeeinheiten, wie sie innerhalb von Ladesäulen Verwendung finden, den Vorteil, dass trotz einfachem Aufbau mit technisch einfach zu realisierenden Komponenten ein flexibler und vielseitiger Betrieb ermöglicht wird. Dabei werden die Vorteile gängiger Systeme synergetisch ausgenutzt, während Nachteile gängiger Systeme in den Hintergrund treten. Insbesondere erlaubt die hier beschriebene Lade-/Entladeeinheit eine schnelle Ladefunktion zum schnellen Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers und eine einfache Integration des mobilen elektrischen Energiespeichers in ein Gleichspannungsnetz, wie zum Beispiel eine lokale Haushaltsinstallation. Aufwändige technische Komponenten können hierbei entfallen.

[0014] Die Funktionalitäten der hier beschriebenen Lade-/Entladeeinheit werden im Wesentlichen durch ein DC-Modul und ein AC-Modul realisiert. Das DC-Modul bindet den mobilen elektrischen Energiespeicher an das Gleichspannungsnetz an. Das DC-Modul ist bidirektional zwischen dem eingangsseitigen Gleichspannungsnetz und dem ausgangssseitigen mobilen elektrischen Energiespeicher betreib-

bar. Auf diese Weise kann dem mobilen elektrischen Energiespeicher über das DC-Modul Energie aus dem Gleichspannungsnetz zum Laden des Energiespeichers zugeführt werden bzw. Energie aus dem Energiespeicher zum Einspeisen in das Gleichspannungsnetz entnommen werden. Der mobile elektrische Energiespeicher ist rein über das DC-Modul an das Gleichspannungsnetz angebunden. Technisch aufwändige zusätzliche Leistungselektronik bzw. gegebenenfalls externe Zusatzkomponenten können entfallen. Dies macht die Implementierung der Lade-/Entladeeinheit einfach und preiswert. Das AC-Modul bindet den mobilen elektrischen Energiespeicher an das Wechselspannungsnetz, insbesondere das öffentliche Versorgungsnetz, an. Auf diese Weise kann dem mobilen elektrischen Energiespeicher, neben der Möglichkeit einer Versorgung aus dem Gleichspannungsnetz über das DC-Modul, auch über das AC-Modul Energie aus dem Wechselspannungsnetz zum Laden des Energiespeichers zugeführt werden. Insbesondere ermöglicht die Lade-/Entladeeinheit vermittels des AC-Moduls somit eine preiswerte Lösung zum schnellen Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers mit hohem Wirkungsgrad.

[0015] Auf diese Weise bricht die Lade-/Entladeeinheit der hier vorliegenden Art mit einer Trennung einer AC- und DC-Ladetechnologie, wie sie in gängigen Systemen oftmals vorliegt. Vielmehr erlaubt die hier erläuterte Lade-/Entladeeinheit eine kombinierte, aber dennoch einfach zu realisierende Einbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers sowohl in ein (lokales) Gleichspannungsnetz als auch in ein (öffentliches) Wechselspannungsnetz. Die Lade-/Entladeeinheit nutzt für normale Ladevorgänge, z.B. in den Leistungsbereichen bis 22kW, das AC-Modul und für Entladevorgänge das DC-Modul. Für ein Schnellladen (in höheren Leistungsbereichen, z.B. 50 kW) können die Funktionalitäten des DC-Moduls und des AC-Moduls auch kombiniert eingesetzt werden. Das bedeutet, der mobile elektrische Energiespeicher kann sowohl mit Leistung aus dem AC-Modul als auch mit Leistung aus dem DC-Modul bedient werden.

[0016] Die Komponenten der Lade-/Entladeeinheit, insbesondere DC-Modul und AC-Modul, können kostengünstig implementiert werden und erlauben eine flexible Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers für verschiedene Einsatzszenarien. Eine Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an das DC-Modul bzw. an das AC-Modul kann vermittels verschiedener Kopplungsbusse zwischen dem Energiespeicher und dem DC-Modul bzw. AC-Modul realisiert sein.

[0017] Die Lade-/Entladeeinheit der hier beschriebenen Art ermöglicht insbesondere eine Integration eines Elektrofahrzeugs in ein lokales, elektrisches Versorgungsnetz, insbesondere eine Haushaltsinstalla-

tion. Dies ermöglicht die Nutzung der Batterie des Elektrofahrzeugs für netzdienliche Aufgaben und als unterbrechungsfreie Stromversorgung im Katastrophenfall. Das DC-Modul ermöglicht einen bidirektionalen Energiefluss zwischen Elektrofahrzeug und Haushaltsinstallation. Die Lade-/Entladeeinheit kann preiswert aufgebaut werden, was den rentablen Einsatz in Heimanwendungen begünstigt. Die Kosten für die Lade-/Entladeeinheit dürften nur knapp über den Kosten eines konventionellen unidirektionalen Ladesystems liegen. Die Lade-/Entladeeinheit bietet vermittels ihres AC-Moduls bzw. vermittels einer Kombination aus DC-Modul und AC-Modul die Option der Schnellladung des Elektrofahrzeugs. Das Entladen des Elektrofahrzeuges vermittels des DC-Moduls in das Gleichspannungsnetz einer Haushaltsinstallation kann mit einer Leistung geschehen die eine autarke Versorgung eines Haushaltes ermöglicht. Die Lade-/Entladeeinheit kann als Ladesäule aufgebaut sein. Diese Ladesäule kann z.B. gemäß dem CCS- oder Chademo-Standard eingerichtet sein.

[0018] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit können die Ladespannung und die Entladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls gleich oder verschieden sein.

[0019] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit weist das DC-Modul wenigstens einen Gleichspannungswandler auf. Der Gleichspannungswandler dient zum Wandeln der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls in eine Zwischen-Gleichspannung bzw. Lade-/Entladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls oder zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung bzw. der Lade-/Entladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls.

[0020] Alternativ oder ergänzend zum Gleichspannungswandler kann das DC-Modul wenigstens einen Resonanzwandler aufweisen. Der Resonanzwandler ist allgemein eingerichtet zum Wandeln einer Gleichspannung (z.B. Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes oder Zwischen-Gleichspannung) auf seiner Eingangsseite in eine Gleichspannung (z.B. Lade-/Entladespannung) auf seiner Ausgangsseite oder umgekehrt. In Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit, in denen der Gleichspannungswandler und der Resonanzwandler kombiniert eingesetzt werden, ist der Resonanzwandler vorteilhaft dem Gleichspannungswandler in Richtung der Ausgangsseite des DC-Moduls nachgeschaltet und dient hierbei zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung des Gleichspannungswandlers in die Ladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls oder zum Wandeln der Entladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls in die Zwischen-Gleichspannung des Gleichspannungswandlers. Der Resonanzwand-

ler kann in allen Ausführungsformen einen Transformator zur galvanischen Trennung zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des DC-Moduls aufweisen.

[0021] Das DC-Modul ist somit einfach/preiswert und dennoch mit sehr hohem Wirkungsgrad aufgebaut und ermöglicht eine bidirektionale, aber dennoch einfach zu realisierende Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an das Gleichspannungsnetz. In diversen Ausführungsformen des DC-Moduls kann dieses derart aufgebaut sein, dass bis auf einen oder mehrere der Gleichspannungswandler bzw. einen oder mehrere der Resonanzwandler ansonsten keine weiteren Wandlerkomponenten in einem Pfad zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des DC-Moduls eingerichtet sind.

[0022] Der Gleichspannungswandler des DC-Moduls kann z.B. als Tiefsetzsteller betrieben werden zum Wandeln der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls in eine gegenüber der Gleichspannung niedrigere Zwischen-Gleichspannung. Alternativ kann der Gleichspannungswandler des DC-Moduls als Hochsetzsteller betrieben werden zum Wandeln der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls in eine gegenüber der Gleichspannung höhere Zwischen-Gleichspannung. Weiter alternativ kann der Gleichspannungswandler des DC-Moduls als Hoch-/Tiefsetzsteller betrieben werden zum Wandeln der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls in eine gegenüber der Gleichspannung alternativ (zeitweise) höhere oder (zeitweise) niedrigere Zwischen-Gleichspannung. Analoges gilt für den Betrieb des Gleichspannungswandlers des DC-Moduls in umgekehrter Richtung zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Eingangsseite des DC-Moduls. Auch hier kann der Gleichspannungswandler des DC-Moduls alternativ als Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller oder Hoch-/Tiefsetzsteller betrieben werden.

[0023] Der Gleichspannungswandler des DC-Moduls kann eingerichtet sein, die Zwischen-Gleichspannung variabel einzustellen. Der Gleichspannungswandler des DC-Moduls kann als Schaltwandler eingerichtet sein, der mit einer variablen Schaltfrequenz, insbesondere einer Schaltfrequenz im kHz-Bereich, insbesondere in einem Bereich von 100 bis 500 kHz, vorzugsweise 200 kHz, betreibbar ist. Der Gleichspannungswandler des DC-Moduls kann resonant mit einer (oder mehreren) bestimmten Schaltfrequenzen betrieben werden.

[0024] Der Resonanzwandler des DC-Moduls kann eingerichtet sein zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung oder einer sonstigen Gleichspannung an

dessen Eingangsseite in eine gegenüber der Zwischen-Gleichspannung oder der sonstigen Gleichspannung an dessen Eingangsseite höhere oder niedrigere Ladespannung bzw. Entladespannung oder sonstige Gleichspannung an dessen Ausgangsseite bzw. an der Ausgangsseite des DC-Moduls. Der Resonanzwandler des DC-Moduls kann als Serienresonanzwandler, insbesondere als LLC-Resonanzwandler oder als CLLC-Resonanzwandler eingerichtet sein. Der Transformator des Resonanzwandlers kann als Hochfrequenz-Transformator, insbesondere für Schaltfrequenzen im kHz-Bereich, insbesondere in einem Bereich von 100 bis 500 kHz, eingerichtet sein. Der Resonanzwandler des DC-Moduls ist vorteilhaft bidirektional zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des DC-Moduls betreibbar.

