



(10) **DE 10 2017 117 418 A1** 2019.02.07

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 117 418.4**

(22) Anmeldetag: **01.08.2017**

(43) Offenlegungstag: **07.02.2019**

(51) Int Cl.: **B60S 5/00 (2006.01)**

(71) Anmelder:
FEAAM GMBH, 85579 Neubiberg, DE

(74) Vertreter:
**Epping Hermann Fischer
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80639 München,
DE**

(72) Erfinder:
**Roth, Christian, 85622 Feldkirchen, DE; Greifelt,
Andreas, 81735 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

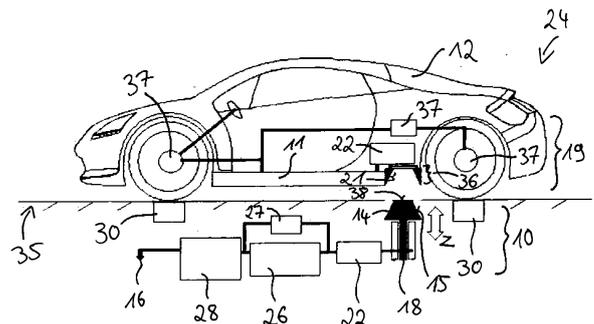
DE	10 2008 062 107	A1
DE	10 2012 103 302	A1
DE	10 2014 218 217	A1
DE	10 2016 203 933	A1
US	2009 / 0 189 564	A1
US	2013 / 0 038 285	A1
US	2015 / 0 200 550	A1
EP	3 131 177	A1
JP	2012- 85 472	A

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Primärseitige Ladevorrichtung, sekundärseitige Ladevorrichtung und Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb**

(57) Zusammenfassung: Es wird eine primärseitige Ladevorrichtung (10) zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37) angegeben. Die primärseitige Ladevorrichtung (10) umfasst mindestens eine Primärspule (13), und ein primärseitiges Lademodul (14), in welchem die Primärspule (13) angeordnet ist. Das primärseitige Lademodul (14) weist mindestens drei Seitenflächen (15) auf und jede der Seitenflächen (15) schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls (14) ein. Außerdem ist die mindestens eine Primärspule (13) an eine Stromversorgungseinheit (16) angeschlossen. Weiter werden eine sekundärseitige Ladevorrichtung (19) zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37), ein Ladesystem (24) und ein Verfahren zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37) angegeben.



Beschreibung

[0001] Es werden eine primärseitige Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb, eine sekundärseitige Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb und ein Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb angegeben.

[0002] Fahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb, wie beispielsweise Elektroautos, können eine Batterie zur Energieversorgung aufweisen. Zum Laden der Batterie kann diese zum Beispiel mit einer anderen Batterie oder einem Stromnetz verbunden werden. Da die Batterie eine hohe Kapazität aufweist, sind die Ladezeiten häufig sehr lang. Dies verringert den Komfort für den Benutzer und es werden mehr Ladestationen benötigt.

[0003] Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, eine primärseitige Ladevorrichtung zum effizienten Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb anzugeben. Eine weitere zu lösende Aufgabe besteht darin, eine sekundärseitige Ladevorrichtung zum effizienten Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb anzugeben. Außerdem besteht eine zu lösende Aufgabe darin, ein effizientes Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb anzugeben.

[0004] Die Aufgaben werden durch die Gegenstände der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0005] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der primärseitigen Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb umfasst die primärseitige Ladevorrichtung mindestens eine Primärspule. Die mindestens eine Primärspule kann eine Vielzahl von Windungen aufweisen. Es ist auch möglich, dass die Primärspule nur mindestens eine Windung aufweist. Die Primärspule kann einen runden oder einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Ein magnetisch leitfähiges Material kann in der Primärspule angeordnet sein, beispielsweise ein Eisenkern.

[0006] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die primärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Primärspulen. Es ist auch möglich, dass die primärseitige Ladevorrichtung sechs Primärspulen aufweist oder dass die primärseitige Ladevorrichtung acht Primärspulen aufweist.

[0007] Bei dem Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb kann es sich um ein Landfahrzeug, wie zum Beispiel ein Auto oder einen Bus, handeln, oder um ein

Luftfahrzeug, wie zum Beispiel ein Flugzeug, oder um ein Wasserfahrzeug, wie zum Beispiel ein Boot, ein Schiff oder ein Unterseeboot. Es ist möglich, dass der elektrische Antrieb der einzige Antrieb des Fahrzeugs ist. Es ist auch möglich, dass das Fahrzeug den elektrischen Antrieb und mindestens einen weiteren Antrieb aufweist. Der Antrieb eines Fahrzeugs kann ein Motor sein. Der Antrieb eines Fahrzeugs ermöglicht eine Fortbewegung des Fahrzeugs. Bei dem Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb kann es sich zum Beispiel um ein Elektroauto handeln. Bei der Batterie des Fahrzeugs kann es sich um eine Traktionsbatterie handeln.

[0008] Die primärseitige Ladevorrichtung umfasst weiter ein primärseitiges Lademodul, in welchem die Primärspule angeordnet ist. Das primärseitige Lademodul ist beispielsweise dazu eingerichtet, in einer Ladeposition während des Ladens Energie an ein sekundärseitiges Lademodul zu übertragen. Die primärseitige Ladevorrichtung kann beispielsweise eine fest installierte Ladestation zum Laden einer Batterie eines Fahrzeugs mit einem elektrischen Antrieb sein. Zum Beispiel kann die primärseitige Ladevorrichtung in oder unter einer Bodenplatte, auf welcher sich das Fahrzeug befinden kann, angeordnet sein oder in einer Vorrichtung neben einem Bereich, in dem sich das Fahrzeug befinden kann.

[0009] Das primärseitige Lademodul weist mindestens drei Seitenflächen auf und jede der Seitenflächen schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls ein. Das primärseitige Lademodul kann die Form eines dreidimensionalen Körpers aufweisen. Jede der Seitenflächen kann an die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls angrenzen und jede der Seitenflächen kann an zwei der Seitenflächen angrenzen. Das heißt, jede der Seitenflächen kann eine gemeinsame Seite mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls aufweisen und jede der Seitenflächen kann je eine gemeinsame Seite mit zwei der Seitenflächen aufweisen.

[0010] Beispielsweise kann das primärseitige Lademodul die Form einer Pyramide mit mindestens drei Seitenflächen aufweisen. In diesem Fall bildet die Grundfläche der Pyramide die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls. Die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls kann die Form eines Polygonzugs mit drei oder mehr Seiten aufweisen. Für eine sehr große Anzahl von Seiten der Grundfläche nimmt die Grundfläche ungefähr die Form eines Kreises an. In diesem Fall kann das primärseitige Lademodul die Form eines Kegels aufweisen.

[0011] Die Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls können Seitenflächen eines Gehäuses sein, in dem die mindestens eine Primärspule angeordnet ist.

[0012] Falls der Winkel zwischen den Seitenflächen und der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls 90° beträgt, kann das primärseitige Lademodul die Form eines Prismas mit mindestens drei Mantelflächen aufweisen. Falls der Winkel zwischen den Seitenflächen und der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls weniger als 90° beträgt, kann das primärseitige Lademodul die Form eines dreidimensionalen Körpers mit sich verjüngenden Seitenflächen aufweisen.

[0013] Es ist weiter möglich, dass die mindestens drei Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls Seitenflächen einer Ausnehmung im primärseitigen Lademodul bilden. In diesem Fall kann die Ausnehmung die Form einer Pyramide, eines Kegels oder eines Prismas aufweisen. Die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls bildet in diesem Fall die Grundfläche der Ausnehmung. Die Grundfläche der Ausnehmung ist in diesem Fall eine gedachte Fläche, welche die Ausnehmung abschließt.

[0014] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 0° und kleiner als 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls ein.

[0015] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 55° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls ein.

[0016] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 55° und kleiner als 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls ein.

[0017] Weist das primärseitige Lademodul mehr als eine Primärspule auf, so kann jede Primärspule angrenzend oder nahe an einer der Seitenflächen im primärseitigen Lademodul angeordnet sein. Weist das primärseitige Lademodul nur eine Primärspule auf, so kann die Primärspule angrenzend oder nahe an einer der Seitenflächen im primärseitigen Lademodul angeordnet sein.

[0018] Das primärseitige Lademodul kann mindestens zwei verschiedene Segmente aufweisen. Beispielsweise ist in jedem der Segmente eine Primärspule angeordnet. Dabei können die Primärspulen jedes Segments einzeln angesteuert werden. Zum Beispiel kann das primärseitige Lademodul sechs Segmente aufweisen.

[0019] Des Weiteren ist die mindestens eine Primärspule an eine Stromversorgungseinheit angeschlossen. Bei der Stromversorgungseinheit kann es sich um eine Batterie oder ein Stromnetz handeln. Zwischen der Stromversorgungseinheit und der Primärspule kann eine Leistungselektronikeinheit zur An-

passung der elektrischen Größen angeordnet sein. Dabei kann die Primärspule direkt an das Stromnetz angeschlossen sein oder an eine Pufferbatterie. Zwischen dem Anschluss an das Stromnetz und der Primärspule kann ein Leistungsfaktorkorrekturmodul mit einer Pufferbatterie angeordnet sein, wodurch mit besserem Wirkungsgrad geladen werden kann.

[0020] Das Laden der Batterie des Fahrzeugs kann durch eine induktive Kopplung der mindestens einen Primärspule mit mindestens einer Sekundärspule einer sekundärseitigen Ladevorrichtung erfolgen. Die sekundärseitige Ladevorrichtung kann im Fahrzeug angeordnet sein. Das Laden der Batterie erfolgt somit nicht über einen direkten elektrischen Kontakt zwischen dem primärseitigen Lademodul und der sekundärseitigen Ladevorrichtung, sondern durch eine drahtlose Übertragung von elektrischer Leistung. Dazu kann jede Primärspule an einen Wandler angeschlossen sein, beispielsweise einen Wechselrichter oder einen DC-AC Wandler, welcher die Gleichspannung der Stromversorgungseinheit in eine Wechselspannung umwandelt. Während des Ladens induziert das von der Primärspule erzeugte elektromagnetische Feld eine Wechselspannung in der Sekundärspule. Diese kann von einem Wandler in der sekundärseitigen Ladevorrichtung, beispielsweise einem Gleichrichter oder einem AC-DC Wandler, in eine Gleichspannung umgewandelt werden. Mit dieser Gleichspannung kann die Batterie des Fahrzeugs geladen werden.

[0021] Das primärseitige Lademodul kann außerdem dazu eingerichtet sein, in einer Ladeposition Energie von einem sekundärseitigen Lademodul aufzunehmen.

[0022] Die beschriebene primärseitige Ladevorrichtung erlaubt die effiziente Übertragung von elektrischen Leistungen beispielsweise im Bereich zwischen 20 kW und 800 kW. Somit kann die Ladezeit verkürzt werden. Bevorzugt beträgt die übertragene Leistung mindestens 150 kW und höchstens 600 kW. Vorteilhafterweise können größere elektrische Leistungen übertragen werden, wenn die primärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Primärspulen aufweist und die sekundärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Sekundärspulen aufweist. Mit einer größeren Anzahl von Primärspulen und Sekundärspulen kann somit die Ladezeit weiter verkürzt werden.

[0023] Da zur Übertragung der elektrischen Leistung kein Ladekabel benötigt wird, ist die primärseitige Ladevorrichtung robuster gegen Ausfälle durch einen Kabelbruch. Außerdem ist der Komfort zum Laden der Batterie erhöht, da kein Kabel mit dem Fahrzeug verbunden werden muss. Beispielsweise kann der Ladevorgang teilautomatisiert oder automatisiert erfolgen, wodurch der Komfort für einen Benutzer weiter erhöht ist. Die Sicherheit ist erhöht, da aufgrund

der induktiven Kopplung keine elektrischen Kontakte freiliegen. Außerdem ist die primärseitige Ladevorrichtung unabhängig von Feuchtigkeitseinflüssen.

[0024] Des Weiteren ermöglicht die Anordnung der mindestens drei Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls, dass mehrere Primärspulen im primärseitigen Lademodul angeordnet sind und dass gleichzeitig das primärseitige Lademodul möglichst kompakt ausgestaltet sein kann. Durch das Anordnen jeweils einer Primärspule pro Seitenfläche können mehrere Primärspulen im primärseitigen Lademodul angeordnet sein. Weisen die Seitenflächen einen Winkel von kleiner als 90° zur Grundfläche des primärseitigen Lademoduls auf, so können mehrere Primärspulen kompakt im primärseitigen Lademodul angeordnet sein.

[0025] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das primärseitige Lademodul eine komplementäre Form zu einem sekundärseitigen Lademodul auf. Das sekundärseitige Lademodul kann ein Bestandteil einer sekundärseitigen Ladevorrichtung sein. Bei dem primärseitigen Lademodul kann es sich beispielsweise um einen dreidimensionalen Körper mit mindestens drei Seitenflächen handeln. In diesem Fall kann das sekundärseitige Lademodul die Form einer Ausnehmung aufweisen, so dass das primärseitige Lademodul in der Ausnehmung angeordnet werden kann. Dabei wird das primärseitige Modul so angeordnet, dass während des Ladens der Batterie ein Luftspalt zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul verbleibt. Es ist auch möglich, dass das primärseitige Lademodul die Form einer Ausnehmung aufweist, so dass das sekundärseitige Lademodul in der Ausnehmung angeordnet werden kann. In diesem Fall kann das sekundärseitige Lademodul die Form eines dreidimensionalen Körpers aufweisen.

[0026] Der Luftspalt kann beispielsweise eine Breite von mindestens 0,1 mm und höchstens 15 mm aufweisen. Es ist auch möglich, dass der Luftspalt eine Breite von höchstens 5 mm aufweist. Der Luftspalt kann beliebig dünn sein. Dabei bezeichnet die Breite des Luftspalts die kürzeste Verbindung zwischen einer Seitenfläche des primärseitigen Lademoduls und einer Seitenfläche des sekundärseitigen Lademoduls. Die Breite des Luftspalts bezeichnet somit den Abstand zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul. Die angegebenen Werte für die Breite des Luftspaltes können für die gesamten Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls und des sekundärseitigen Lademoduls gelten. Für die angegebenen Breiten des Luftspaltes wird die Effizienz der Energieübertragung vom primärseitigen Lademodul zum sekundärseitigen Lademodul erhöht.

[0027] Dass das primärseitige Lademodul eine komplementäre Form zum sekundärseitigen Lademodul aufweist, kann bedeuten, dass das primärseitige Lademodul und das sekundärseitige Lademodul formschlüssig miteinander abschließen bis auf einen Luftspalt, welcher zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul angeordnet ist. Dabei weist jeweils eins der beiden Lademodule die Form eines dreidimensionalen Körpers auf und das andere der beiden Lademodule die Form einer Ausnehmung, in welcher der dreidimensionale Körper angeordnet werden kann. Es ist auch möglich, dass das primärseitige Lademodul und das sekundärseitige Lademodul stellenweise in direktem Kontakt sind, so dass der Luftspalt nur stellenweise und nicht überall zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul angeordnet ist.

[0028] Während des Ladens der Batterie des Fahrzeugs kann elektrische Leistung von einer Primärspule zu einer Sekundärspule übertragen werden. Dabei schließt eine gedachte Verbindungsachse zwischen der Primärspule und der Sekundärspule bevorzugt einen Winkel mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls von größer als 0° und höchstens 90° ein. Es ist auch möglich, dass die Verbindungsachse zwischen der Primärspule und der Sekundärspule einen Winkel mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls von größer als 55° und höchstens 90° einschließt. In beiden Fällen ist während der Energieübertragung die elektromagnetische Streuung reduziert.

[0029] Gemäß zumindest einer Ausführungsform bilden die mindestens drei Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls Seitenflächen eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes. Das bedeutet, dass das primärseitige Lademodul die Form eines Pyramidenstumpfes oder die Form eines Kegelstumpfes aufweisen kann. Dabei weist das primärseitige Lademodul eine Oberfläche auf, welche sich parallel zur Grundfläche des primärseitigen Lademoduls erstreckt. Somit schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von mindestens 90° und kleiner als 180° mit der Oberfläche des primärseitigen Lademoduls ein. Da das primärseitige Lademodul die Form eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes aufweisen kann, kann dieses besonders kompakt gestaltet werden. Somit kann auch das sekundärseitige Lademodul des Fahrzeugs besonders kompakt gestaltet werden.

[0030] Gemäß zumindest einer Ausführungsform kann jede Primärspule separat von der Stromversorgungseinheit angesteuert werden. Dazu kann jede Primärspule an einen jeweils eigenen Wandler angeschlossen sein. Bei einem Wandler kann es sich um einen Wechselrichter, einen DC-AC Wandler, einen Gleichrichter oder einen AC-DC Wandler handeln.