[0025] In diversen Ausführungsformen weist das DC-Modul mehrere Gleichspannungswandler und/oder mehrere Resonanzwandler auf. In diesen Implementierungen kann das DC-Modul zusätzlich eine Verschaltungssteuerung aufweisen. In einem ersten Betriebsmodus sind zwei oder mehr der Resonanzwandler mittels der Verschaltungssteuerung an den Sekundärseiten ihrer jeweiligen Transformatoren parallel an Ausgangsleitungen der Ausgangsseite schaltbar. In einem zweiten Betriebsmodus sind mehrere, insbesondere zwei, der Resonanzwandler mittels der Verschaltungssteuerung an den Sekundärseiten ihrer jeweiligen Transformatoren in Serie schaltbar, wobei die so in Serie geschalteten Resonanzwandler einen gemeinsamen Resonanzwandler-Ausgang bilden, der an die Ausgangsleitungen der Ausgangsseite schaltbar ist. Das DC-Modul kann mittels der Verschaltungssteuerung wechselweise zwischen den beiden Betriebsmodi schaltbar eingerichtet sein, wobei verschiedene Ausgangsströme bzw. Ausgangsspannungen in Abhängigkeit von dem jeweiligen Betriebsmodus an der Ausgangsseite des DC-Moduls einstellbar sind.

[0026] Ein DC-Modul der oben erläuterten Art ermöglicht eine effiziente elektrische Energiewandlung bidirektional zwischen dem mobilen elektrischen Energiespeicher und dem Gleichspannungsnetz. Dabei liegt der Wirkungsgrad des DC-Moduls sehr hoch und ist nahezu unabhängig vom Arbeitspunkt. Das DC-Modul kann kompakt im Volumen und mit einem geringen Gewicht aufgebaut werden. Die benötigten Bauteile sind preiswert verfügbar, so dass das DC-Modul an sich preiswert implementiert werden kann.

[0027] Bedingt durch den Einsatz von, insbesondere bzw. vorteilhaft resonanten, weichschaltenden Topologien bzw. Komponenten innerhalb des DC-Moduls können die Schaltfrequenzen hoch gewählt werden, insbesondere deutlich erhöht werden im Vergleich zu Lösungen gemäß dem Stand der Technik. Beispielsweise können die Schaltfrequenzen von typischen 20-60 kHz auf 100 bis 500 kHz erhöht werden. Die

passiven Bauteile können dadurch stark verkleinert werden und der Aufbau wird nochmals kompakter und preiswerter. Insbesondere im Schutzkleinspannungsbereich, wie er in Haushaltsinstallationen vorliegt, können preiswerte Industrie- als auch Automotivbauteile verwendet werden. Diese haben sehr geringe Innenwiderstände und können sehr schnell und exakt schalten. Dadurch werden die Verluste minimiert. Die Einstellung der Schaltfrequenzen der Komponenten kann in Abhängigkeit vom jeweiligen Arbeitspunkt der Komponenten erfolgen. Dies ermöglicht einen nahezu konstanten Wirkungsgrad über fast den kompletten Arbeitsbereich des DC-Moduls. Trotz der mehreren (in Serie geschalteten) „Wandlerstufen“ (Gleichspannungswandler, Resonanzwandler) der oben erläuterten Art liegt der Gesamtwirkungsgrad bei etwa 95% oder sogar darüber in einem Arbeitsbereich von 10% bis 100% der Ausgangsleistung.

[0028] Dieses Verhalten des DC-Moduls ist optimal für die Wandlung von Spannungen im Bereich regenerativer Energien, Batteriespeicher und Ladesäulen, da diese Anwendungen sehr oft im Teillastbereich gefahren werden und trotzdem sehr hohe Wirkungsgradanforderungen erfüllen sollen.

[0029] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit ist diese derart dimensioniert, dass ein maximaler Wert der Ladeleistung bzw. der Entladeleistung zum Laden bzw. Entladen des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem bzw. in das Gleichspannungsnetz gleich oder niedriger ist als ein maximaler Wert der Ladeleistung zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem Wechselspannungsnetz. Das DC-Modul der Lade-/Entladeeinheit ist somit in diesen Ausführungsformen bewusst moderat dimensioniert und wird gezielt für Lade- oder Entladevorgänge des mobilen elektrischen Energiespeichers im niedrigen Leistungsbereich eingesetzt. Auch vor diesem Hintergrund kann das DC-Modul kostengünstig hergestellt werden.

[0030] Ein Ladevorgang des mobilen elektrischen Energiespeichers mit reduzierter Ladeleistung mittels des so ausgelegten DC-Moduls hat auch den weiteren Vorteil, dass möglichst viel Energie effizient aus dem Gleichspannungsnetz der Haushaltsinstallation entnommen werden kann, angepasst an die volatile Energieerzeugung vor Ort. Ein Entladevorgang des mobilen elektrischen Energiespeichers unterscheidet sich grundsätzlich vom Ladevorgang. Die Einspeisung ins Netz ist für den Einzelkunden wenig attraktiv. Angenommen, der Mittelwert des Eigenverbrauchs eines 4-Personen-Haushalts liegt bei 0,8 kW, dann kann der Spitzenwert eines normalen Haushalts als deutlich unter 10 kW angenommen werden. Daraus folgt, dass eine Rückspeisung vom mobilen elektrischen Energiespeicher in die Haushaltsinstallation nur mit wenigen kW an Leistung zu

erfolgen braucht. Insofern kann auch ein Entladevorgang des mobilen elektrischen Energiespeichers in die Haushaltsinstallation vermittelt des moderat ausgelegten DC-Moduls sinnvoll durchgeführt werden.

[0031] Für einen Schnellladevorgang wird in der Regel eine Leistung größer 22 kW in Europa definiert. Das AC-Modul kann derart ausgelegt sein, dass es eine Leistung von 22 kW aus dem Wechselspannungsnetz an den mobilen elektrischen Energiespeicher bereitstellen kann. Wie bereits oben erläutert kann ein Schnellladevorgang dennoch über eine kombinierte Zuschaltung des DC-Moduls und des AC-Moduls an den mobilen elektrischen Energiespeicher durchgeführt werden, sodass eine kombinierte Ladeleistung von größer 22 kW, z.B. ca. 30 kW oder mehr zur Verfügung gestellt werden kann.

[0032] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit ist das AC-Modul eingerichtet wenigstens eine Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes an der Eingangsseite des AC-Moduls als Ladespannung an der Ausgangsseite des AC-Moduls zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem Wechselspannungsnetz bereitzustellen. Das AC-Lademodul kann in diesem Fall eine oder mehrere der folgenden Komponenten aufweisen: Sicherung, RCD-Modul (Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, sogenannter Residual Current Device), Schütz, ggf. Leistungs-/Energiesmessgerät. Das AC-Modul kann in diesem Fall gemäß einem herkömmlichen AC-System ausgeführt sein, wobei einem Elektrofahrzeug eine Wechselspannung bereitgestellt wird, die erst innerhalb des Elektrofahrzeugs in eine Gleichspannung gewandelt wird und den mobilen elektrischen Energiespeicher des Elektrofahrzeugs lädt.

[0033] In alternativen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit ist das AC-Modul eingerichtet wenigstens eine Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes an der Eingangsseite des AC-Moduls in eine Ladespannung an der Ausgangsseite des AC-Moduls zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers aus dem Wechselspannungsnetz zu wandeln. In diesem Fall kann das AC-Modul ergänzend zu den obigen Komponenten Wandlerkomponenten aufweisen. Z.B. kann das AC-Modul aufweisen:

- einen Gleichrichter zum Gleichrichten der Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes an der Eingangsseite des AC-Moduls in eine gleichgerichtete Zwischenspannung,
- wenigstens einen Gleichspannungswandler zum Wandeln der gleichgerichteten Zwischenspannung in die Ladespannung an der Ausgangsseite des AC-Moduls. Der Gleichspannungswandler des AC-Moduls ist vorteilhaft z.B. ein Hoch-/Tiefsetzsteller mit Leistungsfaktor-

Korrektur. Das AC-Modul kann in diesem Fall gemäß einem herkömmlichen DC-System ausgeführt sein, wobei eine Wechselspannung aus dem Wechselspannungsnetz intern in der Lade-/Entladeeinheit vermittelt des AC-Moduls gleichgerichtet und in eine (saubere) Gleichspannung gewandelt wird, wobei diese Gleichspannung dem Elektrofahrzeug bereitgestellt wird und den mobilen elektrischen Energiespeicher des Elektrofahrzeugs lädt.

[0034] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit weist diese ferner eine Steuereinheit auf zur Ansteuerung des DC-Moduls sowie des AC-Moduls zur gesteuerten Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an das Gleichspannungsnetz bzw. das Wechselspannungsnetz. Die Steuereinheit kann eine kombinierte Steuer-/Regel-/Kommunikationseinheit sein. Auf diese Weise können das DC-Modul bzw. das AC-Modul intelligent je nach Betriebssituation, Arbeitspunktverhalten, Wirkungsgrad- oder Leistungserfordernis angesteuert werden.

[0035] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit weist diese weiter wenigstens ein AC/DC-Versorgungsmodul mit einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite auf, wobei das AC/DC-Versorgungsmodul eingerichtet ist wenigstens eine Wechselspannung eines Wechselspannungsnetzes an der Eingangsseite des AC/DC-Versorgungsmoduls in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes an der Ausgangsseite des AC/DC-Versorgungsmoduls zu wandeln. Das Wechselspannungsnetz kann in diesem Fall das Wechselspannungsnetz sein, aus dem das AC-Modul Energie entnimmt, z.B. ein öffentliches Versorgungsnetz. Das Wechselspannungsnetz kann aber auch ein anderes, davon verschiedenes Wechselspannungsnetz sein. Das AC/DC-Versorgungsmodul dient der Energieübertragung zwischen dem Wechselspannungsnetz und dem Gleichspannungsnetz. Z.B. kann überschüssige Energie aus dem Gleichspannungsnetz in das Wechselspannungsnetz eingespeist werden oder Energie aus dem Wechselspannungsnetz zur Weitergabe über das DC-Modul an den mobilen elektrischen Energiespeicher, z.B. während eines Schnellladevorgangs bei knappen lokalen Energieressourcen innerhalb des Gleichspannungsnetzes, bezogen werden. Das AC/DC-Versorgungsmodul kann analog zum DC-Modul aufgebaut sein, jedoch eine zusätzliche Wandlerstufe umfassen zum Wandeln der Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes oder umgekehrt. Die zusätzliche Wandlerstufe kann z.B. eine oder mehrere B4- oder B6-Brückenschaltungen umfassen.