Außerdem kann die primärseitige Ladevorrichtung eine erste Ladesteuereinrichtung aufweisen. Die erste Ladesteuereinrichtung kann eine Leistungsfaktor-korrekturschaltung oder eine Gleichrichterschaltung umfassen, um die Wirkleistung für das primärseitige Lademodul zu maximieren. Des Weiteren weist die erste Ladesteuereinrichtung für jede Primärspule einen Wandler auf. Bei dem Wandler kann es sich beispielsweise um einen Wechselrichter handeln. Die Arbeitsfrequenz des Wandlers kann mindestens 30 kHz und höchstens 150 kHz betragen. Es ist auch möglich, dass die Arbeitsfrequenz des Wandlers mindestens 80 kHz und höchstens 90 kHz beträgt. Somit können die Primärspulen möglichst klein ausgestaltet sein.

[0031] Die Arbeitsfrequenz kann für jeden einzelnen Wandler um ± 5 kHz variiert werden. Es ist auch möglich, dass die Arbeitsfrequenz für jeden einzelnen Wandler um ± 1 kHz variiert werden kann. Somit können die Primärspulen bei jeweils unterschiedlichen Frequenzen betrieben werden. Dadurch können beispielsweise wirkungsgradmindernde harmonische Schwingungen minimiert werden. Außerdem ist es möglich, dass eine oder mehrere der Primärspulen nicht betrieben werden oder dass die Amplituden des Wechselstroms an den Primärspulen unterschiedlich sind. Somit kann ein Teillastbetrieb ermöglicht werden, bei dem die Ladeleistung reduziert ist. Die primärseitige Ladevorrichtung kann beispielsweise im Teillastbetrieb betrieben werden, wenn die Batterie des Fahrzeugs bereits fast vollständig geladen ist oder um den Ladeprozess an andere Anforderungen oder an Anforderungen eines Benutzers anzupassen, wie beispielsweise die Kosten des Ladeprozesses.

[0032] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die primärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei primärseitige Lademodule, so dass die Batterien von mindestens zwei Fahrzeugen geladen werden können. Die mindestens zwei primärseitigen Lademodule können an dieselbe Stromversorgungseinheit angeschlossen sein.

[0033] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist ein Kühlmodul im primärseitigen Lademodul angeordnet. Das Kühlmodul kann an die Oberfläche des primärseitigen Lademoduls angrenzend angeordnet sein. Das Kühlmodul kann so aufgebaut sein, dass es von einem flüssigen oder gasförmigen Kühlmittel durchströmt werden kann. Dazu kann das Kühlmodul einen Steckkontakt aufweisen, an welchen eine Zuleitung für das Kühlmittel angeschlossen werden kann. Das Kühlmittel kann beispielsweise eine Kühlflüssigkeit oder ein Kühlgas sein. Es ist auch möglich, dass das Kühlmodul mehrere Subkühlmodule umfasst. Dabei kann jedes der Subkühlmodule von dem Kühlmittel durchströmt werden. Es ist auch mög-

lich, dass das Kühlmodul von einem flüssigen oder gasförmigen Wärmemittel durchströmt wird.

[0034] Während des Ladens der Batterie des Fahrzeugs kann das Kühlmodul in direktem Kontakt mit einem Kontaktbereich des sekundärseitigen Lademoduls sein. Das bedeutet, dass das Kühlmodul und der Kontaktbereich während des Ladens in thermischem Kontakt stehen können. Der Kontaktbereich kann dazu ausgelegt sein in thermischem Kontakt mit der Batterie des Fahrzeugs zu sein und diese zu kühlen oder zu wärmen. Durch den thermischen Kontakt mit dem Kühlmodul kann die Batterie des Fahrzeugs auf eine optimale Temperatur zum Laden der Batterie erwärmt oder gekühlt werden. Bei sehr warmen Wetterbedingungen kann die Batterie beispielsweise gekühlt werden und bei sehr kalten Wetterbedingungen kann die Batterie erwärmt werden. Somit kann die Batterie effizient geladen werden. Es ist auch möglich, dass der Kontaktbereich in thermischem Kontakt mit anderen Komponenten der sekundärseitigen Ladevorrichtung, wie beispielsweise Kabeln oder einer Leistungselektronik, ist, um diese zu kühlen oder zu wärmen.

[0035] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die primärseitige Ladevorrichtung ein Verstellteil auf, welches das primärseitige Lademodul umfasst, wobei das Verstellteil in mindestens eine Verstellrichtung bewegt werden kann. Das Verstellteil kann an einen Motor oder an Aktoren angeschlossen sein, so dass das Verstellteil bewegt werden kann. Das Verstellteil kann eine ausfahrbare Achse aufweisen, auf welcher das primärseitige Lademodul angeordnet ist. Beispielsweise kann das Verstellteil in eine Verstellrichtung bewegt werden, so dass das primärseitige Lademodul so positioniert wird, dass die Batterie des Fahrzeugs effizient geladen werden kann. Die Verstellrichtung kann beispielsweise senkrecht zu einer Bodenplatte sein, auf welcher das Fahrzeug während des Ladens positioniert ist. Es ist auch möglich, dass die Verstellrichtung parallel oder unter einem Winkel zur Bodenplatte verläuft. Des Weiteren ist es möglich, dass das Verstellteil in zwei weitere Richtungen bewegt werden kann, welche beide senkrecht zur Verstellrichtung verlaufen. Es ist auch möglich, dass das Verstellteil um eine Achse rotiert werden kann, beispielsweise um die Verstellrichtung oder dass das Verstellteil gekippt werden kann. Somit wird ein genaues Positionieren des primärseitigen Lademoduls zum Laden der Batterie des Fahrzeugs ermöglicht.

[0036] Die mindestens drei Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls können so angeordnet sein, dass jede der Seitenflächen einen Winkel von mindestens 0° und kleiner als 90° mit der Verstellrichtung des Verstellteils aufweist.

[0037] Weist das primärseitige Lademodul mehrere Segmente auf, so ist es möglich, dass jedes der Segmente mit dem Verstellteil separat bewegt wird. Daher können einzelne Segmente zum Laden der Batterie des Fahrzeugs positioniert werden und andere Segmente weiter entfernt vom sekundärseitigen Lademodul verbleiben. Somit kann die zu übertragende Leistung variiert werden.

[0038] Der Motor oder die Aktoren des Verstellteils können automatisch betrieben werden, so dass das primärseitige Lademodul automatisch positioniert werden kann. Dazu können der Motor oder die Aktoren von einer ersten Ladesteuereinrichtung angesteuert werden. Dazu kann die erste Ladesteuereinrichtung eine elektronische, eine programm- oder eine ablaufgesteuerte Steuereinrichtung sein, welche einen Mikrocontroller oder ein „Field Programmable Gate Array“ (FPGA) aufweisen kann. Die erste Ladesteuereinrichtung kann den Motor oder die Aktoren beispielsweise aufgrund von ermittelten Sensorsignalen gemäß eines Einstellalgorithmus ansteuern. Dazu können verschiedene Sensoren in der primärseitigen Ladevorrichtung oder in der sekundärseitigen Ladevorrichtung oder in beiden Ladevorrichtungen angeordnet sein. Die Sensoren können beispielsweise Lichtschranken, Kontaktschalter, Belastungssensoren oder induktive Sensoren sein. Die Sensorsignale können beispielsweise die Positionen der Primärspule und der Sekundärspule angeben. Die Sensorsignale können über die induktive Kopplung zwischen der Primärspule und der Sekundärspule übertragen werden. Es ist auch möglich, dass die Sensorsignale auf andere Art und Weise übertragen werden. Es ist weiter möglich, dass der Motor oder die Aktoren des Verstellteils von einer zweiten Ladesteuereinrichtung der sekundärseitigen Ladevorrichtung angesteuert werden.

[0039] Die Sensoren können außerdem dazu dienen eine Bewegung der sekundärseitigen Ladevorrichtung während des Ladens zu detektieren. In diesem Fall kann das primärseitige Lademodul vom sekundärseitigen Lademodul entfernt werden, so dass die Lademodule aufgrund der Bewegung der sekundärseitigen Ladevorrichtung nicht beschädigt werden. Somit ist die Sicherheit während des Ladens der Batterie erhöht.

[0040] Gemäß zumindest einer Ausführungsform wird das primärseitige Lademodul automatisch zum Laden der Batterie des Fahrzeugs positioniert. Dazu kann eine Wechselspannung an die mindestens eine Primärspule angelegt werden. In der sekundärseitigen Ladevorrichtung kann der Gleichstrom gemessen werden, welcher aufgrund der induktiven Kopplung der Primärspule mit einer Sekundärspule erzeugt wird. Die gewünschte Position zum Laden der Batterie hängt dann vom gemessenen Gleichstrom ab. Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Last-

strom der primärseitigen Ladevorrichtung zu bestimmen. Sobald sich eine Sekundärspule in der Nähe einer Primärspule befindet, steigt der Laststrom an. In diesem Fall hängt die gewünschte Position zum Laden der Batterie vom gemessenen Laststrom ab. Die Stellvorrichtung kann so weit bewegt werden, bis die gewünschte Position erreicht ist. Dieser Prozess kann automatisch oder teilautomatisch erfolgen. Es ist auch möglich, dass dieser Prozess durch einen Benutzer gesteuert wird.

[0041] Aufgrund der geometrischen Form des primärseitigen Lademoduls und des sekundärseitigen Lademoduls kann eine mechanisch bedingte Selbstzentrierung beider Lademodule erfolgen.

[0042] Es ist außerdem möglich vor dem Ladevorgang zu überprüfen, wie hoch die maximal erlaubte Ladeleistung der sekundärseitigen Ladevorrichtung ist. Daran kann angepasst werden, welche Leistung von der primärseitigen Ladevorrichtung übertragen wird und wie viele Segmente der primärseitigen Ladevorrichtung zur Übertragung der Leistungen genutzt werden.

[0043] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die primärseitige Ladevorrichtung eine Einparkhilfe für das Fahrzeug auf. Dazu können beispielsweise Verstelleinrichtungen in einer Bodenplatte angeordnet sein, so dass das Fahrzeug mit Hilfe der Verstelleinrichtungen in die Ladeposition gebracht werden kann.

[0044] Gemäß zumindest einer Ausführungsform können Daten zwischen der primärseitigen Ladevorrichtung und der sekundärseitigen Ladevorrichtung übertragen werden. Beispielsweise können während des Ladevorgangs Daten als hochfrequente Anteile im Wechselstrom in der Primärspule an die Sekundärspule übertragen werden. Es ist auch möglich, dass während des Ladevorgangs Daten als hochfrequente Anteile im Wechselstrom in der Sekundärspule an die Primärspule übertragen werden. Des Weiteren können Daten drahtlos, beispielsweise über Funksignale oder Bluetooth, oder über ein Kabel übertragen werden. Die übertragenen Daten können beispielsweise Informationen über den Ladezustand oder die Temperatur der Batterie umfassen, Informationen zur Identifizierung der sekundärseitigen Ladevorrichtung oder Informationen zur Ermittlung der Kosten für das Laden der Batterie oder anderer Kosten. Außerdem können Mediendaten wie beispielsweise Musik oder Videos übertragen werden.

[0045] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die mindestens eine Primärspule eine andere Windungszahl auf als mindestens eine Sekundärspule. Somit können die Primärspule und die Sekundärspule transformatorisch gekoppelt sein. Bei einer festgelegten Spannung der primärseitigen Lade-

vorrichtung, ist es bei unterschiedlichen Windungszahlen der Primärspule und der Sekundärspule möglich, Energie auf eine sekundärseitige Ladevorrichtung zu übertragen, welche bei einer anderen Spannung betrieben wird als die primärseitige Ladevorrichtung. Die primärseitige Ladevorrichtung kann somit für unterschiedliche Fahrzeuge unabhängig von deren Spannungsniveau verwendet werden.

[0046] Des Weiteren wird eine sekundärseitige Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb angegeben. Die sekundärseitige Ladevorrichtung kann mit einer hier beschriebenen primärseitigen Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb verwendet werden.

[0047] Gemäß zumindest einer Ausführungsform der sekundärseitigen Ladevorrichtung zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb umfasst die sekundärseitige Ladevorrichtung mindestens eine Sekundärspule. Die mindestens eine Sekundärspule kann eine Vielzahl von Windungen aufweisen. Es ist auch möglich, dass die Sekundärspule nur mindestens eine Windung aufweist. Die Sekundärspule kann einen runden oder einen rechteckigen Querschnitt aufweisen. Ein magnetisch leitfähiges Material kann in der Sekundärspule angeordnet sein, beispielsweise ein Eisenkern.

[0048] Gemäß zumindest einer Ausführungsform umfasst die sekundärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Sekundärspulen. Es ist auch möglich, dass die sekundärseitige Ladevorrichtung sechs Sekundärspulen aufweist oder dass die sekundärseitige Ladevorrichtung acht Sekundärspulen aufweist.

[0049] Bei dem Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb kann es sich um ein Landfahrzeug, wie zum Beispiel ein Auto oder einen Bus, handeln, oder um ein Luftfahrzeug, wie zum Beispiel ein Flugzeug, oder um ein Wasserfahrzeug, wie zum Beispiel ein Boot, ein Schiff oder ein Unterseeboot. Es ist möglich, dass der elektrische Antrieb der einzige Antrieb des Fahrzeugs ist. Es ist auch möglich, dass das Fahrzeug den elektrischen Antrieb und mindestens einen weiteren Antrieb aufweist. Der Antrieb eines Fahrzeugs kann ein Motor sein. Der Antrieb eines Fahrzeugs ermöglicht eine Fortbewegung des Fahrzeugs.

[0050] Bei dem Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb kann es sich zum Beispiel um ein Elektroauto handeln.

[0051] Die sekundärseitige Ladevorrichtung umfasst weiter ein sekundärseitiges Lademodul, in welchem die Sekundärspule angeordnet ist. Das sekundärseitige Lademodul ist beispielsweise dazu eingerichtet, in einer Ladeposition während des Ladens Energie von einem primärseitigen Lademodul aufzunehmen.

Die sekundärseitige Ladevorrichtung kann beispielsweise im Fahrzeug angeordnet sein.

[0052] Das sekundärseitige Lademodul weist mindestens drei Seitenflächen auf und jede der Seitenflächen schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein. Das sekundärseitige Lademodul kann die Form eines dreidimensionalen Körpers aufweisen. Jede der Seitenflächen kann an die Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls angrenzen und jede der Seitenflächen kann an zwei der Seitenflächen angrenzen. Das heißt, jede der Seitenflächen kann eine gemeinsame Seite mit der Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls aufweisen und jede der Seitenflächen kann je eine gemeinsame Seite mit zwei der Seitenflächen aufweisen.

[0053] Beispielsweise kann das sekundärseitige Lademodul die Form einer Pyramide mit mindestens drei Seitenflächen aufweisen. In diesem Fall bildet die Grundfläche der Pyramide die Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls. Die Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls kann die Form eines Polygonzugs mit drei oder mehr Seiten aufweisen. Für eine sehr große Anzahl von Seiten der Grundfläche nimmt die Grundfläche ungefähr die Form eines Kreises an. In diesem Fall kann das sekundärseitige Lademodul die Form eines Kegels aufweisen.

[0054] Die Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls können Seitenflächen eines Gehäuses sein, in dem die mindestens eine Sekundärspule angeordnet ist.

[0055] Falls der Winkel zwischen den Seitenflächen und der Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls 90° beträgt, kann das sekundärseitige Lademodul die Form eines Prismas mit mindestens drei Mantelflächen aufweisen. Falls der Winkel zwischen den Seitenflächen und der Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls weniger als 90° beträgt, kann das sekundärseitige Lademodul die Form eines dreidimensionalen Körpers mit sich verjüngenden Seitenflächen aufweisen.

[0056] Das sekundärseitige Lademodul kann beispielsweise an einer Außenfläche des Fahrzeugs angeordnet sein. Es ist auch möglich, dass das sekundärseitige Lademodul an der Unterseite des Fahrzeugs angeordnet ist.

[0057] Es ist weiter möglich, dass die mindestens drei Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls Seitenflächen einer Ausnehmung im sekundärseitigen Lademodul bilden. In diesem Fall kann die Ausnehmung die Form einer Pyramide, eines Kegels oder eines Prismas aufweisen. Die Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls bildet in diesem Fall die Grundfläche der Ausnehmung. Die Grundfläche

der Ausnehmung ist in diesem Fall eine gedachte Fläche, welche die Ausnehmung abschließt. Die Ausnehmung kann an einer Außenfläche oder der Unterseite des Fahrzeugs angeordnet sein. In diesem Fall ist die sekundärseitige Ladevorrichtung im Fahrzeug angeordnet und weist weiter die Ausnehmung auf.

[0058] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 0° und kleiner als 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein.

[0059] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 55° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein.

[0060] Gemäß zumindest einer Ausführungsform schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von größer als 55° und kleiner als 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein.

[0061] Weist das sekundärseitige Lademodul mehr als eine Sekundärspule auf, so kann jede Sekundärspule angrenzend oder nahe an einer der Seitenflächen im sekundärseitigen Lademodul angeordnet sein. Weist das sekundärseitige Lademodul nur eine Sekundärspule auf, so kann die Sekundärspule angrenzend oder nahe an einer der Seitenflächen im sekundärseitigen Lademodul angeordnet sein.

[0062] Das sekundärseitige Lademodul kann mindestens zwei verschiedene Segmente aufweisen. Beispielsweise ist in jedem der Segmente eine Sekundärspule angeordnet. Dabei können die Sekundärspulen jedes Segments einzeln angesteuert werden. Zum Beispiel kann das sekundärseitige Lademodul sechs Segmente aufweisen.