[0036] In diversen Ausführungsformen der Lade-/Entladeeinheit weist diese mehrere der DC-Module auf, die parallel mit ihren jeweiligen Eingangsseiten mit dem Gleichspannungsnetz verbindbar sind

und parallel mit ihren jeweiligen Ausgangsseiten mit dem mobilen elektrischen Energiespeicher verbindbar sind. Durch Parallelschaltung der mehreren DC-Module können verschiedene und insbesondere höhere Leistungen als bei einem einzelnen DC-Modul zwischen dem Gleichspannungsnetz und dem mobilen Energiespeicher ausgetauscht werden. Dennoch bleibt die Implementierung des Gesamtaufbaus vergleichsweise kostengünstig und einfach. Auf diese Weise kann eine Lade-/Entladeleistung durch Zu- oder Abschalten verschiedener der mehreren DC-Module variabel gestaltet werden. Die Teillastwirkungsgrade der Lade-/Entladeeinheit sind daher nahezu optimal vorgebar.

[0037] Vorteilhaft findet die oben erläuterte Lade-/Entladeeinheit Anwendung in einer Anordnung mit einer solchen Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen elektrischen Energiespeicher, wobei das wenigstens eine DC-Modul der Lade-/Entladeeinheit mit seiner Eingangsseite an einer oder mehreren Gleichspannungsleitungen des Gleichspannungsnetzes angeschlossen ist und mit seiner Ausgangsseite an einer oder mehreren Busleitungen eines ersten Kopplungsbusses angeschlossen ist. Das wenigstens eine AC-Modul der Lade-/Entladeeinheit ist dabei mit seiner Eingangsseite an einer oder mehreren Wechselspannungsleitungen des Wechselspannungsnetzes angeschlossen und mit seiner Ausgangsseite an einer oder mehreren Busleitungen eines zweiten Kopplungsbusses angeschlossen ist. Der mobile elektrische Energiespeicher ist vermittels der einen oder mehreren Busleitungen des ersten Kopplungsbusses mit der Ausgangsseite des DC-Moduls elektrisch verschaltet zur Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an das Gleichspannungsnetz bzw. vermittels der einen oder mehreren Busleitungen des zweiten Kopplungsbusses mit der Ausgangsseite des AC-Moduls elektrisch verschaltet zur Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers an das Wechselspannungsnetz. Das Gleichspannungsnetz kann bei dieser Anordnung ein lokales Schutzkleinspannungsnetz sein, während das Wechselspannungsnetz ein öffentliches Versorgungsnetz sein kann. Innerhalb dieser Anordnung kann die Lade-/Entladeeinheit als Ladesäule aufgebaut sein. Der mobile elektrische Energiespeicher ist dabei z.B. eine Batterie eines Elektrofahrzeugs. Die Ladesäule kann z.B. gemäß dem CCS- oder Chademo-Standard eingerichtet sein.

[0038] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Aspekte sind in den Unteransprüchen sowie in der nachfolgenden Figurenbeschreibung offenbart.

[0039] Die Erfindung wird anhand von Ausführungsbeispielen unter Zuhilfenahme mehrerer Zeichnungen im Folgenden näher erläutert.

[0040] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Systems mit einer Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen Energiespeicher,

Fig. 2 eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Systems mit einer Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen Energiespeicher,

Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines DC-Moduls einer Lade-/Entladeeinheit gemäß **Fig. 1** oder **Fig. 2**,

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines AC/DC-Versorgungsmoduls einer Lade-/Entladeeinheit gemäß **Fig. 1** oder **Fig. 2**.

[0041] **Fig. 1** zeigt eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Systems mit einer Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen Energiespeicher **2**. Die Lade-/Entladeeinheit weist mehrere DC-Module **17**, wenigstens ein AC-Modul **3** sowie mehrere AC/DC-Versorgungsmodule **18** auf.

[0042] In dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** sind jeweils drei DC-Module **17** und AC/DC-Versorgungsmodule **18** eingerichtet. Es kann aber auch eine jeweils andere Anzahl der DC-Module **17** bzw. der AC/DC-Versorgungsmodule **18** vorgesehen sein. Die Anzahl der DC-Module **17** kann sich auch von der Anzahl der AC/DC-Versorgungsmodule **18** unterscheiden.

[0043] Die einzelnen AC/DC-Versorgungsmodule **18** sind jeweils Verbindungsglieder zwischen einem 48V DC Gleichspannungsnetz **20** (z.B. einem lokalen Batteriespeicher oder einer lokalen Haushaltsinstallation) und einem elektrischen Wechselspannungsnetz **19**, wobei das Wechselspannungsnetz **19** z.B. ein öffentliches Versorgungsnetz oder ein Inselnetz ist. Die einzelnen AC/DC-Versorgungsmodule **18** weisen jeweils eine Eingangsseite auf, die mit dem Wechselspannungsnetz **19** verschaltet ist, und weisen jeweils eine Ausgangsseite auf, die mit dem Gleichspannungsnetz **20** verschaltet ist. In dem Ausführungsbeispiel von **Fig. 1** ist das oberste AC/DC-Versorgungsmodul **18** mit einer Phase **L1** und einem Neutralleiter N, das mittlere AC/DC-Versorgungsmodul **18** mit einer Phase **L2** und dem Neutralleiter N und das unterste AC/DC-Versorgungsmodul **18** mit einer Phase **L3** und dem Neutralleiter N des Wechselspannungsnetzes **19** verbunden. Andere Konstellationen sind möglich. Es ist auch möglich, dass ein oder mehrere AC/DC-Versorgungsmodule **18** mit mehreren der Phasen **L1** bis **L3** und dem Neutralleiter N verbunden sind.

[0044] Ein jedes AC/DC-Versorgungsmodul **18** weist in dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** mehrere Gleichspannungswandler **14**, mehrere Reso-

nanzwandler **15** und wenigstens eine B4- oder B6-Brücke **16** auf. Diese Komponenten eines jeden AC/DC-Versorgungsmoduls **18** werden auch im Zusammenhang mit **Fig. 4** unten nochmals näher erläutert.

[0045] Die AC/DC-Versorgungsmodule **18** wandeln mittels der Komponente **16** eine Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes **19** in eine erste Gleichspannung, die mittels der Resonanzwandler **15** in eine zweite Gleichspannung und schließlich mittels der Gleichspannungswandler **14** in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes **20** gewandelt wird. Die Komponenten **14**, **15**, **16** können derart eingerichtet sein, dass die erste Gleichspannung höher ist als die zweite Gleichspannung, die zweite Gleichspannung jedoch niedriger ist als die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes **20**. Insbesondere können die Gleichspannungswandler **14** hierbei als Hochsetzsteller der zweiten Gleichspannung in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes **20** arbeiten.

[0046] Die AC/DC-Versorgungsmodule **18** können auf diese Weise das Gleichspannungsnetz **20** mit elektrischer Energie aus dem Wechselspannungsnetz **19** speisen. Vorteilhaft sind die AC/DC-Versorgungsmodule **18** eingerichtet, bidirektional betrieben zu werden. Das bedeutet, dass die AC/DC-Versorgungsmodule **18** auch Energie in der umgekehrten Richtung, d.h. vom Gleichspannungsnetz **20** in Richtung des Wechselspannungsnetzes **19**, transferieren können. Dabei können die jeweiligen Gleichspannungswandler **14** z.B. aus der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes **20** (z.B. Batteriegleichspannung eines Batteriesystems **20**) eine pulsierende Zwischenspannung machen, die aus periodischen Sinushalbwellen besteht. Die jeweiligen Serienresonanzwandler **15** setzen die kleine gepulste Zwischenspannung jeweils auf eine hohe gepulste Zwischenspannung. Die jeweiligen Wandler-Einheiten **16** (B4-Brücken) invertieren jede zweite Sinushalbwelle der hohen gepulsten Zwischenspannung. Die jeweiligen B4-Brücken werden vorteilhaft derart gesteuert, dass sie im Bereich der Nulldurchgänge pulsen, so dass ein sehr sauberer Sinus der so erzeugten Ausgangswechselspannung entsteht.

[0047] Eine alternative oder ergänzende Ausführung/Anwendung der AC/DC-Versorgungsmodule **18** gemäß **Fig. 1** könnte als Eingang z.B. mehrere in Reihe geschaltete Photovoltaikmodule **1** am Gleichspannungsnetz **20** nutzen und diese Energie entsprechend in ein öffentliches oder ein Inselnetz **19** einspeisen. An das Netz **20** kann auch ein Photovoltaiksystem **1** mit Einzelmodulwandler oder ein Photovoltaiksystem **1** mit mehreren in Reihe oder parallel geschalteten Modulen und Tiefsetzsteller angeschlossen werden.

[0048] Die einzelnen DC-Module **17** der Lade-/Entladeeinheit sind jeweils Verbindungsglieder zwischen dem 48V DC Gleichspannungsnetz **20** und dem mobilen elektrischen Energiespeicher **2**, der z.B. eine Batterie eines Elektrofahrzeuges sein kann. Die einzelnen DC-Module **17** weisen jeweils eine Eingangsseite auf, die mit dem Gleichspannungsnetz **20** verschaltet ist, und weisen jeweils eine Ausgangsseite auf, die mit einem Kopplungsbus (Gleichspannungsbus) **4** verschaltet ist, wobei der Kopplungsbus **4** wiederum den mobilen elektrischen Energiespeicher **2** ankoppelt.

[0049] Die DC-Module **17** weisen jeweils mehrere Gleichspannungswandler **14** und mehrere Resonanzwandler **15** auf. Die Komponenten **14** und **15** können analog zu den Komponenten **14** und **15** der jeweiligen AC/DC-Versorgungsmodule ausgeführt sein. Die Komponenten **14** und **15** eines jeden DC-Moduls **17** werden auch im Zusammenhang mit **Fig. 3** unten nochmals näher erläutert.

[0050] Die jeweiligen DC-Module **17** verbinden den mobilen elektrischen Energiespeicher **2** bidirektional mit dem Gleichspannungsnetz **20**. Das bedeutet, dass dem mobilen elektrischen Energiespeicher **2** elektrische Energie zum Laden aus dem Gleichspannungsnetz **20** zugeführt werden kann und umgekehrt der mobile elektrische Energiespeicher **2** entladen werden kann, so dass elektrische Energie in das Gleichspannungsnetz **20** transferiert wird. Ersterer Fall ist z.B. vorgesehen, um den Energiespeicher **2** mit elektrischer Eigenenergie eines Haushalts aus dem Netz **20** zu versorgen, wobei die elektrische Energie z.B. aus Photovoltaik **1** gewonnen wird. Letzterer Fall ist z.B. vorteilhaft für eine Versorgung einer Haushaltsinstallation **20** mit elektrischer Energie aus dem Energiespeicher **2**. Mittels der DC-Module ist der Energiespeicher **2** somit auf sehr einfache Weise bidirektional an die Haushaltsinstallation **20** angebunden. Abgesehen von der Leistungselektronik innerhalb der DC-Module sind im Wesentlichen sonst keine weiteren Module oder Komponenten erforderlich.

[0051] Das AC-Modul **3** dient zur Anbindung des Energiespeichers **2** an ein Wechselspannungsnetz zum Laden des Energiespeichers **2** aus dem Wechselspannungsnetz. Das Wechselspannungsnetz ist im Ausführungsbeispiel ebenfalls das Netz **19**, kann aber auch ein anderes Wechselspannungsnetz sein. Das AC-Modul **3** weist eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite auf. Die Eingangsseite des AC-Moduls **3** ist mit dem Wechselspannungsnetz **19** verbunden. Die Ausgangsseite des AC-Moduls **3** ist über einen Kopplungsbus **6** mit dem Elektrofahrzeug bzw. mit dem Energiespeicher **2** gekoppelt. Neben einer Anbindung des Energiespeichers **2** mittels der DC-Module **17** an das Gleichspannungsnetz **20** erfolgt somit auch eine Anbindung des Energie-

speichers **2** vermittels des AC-Moduls **3** unmittelbar an das Wechselspannungsnetz **19**. Auf diese Weise stellt die Lade-/Entladeeinheit für den Energiespeicher **2** zumindest folgende Betriebsoptionen auf einfache Weise bereit:

- Laden des Energiespeichers **2** vermittels der DC-Module **17** aus dem Gleichspannungsnetz **20**,
- Entladen des Energiespeichers **2** vermittels der DC-Module **17** in das Gleichspannungsnetz **20**,
- Laden des Energiespeichers **2** vermittels des AC-Moduls **3** aus dem Wechselspannungsnetz **19**.

[0052] Es ist möglich und aus Sicht eines Schnellladevorgangs auch vorteilhaft, den Energiespeicher **2** parallel sowohl vermittels der DC-Module **17** aus dem Gleichspannungsnetz **20** als auch vermittels des AC-Moduls **3** aus dem Wechselspannungsnetz **19** zu laden. Auf diese Weise kann eine kumulierte elektrische Leistung sowohl aus dem Gleichspannungsnetz **20** als auch unmittelbar aus dem Wechselspannungsnetz **19** zum Laden des Energiespeichers **2** bezogen werden. Zudem sind noch folgende weiteren alternativen oder ergänzenden Betriebsoptionen möglich:

- Entladen des Energiespeichers **2** vermittels des AC-Moduls **3** unmittelbar in das Wechselspannungsnetz **19**,
- Entladen des Energiespeichers **2** vermittels der DC-Module **17** und des Gleichspannungsnetzes **20** sowie der AC/DC-Versorgungsmodule **18** mittelbar in das Wechselspannungsnetz **19**,
- Laden des Energiespeichers **2** vermittels der DC-Module **17** und des Gleichspannungsnetzes **20** sowie der AC/DC-Versorgungsmodule **18** mittelbar aus dem Wechselspannungsnetz **19**.

[0053] Auf diese Weise umfasst die Lade/Entladeeinheit bezüglich einer Anbindung des Energiespeichers **2** im Wesentlichen zwei unmittelbar maßgebliche Funktionsblöcke. Der eine Funktionsblock ist durch das AC-Modul **3** realisiert und der andere Funktionsblock ist durch die ein oder mehreren DC-Module **17** realisiert. Eine übergeordnete Steuerung **5** (in diesem Ausführungsbeispiel eine Steuer-, Regel- und Kommunikationseinheit) kann die DC-Module **17**, das AC-Modul **3** sowie ggf. die AC/DC-Versorgungsmodule **18** entsprechend dem gewünschten Betrieb und den erforderlichen Aufgaben steuern. Je nach Betriebsoption Laden/Entladen des Energiespeichers über die DC-Module **17** bzw. das AC-Modul **3** werden die Module **17** bzw. **3** entsprechend gesteuert. Eine derartige Steuerung kann nicht nur das Zu- und Abschalten zwischen DC-Modulen **17** und AC-

Modul **3**, sondern auch die Steuerung der übertragenen elektrischen Leistungen umfassen.

[0054] Im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** kann die Lade-/Entladeeinheit z.B. konkret eine Ladesäule gemäß dem CCS-Standard sein, wobei dem Elektrofahrzeug vermittels des AC-Moduls **3** eine Wechselspannung bereitgestellt wird, die innerhalb des Elektrofahrzeugs in eine Gleichspannung gewandelt wird (z.B. über ein fahrzeuginternes Ladegerät). Über diese Gleichspannung kann dann der Energiespeicher **2** geladen werden. Das AC-Modul **3** kann hierbei z.B. steuerbar die Ladeleistungen 0kW (abgeschaltet), 3, 6kW, 7,2kW, 11kW, 14,6kW und 22kW bereitstellen. Diese Ladeleistungen können z.B. über eine Wahlmöglichkeit angewählt oder z.B. von der Steuerung **5** vorgegeben werden. Das AC-Modul **3** umfasst im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** eine Sicherung, ein RCD-Modul, ein Schütz und ggf. ein Leistungs-/Energiesmessgerät (nicht dargestellt). Die Steuerung **5** kann als zentrale Kommunikations- und Steuerungseinheit fungieren, die mit dem internen Ladegerät des Fahrzeugs die maximale Ladeleistung aushandelt. Über das Schütz wird das Versorgungsnetz **19**, z.B. über einen CCS-Typ **2** Stecker, mit dem Elektrofahrzeug verbunden. Die RCD-Überwachungseinheit überprüft den Ladevorgang auf Ableitströme und stellt somit eine elektrische Sicherheit da.

[0055] Neben dem AC-Modul sind im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** die regelbaren bi-direktionalen DC-Lade-/Entlademodule **17** in die CCS-Ladesäule integriert. Die Leistung eines jeden DC-Moduls **17** kann z.B. 1,5kW oder 3,6kW betragen. In diesem Fall sind die einzelnen DC-Module **17** in ihrer Leistung moderat dimensioniert (mit einer Leistung kleiner oder gleich einer Leistung des AC-Moduls **3**) und können kostengünstig in die Ladesäule integriert werden. Die einzelnen DC-Module **17** können selektiv zwischen dem Gleichspannungsnetz **20** und dem Kopplungsbus **4** parallel zu- oder abgeschaltet werden, je nachdem, welche kumulierte Leistung gerade aus dem bzw. in das Gleichspannungsnetz **20** transferiert werden soll. Es ist z.B. möglich, für eine geringe Leistung von 1,5kW nur eines der drei DC-Module **17** mit einer Leistung von 1,5kW zwischen das Gleichspannungsnetz **20** und den Kopplungsbus **4** zu schalten. Werden höhere Leistungen benötigt, können auch mehrere DC-Module **17** oder alle DC-Module **17** zugeschaltet werden. Auf diese Weise können, bei einer Leistung von 1,5kW pro DC-Modul **17** (bei drei DC-Modulen **17** gemäß **Fig. 1**) Leistungen zwischen 0kW und 4,5kW (1,5kW x 3) bi-direktional zwischen dem Energiespeicher **2** und dem Gleichspannungsnetz **20** transferiert werden. Bei Einsatz eines 3,6kW-DC-Moduls **17** können Leistungen zwischen 0kW und 10,8kW (3,6kW x 3) transferiert werden. Die gemeinsame/zentrale Steuer-, Regel- und Kommunikationseinheit **5** ermöglicht die koordinierte Ansteeue-

zung der jeweiligen Module (DC-Module **17** bzw. AC-Modul **3**).

[0056] Bei der Verwendung von drei 3,6kW-DC-Modulen in Verbindung mit einer angenommenen Höchstleistung von 22kW des AC-Moduls **3** kann der Energiespeicher **2** mit maximal 32,8kW (kumuliert 10,8kW aus den DC-Modulen **17** und 22kW aus dem AC-Modul **3**) geladen (Schnellladen) oder mit bis zu 10,8kW (über die parallel geschalteten DC-Module **17**) in das Gleichspannungsnetz **20** entladen werden. Die Ladesäule gemäß der Ausführungsform in **Fig. 1** umfasst somit einen vergleichsweise leistungsstarken steuerbaren AC-Ladeteil (AC-Modul **3**) und in einen mit vergleichsweise (deutlich) weniger Leistung ausgelegten regelbaren bidirektionalen DC-Lade-/Entladeteil (DC-Module **17**).