[0063] Des Weiteren ist die mindestens eine Sekundärspule elektrisch mit der Batterie des Fahrzeugs gekoppelt. Die Sekundärspule kann beispielsweise mit einem Wandler verbunden sein, welcher mit der Batterie verbunden ist. Bei einem Wandler kann es sich um einen Wechselrichter, einen DC-AC Wandler, einen Gleichrichter oder einen AC-DC Wandler handeln. Die Kopplung der Sekundärspule mit der Batterie ermöglicht die Übertragung von elektrischer Leistung von der Sekundärspule zur Batterie.

[0064] Das Laden der Batterie des Fahrzeugs kann durch eine induktive Kopplung der mindestens einen Sekundärspule mit mindestens einer Primärspule einer primärseitigen Ladevorrichtung erfolgen. Die primärseitige Ladevorrichtung kann außerhalb des Fahrzeugs angeordnet sein. Das Laden der Batterie erfolgt somit nicht über einen direkten elektrischen Kontakt zwischen der primärseitigen Ladevorrichtung und der sekundärseitigen Ladevorrichtung, sondern durch eine drahtlose Übertragung von elek-

trischer Leistung. Dazu kann jede Primärspule an einen Wandler angeschlossen sein, beispielsweise einen Wechselrichter oder einen DC-AC Wandler, welcher die Gleichspannung einer Stromversorgungseinheit in eine Wechselspannung umwandelt. Während des Ladens induziert das von der Primärspule erzeugte elektromagnetische Feld eine Wechselspannung in der Sekundärspule. Diese kann von einem Wandler in der sekundärseitigen Ladevorrichtung, beispielsweise einem Gleichrichter oder einem AC-DC Wandler, in eine Gleichspannung umgewandelt werden. Mit dieser Gleichspannung kann die Batterie des Fahrzeugs geladen werden.

[0065] Das sekundärseitige Lademodul kann außerdem dazu eingerichtet sein, in einer Ladeposition Energie an ein primärseitiges Lademodul zu übertragen.

[0066] Die beschriebene sekundärseitige Ladevorrichtung erlaubt die effiziente Übertragung von elektrischen Leistungen beispielsweise im Bereich zwischen 20 kW und 800 kW. Somit kann die Ladezeit verkürzt werden. Bevorzugt beträgt die übertragene Leistung mindestens 150 kW und höchstens 600 kW. Vorteilhafterweise können größere elektrische Leistungen übertragen werden, wenn die primärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Primärspulen aufweist und die sekundärseitige Ladevorrichtung mindestens zwei Sekundärspulen aufweist. Mit einer größeren Anzahl von Primärspulen und Sekundärspulen kann somit die Ladezeit weiter verkürzt werden.

[0067] Da zur Übertragung der elektrischen Leistung kein Ladekabel benötigt wird, ist die sekundärseitige Ladevorrichtung robuster gegen Ausfälle. Außerdem ist der Komfort zum Laden der Batterie erhöht, da kein Kabel mit dem Fahrzeug verbunden werden muss. Beispielsweise kann der Ladevorgang teilautomatisiert oder automatisiert erfolgen, wodurch der Komfort für einen Benutzer weiter erhöht ist. Die Sicherheit ist erhöht, da aufgrund der induktiven Kopplung keine elektrischen Kontakte freiliegen. Außerdem ist die sekundärseitige Ladevorrichtung unabhängig von Feuchtigkeitseinflüssen.

[0068] Des Weiteren ermöglicht die Anordnung der mindestens drei Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls, dass mehrere Sekundärspulen im sekundärseitigen Lademodul angeordnet sind und dass gleichzeitig das sekundärseitige Lademodul möglichst kompakt ausgestaltet sein kann. Durch das Anordnen jeweils einer Sekundärspule pro Seitenfläche können mehrere Sekundärspulen im sekundärseitigen Lademodul angeordnet sein. Weisen die Seitenflächen einen Winkel von kleiner als 90° zur Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls auf, so können mehrere Sekundärspulen kompakt im sekundärseitigen Lademodul angeordnet sein.

[0069] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das sekundärseitige Lademodul eine komplementäre Form zu einem primärseitigen Lademodul auf. Das primärseitige Lademodul kann ein Bestandteil einer primärseitigen Ladevorrichtung sein. Bei dem sekundärseitigen Lademodul kann es sich beispielsweise um einen dreidimensionalen Körper mit mindestens drei Seitenflächen handeln. In diesem Fall kann das primärseitige Lademodul die Form einer Ausnehmung aufweisen, so dass das sekundärseitige Lademodul in der Ausnehmung angeordnet werden kann. Dabei wird das sekundärseitige Modul so angeordnet, dass während des Ladens der Batterie ein Luftspalt zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul verbleibt. Es ist auch möglich, dass das sekundärseitige Lademodul die Form einer Ausnehmung aufweist, so dass das primärseitige Lademodul in der Ausnehmung angeordnet werden kann. In diesem Fall kann das primärseitige Lademodul die Form eines dreidimensionalen Körpers aufweisen.

[0070] Der Luftspalt kann beispielsweise eine Breite von mindestens 0,1 mm und höchstens 15 mm aufweisen. Es ist auch möglich, dass der Luftspalt eine Breite von höchstens 5 mm aufweist. Der Luftspalt kann beliebig dünn sein. Dabei bezeichnet die Breite des Luftspalts die kürzeste Verbindung zwischen einer Seitenfläche des primärseitigen Lademoduls und einer Seitenfläche des sekundärseitigen Lademoduls. Die Breite des Luftspalts bezeichnet somit den Abstand zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul. Die angegebenen Werte für die Breite des Luftspaltes können für die gesamten Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls und des sekundärseitigen Lademoduls gelten. Für die angegebenen Breiten des Luftspaltes wird die Effizienz der Energieübertragung vom primärseitigen Lademodul zum sekundärseitigen Lademodul erhöht.

[0071] Dass das sekundärseitige Lademodul eine komplementäre Form zum primärseitigen Lademodul aufweist, kann bedeuten, dass das sekundärseitige Lademodul und das primärseitige Lademodul formschlüssig miteinander abschließen bis auf einen Luftspalt, welcher zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul angeordnet ist. Dabei weist jeweils eins der beiden Lademodule die Form eines dreidimensionalen Körpers auf und das andere der beiden Lademodule die Form einer Ausnehmung, in welcher der dreidimensionale Körper angeordnet werden kann. Es ist auch möglich, dass das primärseitige Lademodul und das sekundärseitige Lademodul stellenweise in direktem Kontakt sind, so dass der Luftspalt stellenweise zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul angeordnet ist.

[0072] Während des Ladens der Batterie des Fahrzeugs kann elektrische Leistung von einer Primärspule zu einer Sekundärspule übertragen werden. Dabei schließt eine gedachte Verbindungsachse zwischen der Primärspule und der Sekundärspule bevorzugt einen Winkel mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls von größer als 0° und höchstens 90° ein. Es ist auch möglich, dass die Verbindungsachse zwischen der Primärspule und der Sekundärspule einen Winkel mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls von größer als 55° und höchstens 90° einschließt. In beiden Fällen ist während der Energieübertragung die elektromagnetische Streuung reduziert.

[0073] Gemäß zumindest einer Ausführungsform bilden die mindestens drei Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls Seitenflächen eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes. Das bedeutet, dass das sekundärseitige Lademodul die Form eines Pyramidenstumpfes oder die Form eines Kegelstumpfes aufweisen kann. Dabei weist das sekundärseitige Lademodul eine Oberfläche auf, welche sich parallel zur Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls erstreckt. Somit schließt jede der Seitenflächen einen Winkel von mindestens 90° und kleiner als 180° mit der Oberfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein. Da das sekundärseitige Lademodul die Form eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes aufweisen kann, kann dieses besonders kompakt gestaltet werden. Somit kann auch das primärseitige Lademodul besonders kompakt gestaltet werden.

[0074] Gemäß zumindest einer Ausführungsform ist jede Sekundärspule mit einem Wandler gekoppelt. Während des Ladens induziert das von der Primärspule erzeugte elektromagnetische Feld eine Wechselspannung in der Sekundärspule. Diese kann von dem Wandler in der sekundärseitigen Ladevorrichtung, beispielsweise einem Gleichrichter oder einem AC-DC Wandler, in eine Gleichspannung umgewandelt werden. Mit dieser Gleichspannung kann die Batterie des Fahrzeugs geladen werden.

[0075] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist das sekundärseitige Lademodul einen Kontaktbereich auf, wobei der Kontaktbereich thermisch mit der Batterie gekoppelt ist. Der Kontaktbereich kann an die Oberfläche des sekundärseitigen Lademoduls angrenzend angeordnet sein. Der Kontaktbereich kann dazu ausgelegt sein in thermischem Kontakt mit der Batterie des Fahrzeugs zu sein und diese zu kühlen oder zu wärmen. Es ist auch möglich, dass der Kontaktbereich in thermischem Kontakt mit anderen Komponenten der sekundärseitigen Ladevorrichtung, wie beispielsweise Kabeln oder einer Leistungselektronik, ist, um diese zu kühlen oder zu wärmen.

[0076] Während des Ladens der Batterie des Fahrzeugs kann der Kontaktbereich in direktem Kontakt mit einem Kühlmodul des primärseitigen Lademoduls sein. Das bedeutet, dass das Kühlmodul und der Kontaktbereich während des Ladens in thermischem Kontakt stehen können. Durch den thermischen Kontakt mit dem Kühlmodul kann die Batterie des Fahrzeugs auf eine optimale Temperatur zum Laden der Batterie erwärmt oder gekühlt werden. Bei sehr warmen Wetterbedingungen kann die Batterie beispielsweise gekühlt werden und bei sehr kalten Wetterbedingungen kann die Batterie erwärmt werden. Somit kann die Batterie effizient geladen werden.

[0077] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die sekundärseitige Ladevorrichtung ein Verstellteil auf, welches das sekundärseitige Lademodul umfasst, wobei das Verstellteil in mindestens eine Verstellrichtung bewegt werden kann. Das Verstellteil kann an einen Motor oder an Aktoren angeschlossen sein, so dass das Verstellteil bewegt werden kann. Das Verstellteil kann eine ausfahrbare Achse aufweisen, auf welcher das sekundärseitige Lademodul angeordnet ist. Beispielsweise kann das Verstellteil in eine Verstellrichtung bewegt werden, so dass das sekundärseitige Lademodul so positioniert wird, dass die Batterie des Fahrzeugs effizient geladen werden kann. Die Verstellrichtung kann beispielsweise senkrecht zu einer Bodenplatte sein, auf welcher das Fahrzeug während des Ladens positioniert ist. Es ist auch möglich, dass die Verstellrichtung parallel oder unter einem Winkel zur Bodenplatte verläuft. Des Weiteren ist es möglich, dass das Verstellteil in zwei weitere Richtungen bewegt werden kann, welche beide senkrecht zur Verstellrichtung verlaufen. Es ist auch möglich, dass das Verstellteil um eine Achse rotiert werden kann, beispielsweise um die Verstellrichtung oder dass das Verstellteil gekippt werden kann. Somit wird ein genaues Positionieren des sekundärseitigen Lademoduls zum Laden der Batterie des Fahrzeugs ermöglicht.

[0078] Die mindestens drei Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls können so angeordnet sein, dass jede der Seitenflächen einen Winkel von mindestens 0° und kleiner als 90° mit der Verstellrichtung des Verstellteils aufweist.

[0079] Weist das sekundärseitige Lademodul mehrere Segmente auf, so ist es möglich, dass jedes der Segmente mit dem Verstellteil separat bewegt wird. Daher können einzelne Segmente zum Laden der Batterie des Fahrzeugs positioniert werden und andere Segmente weiter entfernt vom primärseitigen Lademodul verbleiben. Somit kann die zu übertragende Leistung variiert werden.

[0080] Der Motor oder die Aktoren des Verstellteils können automatisch betrieben werden, so dass das sekundärseitige Lademodul automatisch positioniert

werden kann. Dazu können der Motor oder die Aktoren von einer zweiten Ladesteuereinrichtung angesteuert werden. Dazu kann die zweite Ladesteuereinrichtung eine elektronische, eine Programm- oder eine ablaufgesteuerte Steuereinrichtung sein, welche einen Mikrocontroller oder ein „Field Programmable Gate Array“ (FPGA) aufweisen kann. Die zweite Ladesteuereinrichtung kann den Motor oder die Aktoren beispielsweise aufgrund von ermittelten Sensorsignalen gemäß eines Einstellalgorithmus ansteuern. Dazu können verschiedene Sensoren in der primärseitigen Ladevorrichtung oder in der sekundärseitigen Ladevorrichtung oder in beiden Ladevorrichtungen angeordnet sein. Die Sensoren können beispielsweise Lichtschranken, Kontaktschalter, Belastungssensoren oder induktive Sensoren sein. Die Sensorsignale können beispielsweise die Positionen der Primärspule und der Sekundärspule angeben. Die Sensorsignale können über die induktive Kopplung zwischen der Primärspule und der Sekundärspule übertragen werden. Es ist auch möglich, dass die Sensorsignale auf andere Art und Weise übertragen werden. Es ist weiter möglich, dass der Motor oder die Aktoren des Verstellteils von einer ersten Ladesteuereinrichtung der primärseitigen Ladevorrichtung angesteuert werden.

[0081] Die Sensoren können außerdem dazu dienen eine relative Bewegung der sekundärseitigen Ladevorrichtung zur primärseitigen Ladevorrichtung während des Ladens zu detektieren. In diesem Fall kann das sekundärseitige Lademodul vom primärseitigen Lademodul entfernt werden, so dass die Lademodule aufgrund der Bewegung der sekundärseitigen Ladevorrichtung nicht beschädigt werden. Somit ist die Sicherheit während des Ladens der Batterie erhöht.

[0082] Aufgrund der geometrischen Form des primärseitigen Lademoduls und des sekundärseitigen Lademoduls kann eine mechanisch bedingte Selbstzentrierung beider Lademodule erfolgen.

[0083] Es ist außerdem möglich, dass das sekundärseitige Lademodul zum Laden positioniert wird, indem das Fahrzeug bewegt wird, beispielsweise durch den Antrieb des Fahrzeugs. In diesem Fall ist es nicht notwendig, dass die sekundärseitige Ladevorrichtung ein Verstellteil aufweist.

[0084] Gemäß zumindest einer Ausführungsform können Daten zwischen der primärseitigen Ladevorrichtung und der sekundärseitigen Ladevorrichtung übertragen werden. Beispielsweise können während des Ladevorgangs Daten als hochfrequente Anteile im Wechselstrom in der Primärspule an die Sekundärspule übertragen werden. Es ist auch möglich, dass während des Ladevorgangs Daten als hochfrequente Anteile im Wechselstrom in der Sekundärspule an die Primärspule übertragen werden. Des Weiteren können Daten drahtlos, beispielsweise über

Funksignale oder Bluetooth, oder über ein Kabel übertragen werden. Die übertragenen Daten können beispielsweise Informationen über den Ladezustand oder die Temperatur der Batterie umfassen, Informationen zur Identifizierung der sekundärseitigen Ladevorrichtung oder Informationen zur Ermittlung der Kosten für das Laden der Batterie oder anderer Kosten. Außerdem können Mediendaten wie beispielsweise Musik oder Videos übertragen werden.

[0085] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die sekundärseitige Ladevorrichtung eine Einparkhilfe für das Fahrzeug auf. Dazu kann die sekundärseitige Ladevorrichtung beispielsweise den Antrieb des Fahrzeugs ansteuern und das Fahrzeug automatisch in einer Position zum Laden der Batterie positionieren.

[0086] Gemäß zumindest einer Ausführungsform weist die mindestens eine Sekundärspule eine andere Windungszahl auf als mindestens eine Primärspule. Somit können die Primärspule und die Sekundärspule transformatorisch gekoppelt sein. Bei einer festgelegten Spannung der primärseitigen Ladevorrichtung, ist es bei unterschiedlichen Windungszahlen der Primärspule und der Sekundärspule möglich, Energie auf eine sekundärseitige Ladevorrichtung zu übertragen, welche bei einer anderen Spannung betrieben wird als die primärseitige Ladevorrichtung. Die primärseitige Ladevorrichtung kann somit für unterschiedliche Fahrzeuge unabhängig von deren Spannungsniveau verwendet werden.

[0087] Des Weiteren wird ein Ladesystem zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb angegeben. Das Ladesystem umfasst eine hier beschriebene primärseitige Ladevorrichtung und eine hier beschriebene sekundärseitige Ladevorrichtung. Somit sind alle Merkmale der beschriebenen primärseitigen Ladevorrichtung und der beschriebenen sekundärseitigen Ladevorrichtung auch für das Ladesystem offenbart und umgekehrt.

[0088] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Ladesystems verbleibt während des Ladens der Batterie ein Luftspalt zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul. Bei dem Luftspalt handelt es sich um einen wie oben beschriebenen Luftspalt.

[0089] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Ladesystems weist die mindestens eine Primärspule eine andere Windungszahl auf als die mindestens eine Sekundärspule. Das bedeutet beispielsweise, dass das Windungsverhältnis der Primärspule und der Sekundärspule ungleich 1 ist.