[0057] Eine (kleine) Photovoltaikanlage **1** kann auf 48V DC-Ebene in das Gleichspannungsnetz **20** einspeisen und dort z.B. eine stationäre Batterie (nicht dargestellt) laden. Dies ist völlig ausreichend für ein normales Einfamilienhaus. Selbst Mehrfamilienhäuser und kleine Gewerbebetriebe könnten mit solch einem System ausgestattet werden.

[0058] **Fig. 2** zeigt eine schematische Darstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels eines Systems mit einer Lade-/Entladeeinheit und einem mobilen Energiespeicher **2**. Sämtliche Komponenten entsprechen denen in **Fig. 1** und bedürfen an dieser Stelle keiner weiteren Erläuterung. Einzig das AC-Modul **3** ist in diesem Ausführungsbeispiel anders konfiguriert als das AC-Modul **3** gemäß **Fig. 1**.

[0059] Im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** kann die Lade-/Entladeeinheit z.B. konkret eine Ladesäule gemäß dem Chademo-Standard sein, wobei das AC-Modul aus der Wechselspannung des Netzes **19** eine Gleichspannung erzeugt und diese dem Elektrofahrzeug über den Kopplungsbuss **6** bereitstellt. Innerhalb des Elektrofahrzeugs kann dann über die vom AC-Modul **3** bereitgestellte Gleichspannung der Energiespeicher **2** geladen werden. Das AC-Modul **3** umfasst in dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** eine Sicherung, einen Gleichrichter sowie einen Hoch-/Tiefsetzsteller mit Leistungsfaktorkorrektur (PFC-Funktion). Alternativ zum Hoch-/Tiefsetzsteller kann z.B. auch ein einfacher Hochsetzsteller eingesetzt werden. Im Übrigen entspricht die Funktionalität der Ladesäule gemäß **Fig. 2** der, wie zu **Fig. 1** beschrieben.

[0060] Die **Fig. 3** und **Fig. 4** beschreiben nun nochmals Einzelheiten in Aufbau und Funktion der DC-Module **17** (siehe **Fig. 3**) und der AC/DC-Versorgungsmodule **18** (siehe **Fig. 4**).

[0061] **Fig. 3** zeigt eine Ausführungsform eines DC-Moduls **17**, wie es beispielsweise in der Lade-/Entladeeinheit gemäß **Fig. 1** oder **Fig. 2** implemen-

tiert sein kann. Das DC-Modul **17** gemäß **Fig. 3** weist eine Mehrzahl von Gleichspannungswandlern **14** auf, die jeweils mit einer Schutzkleinspannungsseite des Gleichspannungsnetzes **20** (vgl. **Fig. 1** und **Fig. 2**) als Eingangsseite der Gleichspannungswandler **14** verschaltet sind. Die Gleichspannungswandler **14** wandeln jeweils eine Eingangsgleichspannung auf der Schutzkleinspannungsseite des Gleichspannungsnetzes **20** in eine erste gewandelte Gleichspannung (Zwischenspannung) an der Ausgangsseite der Gleichspannungswandler **14** um. Diese Zwischenspannung wird einer Mehrzahl von Resonanzwandlern **15** zugeführt, die im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** als Serien-Resonanzwandler eingerichtet sind. Die Resonanzwandler **15** wandeln jeweils die erste gewandelte Gleichspannung (Zwischenspannung) um in eine zweite gewandelte Gleichspannung (Lade-/Entladespannung) an der Ausgangsseite des DC-Moduls **17**. Im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** umfasst das DC-Modul **17** zwei Anschlussleitungen jeweils an der Eingangsseite und an der Ausgangsseite. Diese können gemäß den **Fig. 1** oder **Fig. 2** mit jeweils zwei Anschlussleitungen („+“ und „-“) des Gleichspannungsnetzes **20** bzw. des Kopplungsbusses **4** verbunden werden. Das DC-Modul kann aber auch mehr als zwei Anschlussleitungen aufweisen, wenn mehr als zwei Gleichspannungsleitungen bedient werden sollen.

[0062] Nachfolgend werden die Funktionsweisen der einzelnen Komponenten **14** und **15** des DC-Moduls **17** gemäß **Fig. 3** sowie deren Zusammenspiel anhand beispielhafter Implementierungen näher erläutert.

[0063] Bei dem hier gezeigten modularen System des DC-Moduls **17** handelt es sich um ein galvanisch getrenntes Wandlersystem. Die Gleichspannungswandler **14** sind beispielhaft als Hoch-/Tiefsetzsteller eingerichtet, die direkt an die Serienresonanzwandler **15** oder alternativ als parallele Einheiten mit einem oder mehreren Serienresonanzwandlern **15** verbunden sein können. Die Gleichspannungswandler **14** können eine beliebige positive Spannung/einen beliebigen positiven oder negativen Strom erzeugen.

[0064] In **Fig. 3** ist eine Funktion der Gleichspannungswandler **14** beispielhaft derart veranschaulicht, dass sie als Tiefsetzsteller zwischen ihrer Eingangsseite und ihrer Ausgangsseite bzw. als Hochsetzsteller zwischen ihrer Ausgangsseite und ihrer Eingangsseite arbeiten. Selbstverständlich können die Gleichspannungswandler **14** auch als Hochsetzsteller zwischen ihrer Eingangsseite und ihrer Ausgangsseite bzw. als Tiefsetzsteller zwischen ihrer Ausgangsseite und ihrer Eingangsseite arbeiten. Auch ein bidirektionaler Betrieb der Gleichspannungswandler **14** jeweils als Hoch-/Tiefsetzsteller in beiden Richtungen zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite ist möglich. Der/die Serienresonanzwandler **15** sind

z.B. als CLLC-Wandler eingerichtet und setzen diese Spannung galvanisch getrennt mittels eines Hochfrequenztransformators (z.B. ca. 200kHz Schaltfrequenz) in eine höhere Spannung um.

[0065] Die Schutzkleinspannung (z.B. 48 V) des Gleichspannungsnetzes **20** auf der Eingangsseite wird gemäß **Fig. 3** beispielhaft zunächst durch ein oder mehrere Gleichspannungswandler **14** in eine kleinere Spannung als die Eingangsspannung (Tiefsetzstellung) gewandelt (erste gewandelte Gleichspannung). Dabei kann diese Zwischenspannung eine beliebige Amplitude, einen beliebigen Zeitverlauf und eine beliebige Frequenz haben. Die Zwischenspannung kann somit beliebige Formen zwischen der Spannung 0 V und der Eingangsspannung (von 48 V) annehmen. Dabei können mehrere Gleichspannungswandler **14** parallel zum Einsatz kommen. Die Schaltvorgänge können um $360^\circ/\text{Anzahl}$ der parallelen Gleichspannungswandler **14** versetzt stattfinden. Die Anzahl der aktiven parallelen Gleichspannungswandler **14** ist abhängig von der zu übertragenden Leistung und vom nötigen berechneten Aussteuergrad. Im Teillastbereich können weniger Gleichspannungswandler **14** arbeiten, was den Wirkungsgrad verbessert. Abhängig vom Aussteuergrad kann man eine entsprechende Phasenzahl wählen, um die Schwankungsbreite des Eingangsstromes zu vermindern und somit einen Eingangsfiler zu minimieren. Bei Anwendungen mit Batterien im Eingangskreis (innerhalb des Gleichspannungsnetzes **20**) schont dies die Batteriezellen.

[0066] Die Gleichspannungswandler **14** werden mit einer hohen variablen Schaltfrequenz betrieben (z.B. zwischen 100 kHz und 500 kHz, insbesondere 200 kHz). Die Schaltfrequenz ist vom Arbeitspunkt abhängig und wird so gesteuert, dass im Falle des resonanten weichschaltenden Betriebs die Gesamtverluste eines jeden Gleichspannungswandlers **14** minimal sind. Durch die Veränderung der Schaltfrequenz wird ein sehr hoher Wirkungsgrad auch im Teillastbereich gewährleistet. Bei sehr kleinen Leistungen kann ein jeder Gleichspannungswandler **14** im Paket-Modus betrieben werden. Ein Gleichspannungswandler **14** besteht beispielhaft aus einer oder mehreren parallelen B2-Brücken, einer Induktivität, ggf. einer nichtlinearen Kapazität und einer Ansteuerschaltung für die eingesetzten Schaltelemente, z.B. sehr schnelle MOSFET-Leistungshalbleiter, die vorteilhaft einen sehr geringen Innenwiderstand haben.

[0067] Vorteilhaft, wie oben erläutert, sind die Gleichspannungswandler **14** für einen bidirektionalen Energieaustausch vorgesehen. D.h. in die Richtung von der Zwischenspannung zur Eingangsspannung wirken die Gleichspannungswandler **14** jeweils als resonant betriebener Hochsetzsteller.

[0068] Der zweite Teilabschnitt des DC-Moduls **17** wandelt die Zwischenspannung im Schutzkleinspannungsbereich in die Lade-Entladespannung höherer Amplitude (z.B. 100 bis 500 V). Dazu werden ein oder mehrere Serienresonanzwandler **15** eingesetzt. Ein jeweiliger Serienresonanzwandler **15** kann z.B. als CLLC- oder als LLC-Resonanzwandler aufgebaut werden. Dazu werden im Falle eines LLC-Resonanzwandlers eine B4-Brücke, ein Hochfrequenz-Übertrager und eine sekundärseitige B2-Brücke benötigt. Die primärseitige B4-Brücke ist in der Regel mit mehreren parallel geschalteten MOSFETs ausgestattet. Die B2-Brücke auf der Sekundärseite kann ebenfalls mit mehreren parallel geschalteten MOSFETs ausgestattet werden. Der zweite Teilabschnitt wird z.B. als LLC-Wandler **15** resonant betrieben und kann somit sehr hohe Schaltfrequenzen realisieren bei gleichzeitig sehr geringen Verlusten. Dies ermöglicht eine sehr kostengünstige, kompakte Baugruppe mit einer sehr hohen Energieeffizienz. Ein jeder Serienresonanzwandler **15** realisiert somit die Spannungsübertragung und die Potentialtrennung (galvanische Trennung) von der Schutzkleinspannungsseite (Primär) zur Niederspannungsseite (Sekundär). Selbstverständlich ist dieser Schaltungsteil (Serienresonanzwandler **15**) auch für einen bidirektionalen Energieaustausch ausgelegt. Der nötige Übertrager (Transformator) kann vorteilhaft in Planartechnik ausgeführt werden. Mehrere Serienresonanzwandler **15** können parallel geschaltet werden, um verschiedene Ausgangsleistungen zu realisieren und bei Teillast die einzelnen Wandler besser auszunutzen.