[0090] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Ladesystems sind während des Ladens der Bat-

terie das Kühlmodul und der Kontaktbereich in thermischem Kontakt.

[0091] Des Weiteren wird ein Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb angegeben.

[0092] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb umfasst das Verfahren den Schritt des Positionierens eines primärseitigen Lademoduls mit mindestens einer Primärspule und eines sekundärseitigen Lademoduls mit mindestens einer Sekundärspule. Bei dem primärseitigen Lademodul kann es sich um ein hier beschriebenes primärseitiges Lademodul handeln und bei dem sekundärseitigen Lademodul kann es sich um ein hier beschriebenes sekundärseitiges Lademodul handeln. Somit sind alle Merkmale des beschriebenen primärseitigen Lademoduls und des beschriebenen sekundärseitigen Lademoduls auch für das Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb offenbart und umgekehrt.

[0093] Das primärseitige Lademodul und die Primärspule können Bestandteile einer hier beschriebenen primärseitigen Ladevorrichtung sein. Das sekundärseitige Lademodul und die Sekundärspule können Bestandteile einer hier beschriebenen sekundärseitigen Ladevorrichtung sein.

[0094] In einem nachfolgenden Verfahrensschritt erfolgt das Anlegen einer Wechselspannung an die mindestens eine Primärspule. Dazu kann die Primärspule an einen Wandler angeschlossen sein. Der Wandler kann eine Gleichspannung, welche von einer Pufferbatterie oder einem Stromnetz bereitgestellt wird, in eine Wechselspannung umwandeln.

[0095] In einem weiteren Verfahrensschritt wird eine in der mindestens einen Sekundärspule induzierte Wechselspannung in eine Gleichspannung zum Laden der Batterie umgewandelt. Dazu kann die Sekundärspule an einen Wandler angeschlossen sein.

[0096] Das Laden der Batterie des Fahrzeugs kann durch eine induktive Kopplung der mindestens einen Primärspule mit mindestens einer Sekundärspule einer sekundärseitigen Ladevorrichtung erfolgen. Das sekundärseitige Lademodul kann im Fahrzeug angeordnet sein. Das Laden der Batterie erfolgt somit nicht über einen direkten elektrischen Kontakt zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul, sondern durch eine drahtlose Übertragung von elektrischer Leistung. Dazu kann jede Primärspule an einen Wandler angeschlossen sein, beispielsweise einen Wechselrichter oder einen DC-AC Wandler, welcher die Gleichspannung der Stromversorgungseinheit in eine Wechselspannung

umwandelt. Während des Ladens induziert das von der Primärspule erzeugte elektromagnetische Feld eine Wechselspannung in der Sekundärspule. Diese kann von einem Wandler in der sekundärseitigen Ladevorrichtung, beispielsweise einem Gleichrichter oder einem AC-DC Wandler, in eine Gleichspannung umgewandelt werden. Mit dieser Gleichspannung kann die Batterie des Fahrzeugs geladen werden.

[0097] Dabei ist die mindestens eine Primärspule an eine Stromversorgungseinheit angeschlossen und die mindestens eine Sekundärspule ist elektrisch mit der Batterie des Fahrzeugs gekoppelt. Außerdem weist das primärseitige Lademodul mindestens drei Seitenflächen auf und jede der Seitenflächen schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls ein, und das sekundärseitige Lademodul weist mindestens drei Seitenflächen auf und jede der Seitenflächen schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls ein. Des Weiteren sind die Seitenflächen des primärseitigen Lademoduls an die Seitenflächen des sekundärseitigen Lademoduls angepasst, so dass während des Ladens der Batterie ein Luftspalt zwischen dem primärseitigen Lademodul und dem sekundärseitigen Lademodul verbleibt.

[0098] Gemäß zumindest einer Ausführungsform des Verfahrens ist ein Kühlmodul im primärseitigen Lademodul angeordnet und ein Kontaktbereich ist im sekundärseitigen Lademodul angeordnet, wobei der Kontaktbereich thermisch mit der Batterie oder anderen Komponenten der sekundärseitigen Ladevorrichtung gekoppelt ist, und wobei während des Ladens der Batterie das Kühlmodul und der Kontaktbereich in thermischem Kontakt sind.

[0099] Im Folgenden werden die hier beschriebene primärseitige Ladevorrichtung, die sekundärseitige Ladevorrichtung, das Ladesystem und das Verfahren zum Laden einer Batterie für ein Fahrzeug mit einem elektrischen Antrieb mit Ausführungsbeispielen und den dazugehörigen Figuren näher erläutert.

[0100] Die **Fig. 1**, **Fig. 2**, **Fig. 3**, **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen Ausführungsbeispiele des Ladesystems mit der primärseitigen Ladevorrichtung und der sekundärseitigen Ladevorrichtung. Außerdem wird anhand der **Fig. 1** das hier beschriebene Verfahren näher erläutert.

[0101] In den **Fig. 6** und **Fig. 7** sind schematische Schnittdarstellungen eines Ausführungsbeispiels eines primärseitigen Lademoduls gezeigt.

[0102] In **Fig. 8** sind ein Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls und

ein Ausschnitt eines Ausführungsbeispiels des sekundärseitigen Lademoduls gezeigt.

[0103] In **Fig. 9** sind ein Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls und ein Ausschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des sekundärseitigen Lademoduls gezeigt.

[0104] In **Fig. 1** ist ein Ausführungsbeispiel eines Ladesystems **24**, welches eine primärseitige Ladevorrichtung **10** und eine sekundärseitige Ladevorrichtung **19** umfasst, gezeigt. Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** und eine Batterie **11** sind in einem Fahrzeug **12** angeordnet. Das Fahrzeug **12** ist auf einer Bodenplatte **35** angeordnet. Die primärseitige Ladevorrichtung **10** ist unterhalb der Bodenplatte **35** angeordnet. Die primärseitige Ladevorrichtung **10** umfasst ein primärseitiges Lademodul **14**. Im primärseitigen Lademodul **14** ist mindestens eine Primärspule **13** angeordnet. Das primärseitige Lademodul **14** weist die Form eines Pyramidenstumpfes mit mindestens drei Seitenflächen **15** und einer Oberfläche **38** auf. Jede der Seitenflächen **15** schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls **14** ein. Die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls **14** ist in diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Haupterstreckungsrichtung der Bodenplatte **35**.

[0105] Die primärseitige Ladevorrichtung **10** weist weiter ein Verstellteil **18** auf. Das Verstellteil **18** umfasst das primärseitige Lademodul **14** und das Verstellteil **18** kann in eine Verstellrichtung **z** bewegt werden. Die Verstellrichtung **z** ist senkrecht zur Haupterstreckungsrichtung der Bodenplatte **35**. Somit kann durch eine Bewegung des Verstellteils **18** das primärseitige Lademodul **14** in Richtung des Fahrzeugs **12** bewegt werden.

[0106] Die primärseitige Ladevorrichtung **10** weist weiter einen Wandler **22** auf, an welchen die mindestens eine Primärspule **13** angeschlossen ist. Außerdem weist die primärseitige Ladevorrichtung **10** eine Pufferbatterie **26** mit einer parallel geschalteten Regelung **27** und eine erste Ladesteuereinrichtung **28** auf. Die erste Ladesteuereinrichtung **28** ist an eine Stromversorgungseinheit **16** angeschlossen. Die erste Ladesteuereinrichtung **28** ist außerdem an die Pufferbatterie **26** angeschlossen. Die Pufferbatterie **26** ist an den Wandler **22** angeschlossen. Die Stromversorgungseinheit **16** kann beispielsweise ein Stromnetz oder eine weitere Batterie sein. Die erste Ladesteuereinrichtung **28** kann eine Leistungsfaktor-korrekturschaltung oder eine Gleichrichterschaltung umfassen, um die Wirkleistung für das primärseitige Lademodul **14** zu maximieren. Bei dem Wandler **22** kann es sich beispielsweise um einen DC-AC Wandler handeln. Weist das primärseitige Lademodul **14**

mehr als eine Primärspule **13** auf, so ist jede Primärspule **13** mit einem eigenen Wandler **22** verbunden.

[0107] Des Weiteren umfasst die primärseitige Ladevorrichtung **10** zwei Verstelleinrichtungen **30**, mit deren Hilfe das Fahrzeug **12** in eine Position zum Laden der Batterie **11** gebracht werden kann.

[0108] Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** umfasst ein sekundärseitiges Lademodul **36**. Im sekundärseitigen Lademodul **36** ist mindestens eine Sekundärspule **20** angeordnet. Das sekundärseitige Lademodul **36** weist die Form einer Ausnehmung mit mindestens drei Seitenflächen **21** auf. Die drei Seitenflächen **21** bilden die Seitenflächen eines Kegelstumpfes. Jede der Seitenflächen **21** schließt einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls **36** ein. Die Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls **36** ist in diesem Ausführungsbeispiel parallel zur Hauptstreckungsrichtung der Bodenplatte **35**. Dabei weist das sekundärseitige Lademodul **36** eine komplementäre Form zum primärseitigen Lademodul **14** auf.