[0069] **Fig. 4** zeigt eine Ausführungsform eines AC/DC-Versorgungsmoduls **18**, wie es beispielsweise in der Lade-/Entladeeinheit gemäß **Fig. 1** oder **Fig. 2** implementiert sein kann. Das AC/DC-Versorgungsmodul **18** weist in dieser Ausführungsform dieselbe Funktionalität auf, wie das DC-Modul gemäß **Fig. 3**. An dieser Stelle bedarf dies keiner weiteren Ausführung.

[0070] Zusätzlich zum DC-Modul **17** gemäß **Fig. 3** weist das AC/DC-Versorgungsmodul **18** gemäß **Fig. 4** jedoch noch eine zusätzliche Wandlereinheit **16** auf, die mit den jeweiligen Ausgangsseiten der Resonanzwandler **15** verschaltet ist. Die gewandelte Gleichspannung an den jeweiligen Ausgangsseiten der Resonanzwandler **15** (zweite Zwischenspannung) wird der Wandler-Einheit **16** bereitgestellt. Die Wandler-Einheit **16** ist im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** als B4-Brücke aufgebaut. Sie kann alternativ aber auch als B2-Brücke oder B6-Brücke oder ähnliches aufgebaut sein. Die Wandler-Einheit **16** wandelt die zweite gewandelte Gleichspannung (zweite Zwischenspannung) um in eine oder mehrere dritte gewandelte Gleichspannungen bzw. eine oder mehrere gewandelte Wechselspannungen. Die eine oder mehreren dritten gewandelten Gleichspannungen bzw. die eine oder mehreren gewandelten Wech-

selspannungen können dann einem oder mehreren Gleichspannungs- bzw. Wechselspannungsnetzen zur Versorgung/Speisung elektrischer Verbraucher bereitgestellt werden (vgl. **Fig. 1** und **Fig. 2**). Es ist alternativ oder ergänzend aber auch möglich, dass ein Energiefluss von elektrischen Erzeugern an einem oder mehreren Gleichspannungs- bzw. Wechselspannungsnetzen über die Wandler-Einheit **16**, die Resonanzwandler **15** und die Gleichspannungswandler **14** hin zum Gleichspannungsnetz **20** der bestimmten Schutzkleinspannung (siehe Eingangsseite der Gleichspannungswandler **14** und **Fig. 1** und **Fig. 2**) eingerichtet wird. Mit anderen Worten können die Komponenten **14**, **15** und **16** des AC/DC-Versorgungsmoduls **18** bidirektional arbeiten.

[0071] Die Wandlereinheit **16** kann optional eingerichtet sein und wird nur benötigt wenn eine positive bzw. (zeitweise) negative Ausgangsspannung erzeugt werden soll. Die Wandler-Einheit **16** kann die Invertierung der Ausgangsspannung übernehmen, falls dies gewünscht wird. Dies wird z.B. benötigt, wenn die Ausgangsspannung eine Wechselspannung sein soll. Im Bereich kleiner Ausgangsspannung kann die Spannungsqualität deutlich verbessert werden, indem man hier die B4-Brücke als PWM-getaktete Wechselspannungsbrücke verwendet. Bei den geringen Spannungen fallen hier nur geringe Schaltverluste an. Ansonsten, z.B. bei höheren Ausgangsspannungen, kann die B4-Brücke auch nur als Inverter arbeiten. Die Spannungsform bzw. Amplitude wird dabei durch den/die Gleichspannungswandler **14** vorgegeben. Der/die Gleichspannungswandler **14** erzeugen hierbei z.B. eine gepulste Gleichspannung. Diese gepulste Gleichspannung wird über den/die Serienresonanzwandler **15** in eine höhere Gleichspannung transformiert. Die Wandler-Einheit **16** invertiert dann z.B. jede zweite Halbwelle der gepulsten Gleichspannung und erzeugt auf diese Weise eine Wechselspannung an ihrer Ausgangsseite.

[0072] Bei beiden Modulen (DC-Modul **17** und AC/DC-Versorgungsmodul **18**) sind, bedingt durch die sehr hochfrequenten, resonant betriebenen Umrichterkomponenten **14** und **15** nur Filter mit hohen Grenzfrequenzen einzusetzen. Diese sind sehr kompakt und preiswert. Ein optionales Betriebsmanagement und eine optional implementierte Regelungstechnik ermöglichen einen weitgehend fehlertoleranten Betrieb, wodurch eine sehr hohe Resilienz gegen Netzstörungen von außen erreicht wird. Die Schaltungen **17** und **18** sind vorteilhaft u.a. Leerlauf- und Kurzschlussfest.

[0073] In den AC/DC-Versorgungsmodulen **18** bzw. DC-Modulen **17** werden vorteilhaft resonant angesteuerte/schaltende Topologien **14**, **15** kombiniert, die in Richtung des Energiespeichers **2** zunächst eine Spannung verkleinern und dann galvanisch getrennt deutlich vergrößern. Mittels eines nachgeschalteten

Spannungsinverters **16** (insbesondere im Falle der AC/DC-Versorgungsmodule **18**) und dem getakteten Betrieb im Bereich kleiner Ausgangsspannungen können sowohl Gleichspannungen als auch Wechselspannungen gestellt werden. Ein Betrieb in umgekehrter Reihenfolge ist ebenso möglich.

[0074] Die dargestellten Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft gewählt. In alternativen Ausführungsformen können die DC-Module und die AC/DC-Versorgungsmodule baugleich ausgeführt sein. In diesem Fall kann die Wandlereinheit **16** für einen Betrieb als DC-Module optional abgeschaltet bzw. auf Durchgangsbetrieb geschaltet werden, sodass die Ausgangsspannung nicht invertiert wird. Die Wandlereinheit **16** wird dann nur für einen Betrieb als AC/DC-Versorgungsmodule eingesetzt. Ferner können in alternativen und weiterführenden Ausführungsformen die Ausgangsseiten der Resonanzwandler **15** der DC-Module über eine Verschaltungssteuerung derart gesteuert werden, dass die Ausgangsseiten der Resonanzwandler **15** parallel oder z.B. zwei Ausgangsseiten in Serie geschaltet werden, so dass sie einen gemeinsamen Ausgang bilden. Auf diese Weise können die Ausgangsseiten der Resonanzwandler **15** intelligent geschaltet werden, um Ausgangsströme bzw. Ausgangsspannungen variabel einstellen zu können.

[0075] Die hier beschriebene Lade-/Entladeeinheit zeichnet sich dadurch aus, dass ein Ladevorgang eines Energiespeichers **2** mit einer AC-Ladetechnologie (vermittels des AC-Moduls) preiswert und mit hohem Wirkungsgrad realisiert werden kann. Gleichzeitig ist durch die Verwendung von kleinen, modularen, moderat ausgelegten DC/DC-Wandlersystemen (DC-Module **17**) eine sehr preiswerte DC-Lade-/Entladetechnologie integriert. Die hier vorliegende Lade-/Entladeeinheit kann daher mit einem Bruchteil der Kosten einer gängigen DC-Ladesäule angeboten werden. Da in einem Haushalt die Verbräuche deutlich unter 10kW liegen, ist es mit den kleinen preiswerten DC-Modulen möglich, die Eigenverbrauchsquote eines Haushalts massiv zu steigern und durch die Kombination mit dem AC-Ladesystem trotzdem schnelle Ladevorgänge für einen Energiespeicher **2** zur Verfügung zu haben. Auf diese Weise ist der Energiespeicher **2** optimal integrierbar in eine lokale Haushaltsinstallation.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|------------------------|
| 1 | Photovoltaiksystem |
| 3 | AC-Modul |
| 4 | Kopplungsbus |
| 5 | Steuerung |
| 6 | Kopplungsbus |
| 14 | Gleichspannungswandler |

- 15 Resonanzwandler
- 16 Wandler-Einheit
- 17 DC-Modul
- 18 AC/DC-Versorgungsmodul
- 19 Versorgungsnetz, Wechselspannungsnetz
- 20 Gleichspannungsnetz

Schutzansprüche

1. Lade-/Entladeeinheit zur Anbindung eines mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Spannungsnetz (19, 20), wobei die Lade-/Entladeeinheit wenigstens ein DC-Modul (17) zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Gleichspannungsnetz (20) und wenigstens ein AC-Modul (3) zur elektrischen Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an ein Wechselspannungsnetz (19) aufweist, wobei das DC-Modul (17) eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite aufweist und sowohl eingerichtet ist eine Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes (20) an der Eingangsseite des DC-Moduls (17) in eine Ladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Gleichspannungsnetz (20) zu wandeln, als auch eingerichtet ist eine Entladespannung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) in eine Gleichspannung an der Eingangsseite des DC-Moduls (17) zum Einspeisen in das Gleichspannungsnetz (20) zu wandeln, und wobei das AC-Modul (3) eine Eingangsseite und eine Ausgangsseite aufweist und eingerichtet ist den mobilen elektrischen Energiespeicher (2) an der Ausgangsseite des AC-Moduls (3) an das Wechselspannungsnetz (19) an der Eingangsseite des AC-Moduls (3) anzubinden zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Wechselspannungsnetz (19).

2. Lade-/Entladeeinheit nach Anspruch 1, wobei das DC-Modul (17) aufweist:

- wenigstens einen Gleichspannungswandler (14) zum Wandeln der Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes (20) an der Eingangsseite des DC-Moduls (17) in eine Zwischen-Gleichspannung oder zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes (20) an der Eingangsseite des DC-Moduls (17),
- wenigstens einen Resonanzwandler (15) zum Wandeln der Zwischen-Gleichspannung in die Ladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) oder zum Wandeln der Entladespannung an der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) in die Zwischen-Gleichspannung, wobei der Resonanzwandler (15) einen Transformator zur galvanischen Trennung zwischen der Eingangsseite und der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) aufweist.

3. Lade-/Entladeeinheit nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lade-/Entladeeinheit derart dimensioniert ist, dass ein maximaler Wert der Ladeleistung bzw. der Entladeleistung zum Laden bzw. Entladen des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem bzw. in das Gleichspannungsnetz (20) gleich oder niedriger ist als ein maximaler Wert der Ladeleistung zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Wechselspannungsnetz (19).

4. Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das AC-Modul (3) eingerichtet ist wenigstens eine Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes (19) an der Eingangsseite des AC-Moduls (3) als Ladespannung an der Ausgangsseite des AC-Moduls (3) zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Wechselspannungsnetz (19) bereitzustellen.

5. Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das AC-Modul (3) eingerichtet ist wenigstens eine Wechselspannung des Wechselspannungsnetzes (19) an der Eingangsseite des AC-Moduls (3) in eine Ladespannung an der Ausgangsseite des AC-Moduls (3) zum Laden des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) aus dem Wechselspannungsnetz (19) zu wandeln.

6. Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 5, weiter aufweisend eine Steuerung (5) zur Ansteuerung des DC-Moduls (17) sowie des AC-Moduls (3) zur gesteuerten Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an das Gleichspannungsnetz (20) bzw. das Wechselspannungsnetz (19).

7. Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 6, weiter aufweisend wenigstens ein AC/DC-Versorgungsmodul (18) mit einer Eingangsseite und einer Ausgangsseite, wobei das AC/DC-Versorgungsmodul (18) eingerichtet ist wenigstens eine Wechselspannung eines Wechselspannungsnetzes (19) an der Eingangsseite des AC/DC-Versorgungsmoduls (18) in die Gleichspannung des Gleichspannungsnetzes (20) an der Ausgangsseite des AC/DC-Versorgungsmoduls (18) zu wandeln.

8. Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Lade-/Entladeeinheit mehrere der DC-Module (17) aufweist, die parallel mit ihren jeweiligen Eingangsseiten mit dem Gleichspannungsnetz (20) verbindbar sind und parallel mit ihren jeweiligen Ausgangsseiten mit dem mobilen elektrischen Energiespeicher (2) verbindbar sind.

9. Anordnung mit einer Lade-/Entladeeinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 8 und einem mobilen elektrischen Energiespeicher (2), wobei das wenigstens eine DC-Modul (17) der Lade-/Entladeeinheit mit seiner Eingangsseite an ei-

ner oder mehreren Gleichspannungsleitungen des Gleichspannungsnetzes (20) angeschlossen ist und mit seiner Ausgangsseite an einer oder mehreren Busleitungen eines ersten Kopplungsbusses (4) angeschlossen ist,

wobei das wenigstens eine AC-Modul (3) der Lade-/Entladeeinheit mit seiner Eingangsseite an einer oder mehreren Wechselspannungsleitungen des Wechselspannungsnetzes (19) angeschlossen ist und mit seiner Ausgangsseite an einer oder mehreren Busleitungen eines zweiten Kopplungsbusses (6) angeschlossen ist, und

wobei der mobile elektrische Energiespeicher (2) vermittels der einen oder mehreren Busleitungen des ersten Kopplungsbusses (4) mit der Ausgangsseite des DC-Moduls (17) elektrisch verschaltet ist zur Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an das Gleichspannungsnetz (20) bzw. vermittels der einen oder mehreren Busleitungen des zweiten Kopplungsbusses (6) mit der Ausgangsseite des AC-Moduls (3) elektrisch verschaltet ist zur Anbindung des mobilen elektrischen Energiespeichers (2) an das Wechselspannungsnetz (19).

10. Anordnung nach Anspruch 9, wobei die Lade-/Entladeeinheit nach Anspruch 8 ausgeführt ist und das AC/DC-Versorgungsmodul (18) der Lade-/Entladeeinheit mit seiner Eingangsseite an einer oder mehreren Wechselspannungsleitungen des Wechselspannungsnetzes (19) angeschlossen ist und mit seiner Ausgangsseite an einer oder mehreren Gleichspannungsleitungen des Gleichspannungsnetzes (20) angeschlossen ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

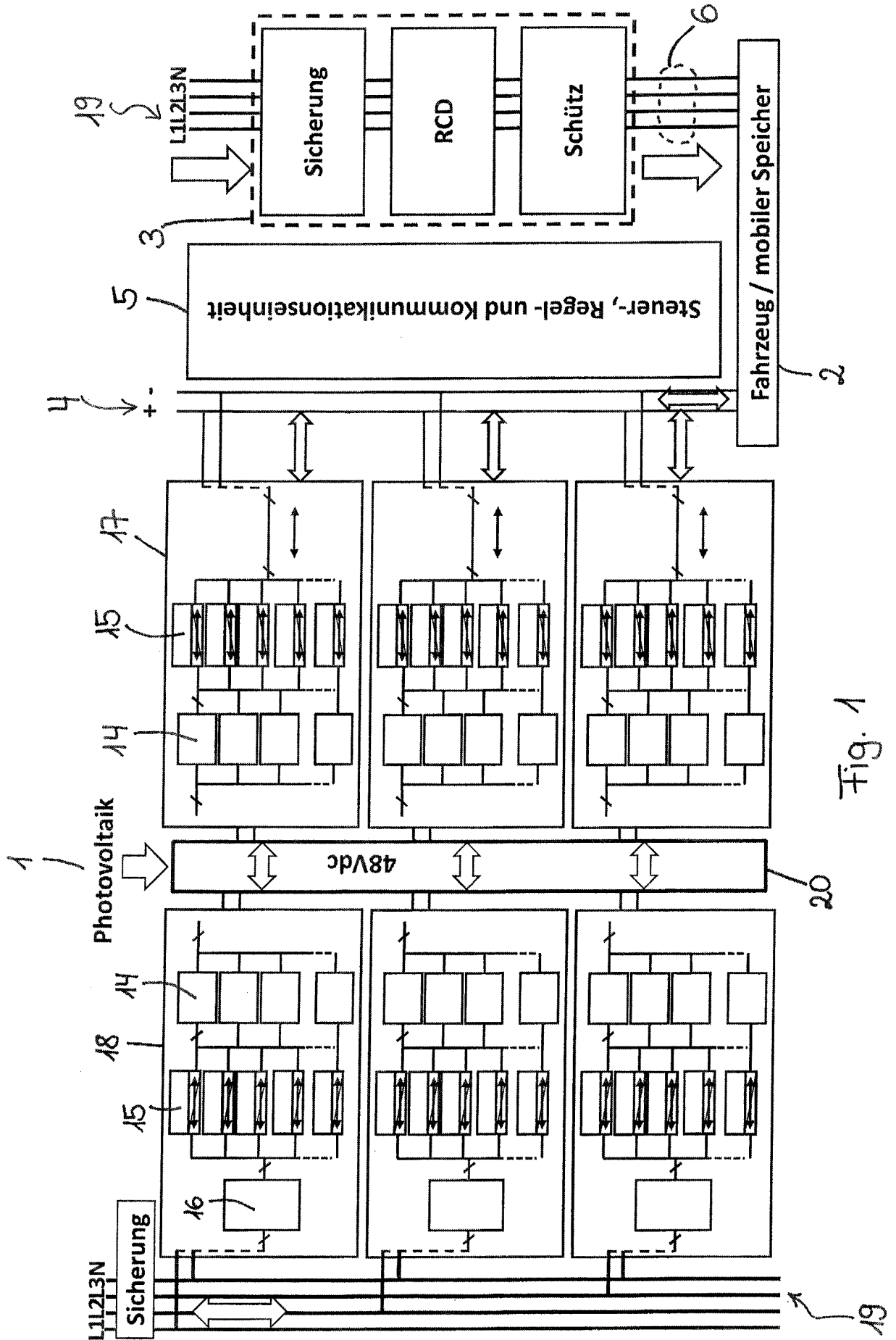


Fig. 1

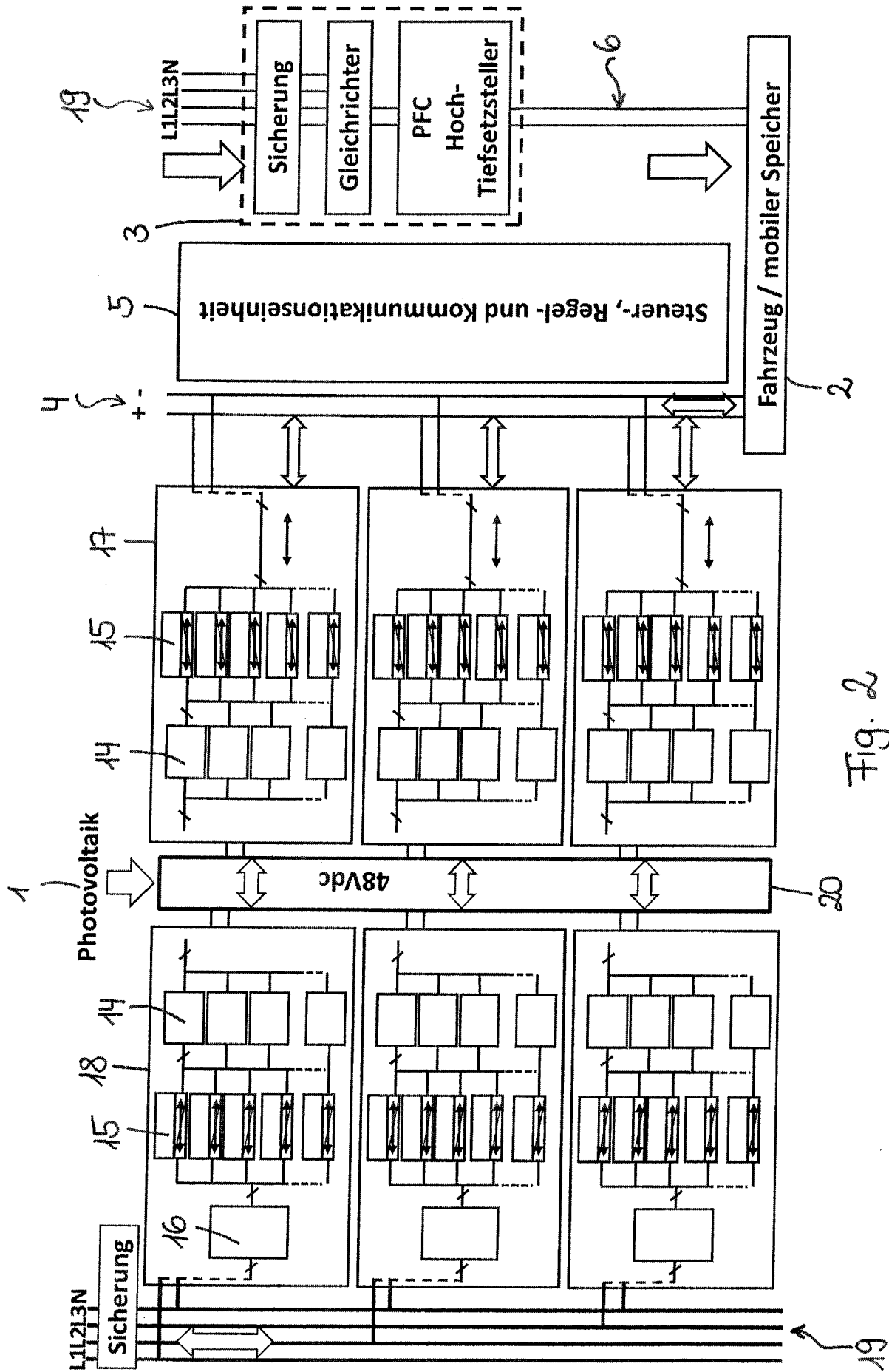


Fig. 2

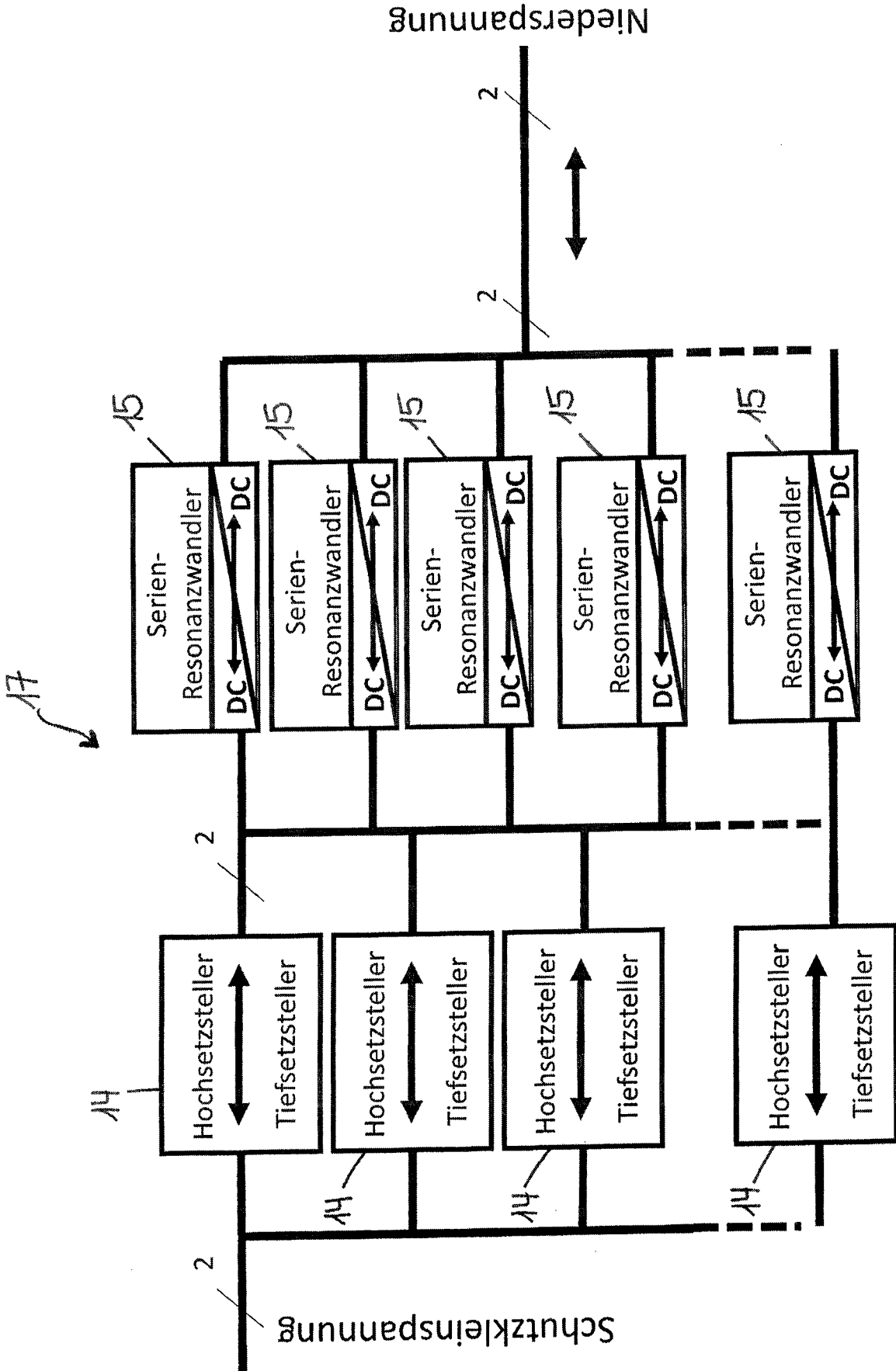


Fig. 3

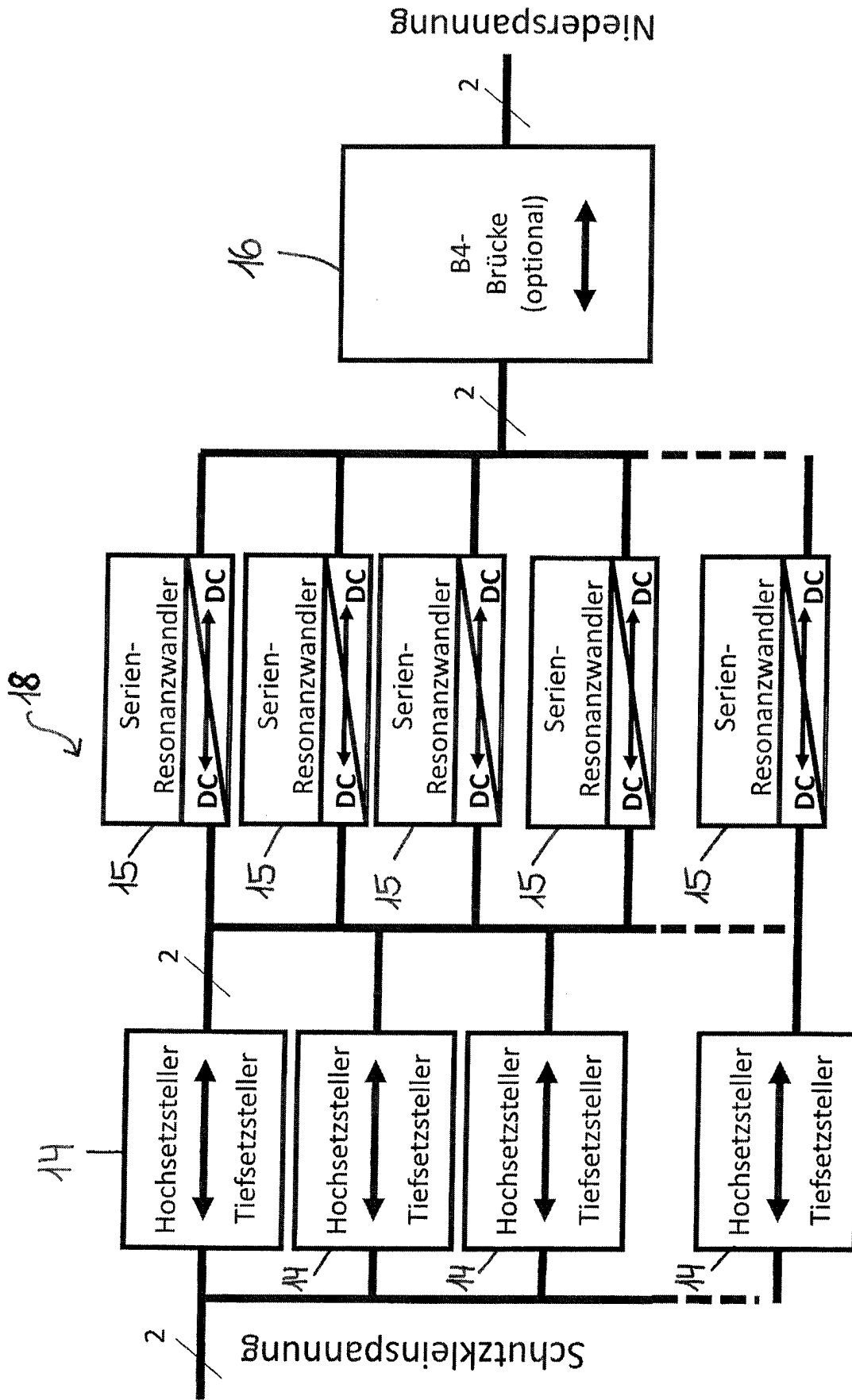


Fig. 4