[0109] Jede der Sekundärspulen **20** ist mit einem eigenen Wandler **22** der sekundärseitigen Ladevorrichtung **19** verbunden. Der Wandler **22** ist mit der Batterie **11** des Fahrzeugs **12** verbunden. Die Batterie **11** ist mit einem Antrieb **37** des Fahrzeugs **12** verbunden und im Bereich des Bodens des Fahrzeugs **12** angeordnet.

[0110] Zum Laden der Batterie **11** des Fahrzeugs **12** wird das primärseitige Lademodul **14** an das sekundärseitige Lademodul **36** angenähert bis eine Ladeposition erreicht ist. Dazu kann die Oberfläche **38** des primärseitigen Lademoduls **14** in direktem Kontakt mit dem Fahrzeug **12** sein. Zwischen den Seitenflächen **15** des primärseitigen Lademoduls **14** und den Seitenflächen **21** des sekundärseitigen Lademoduls **36** verbleibt während des Ladens ein Luftspalt **25**. Sobald die Ladeposition erreicht ist, wird eine Wechselspannung an die mindestens eine Primärspule **13** angelegt. Dazu wird die von der Pufferbatterie **26** bereitgestellte Gleichspannung vom Wandler **22** in eine Wechselspannung umgewandelt. Durch die an der Primärspule **13** angelegte Wechselspannung wird ein elektromagnetisches Feld erzeugt, welches in der Sekundärspule **20** eine Wechselspannung induziert. Diese wird vom Wandler **22** der sekundärseitigen Ladevorrichtung **19** in eine Gleichspannung umgewandelt, mit welcher die Batterie **11** des Fahrzeugs **12** geladen wird.

[0111] In **Fig. 1** handelt es sich bei dem Fahrzeug **12** um ein Landfahrzeug oder ein Auto.

[0112] In **Fig. 2** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Ladesystems **24** gezeigt. Die primärseitige Lade-

vorrichtung **10** ist stationär unter einer Bodenplatte **35** angeordnet. Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** ist in einem Luftfahrzeug oder einem Flugzeug angeordnet. Der Aufbau der primärseitigen Ladevorrichtung **10** und der sekundärseitigen Ladevorrichtung **19** ist wie in **Fig. 1** gezeigt.

[0113] In **Fig. 3** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Ladesystems **24** gezeigt. Die primärseitige Ladevorrichtung **10** ist stationär unter einer Bodenplatte **35** angeordnet. Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** ist in einem Wasserfahrzeug oder einem Boot angeordnet. Der Aufbau der primärseitigen Ladevorrichtung **10** und der sekundärseitigen Ladevorrichtung **19** ist wie in **Fig. 1** gezeigt. Zusätzlich ist eine Verstelleinrichtung **30** der primärseitigen Ladevorrichtung **10** mit einem Verbindungsarm **31** verbunden. Der Verbindungsarm **31** ist außerdem mit dem Fahrzeug **12** verbunden. Somit kann das Fahrzeug **12**, auch wenn es sich im Wasser befindet, durch die Verbindung mit dem Verbindungsarm **31** während des Ladevorgangs in einer festen Position gehalten werden.

[0114] In **Fig. 4** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Ladesystems **24** gezeigt. Die primärseitige Ladevorrichtung **10** ist stationär unter einer Bodenplatte **35** und oberhalb der Bodenplatte **35** angeordnet. Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** ist in einem Landfahrzeug **12**, wie in **Fig. 1** gezeigt, angeordnet. Im Unterschied zum Aufbau in **Fig. 1** weist das primärseitige Lademodul **14** die Form einer Ausnehmung auf. Die Seitenflächen **15** des primärseitigen Lademoduls **14** schließen einen Winkel von größer als 0° und kleiner als 90° mit der Bodenplatte **35** ein. Das sekundärseitige Lademodul **36** weist die Form eines dreidimensionalen Körpers, in diesem Fall die Form eines Pyramidenstumpfes, auf. Die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** weist ein Verstellteil **18** auf, welches das sekundärseitige Lademodul **36** umfasst. Das Verstellteil **18** kann in eine Verstellrichtung **z**, welche parallel zur Hauptstreckungsrichtung der Bodenplatte **35** verläuft, bewegt werden. Somit kann das sekundärseitige Lademodul **36** zum Laden der Batterie **11** an das primärseitige Lademodul **14** mit dem Verstellteil **18** angenähert werden. Die Seitenflächen **21** des sekundärseitigen Lademoduls **36** schließen einen Winkel von größer als 0° und kleiner als 90° mit der Verstellrichtung **z** ein.

[0115] In **Fig. 5** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Ladesystems **24** gezeigt. Der Aufbau der primärseitigen Ladevorrichtung **10** ist der gleiche wie in **Fig. 4** gezeigt. Der Aufbau der sekundärseitigen Ladevorrichtung **19** unterscheidet sich von dem in **Fig. 4** gezeigten Aufbau dadurch, dass die sekundärseitige Ladevorrichtung **19** kein Verstellteil **18** aufweist. Zum Annähern des sekundärseitigen Lademoduls **36** an das primärseitige Lademodul **14** wird das gesamte Fahrzeug **12** in der Verstellrichtung **z** bewegt. Dazu

können der Antrieb **37** des Fahrzeugs **12** oder die Verstellrichtungen **30** verwendet werden.

[0116] In **Fig. 6** ist eine schematische Schnittdarstellung eines Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls **14** gezeigt. Das primärseitige Lademodul **14** weist sechs Primärspulen **13** auf. Die Grundfläche des primärseitigen Lademoduls **14** ist ein Sechseck mit sechs gleichen Seiten. Somit weist das primärseitige Lademodul **14** sechs Seitenflächen **15** auf. Jede der Primärspulen **13** ist angrenzend an eine der Seitenflächen **15** angeordnet. Anstelle von einer Primärspule **13** können auch mehrere Primärspulen **13** pro Seitenfläche **15** im primärseitigen Lademodul **14** angeordnet sein. Außerdem ist jede der Primärspulen **13** an einen Wandler **22** angeschlossen. Des Weiteren weist das primärseitige Lademodul **14** sechs Subkühlmodule **33** auf. Jedes der Subkühlmodule **33** ist an einer Seite einer Primärspule **13** angeordnet, welche der jeweiligen Seitenfläche **15** abgewandt ist. Somit grenzen die Subkühlmodule **33** in der Mitte der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls **14** aneinander an. Das primärseitige Lademodul **14** ist in sechs Segmente **32** unterteilt. Jedes der Segmente **32** umfasst eine Primärspule **13**, einen Wandler **22** und ein Subkühlmodul **33**. Jedes der Segmente **32** kann separat bewegt und angesteuert werden. Es ist auch möglich, dass an die Primärspulen **13** Wechselspannungen mit unterschiedlicher Amplitude oder Frequenz angelegt werden.

[0117] In **Fig. 7** ist eine schematische Schnittdarstellung eines weiteren Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls **14** gezeigt. Dabei ist der Aufbau des primärseitigen Lademoduls **14** ähnlich wie in **Fig. 6** gezeigt mit dem Unterschied, dass das primärseitige Lademodul **14** nicht in Segmente **32** unterteilt ist. Die Primärspulen **13** und die Wandler **22** sind wie in **Fig. 6** gezeigt angeordnet. An Stelle von sechs Subkühlmodulen **33** umfasst das primärseitige Lademodul **14** ein Kühlmodul **17** in der Mitte des primärseitigen Lademoduls **14**.

[0118] In **Fig. 8** ist eine schematische Schnittdarstellung eines Ausschnitts eines Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls **14** und eines Ausschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels des sekundärseitigen Lademoduls **36** gezeigt. Im primärseitigen Lademodul **14** ist eine Primärspule **13** angeordnet, welche an einen Wandler **22** angeschlossen ist. Der Wandler **22** kann an die Pufferbatterie **26** angeschlossen sein. In der Primärspule **13** ist ein Eisenkern **34** angeordnet, welcher sich in der Form eines Hufeisens erstreckt. Das Kühlmodul **17** des primärseitigen Lademoduls **14** ist in thermischem Kontakt mit einem Kontaktbereich **23** des sekundärseitigen Lademoduls **36**. Der Kontaktbereich **23** ist in thermischem Kontakt mit der Batterie **11** des Fahrzeugs **12**, um diese zu kühlen oder zu wärmen. Im sekundärseitigen Lademodul **36** ist eine Sekundärspule **20** ange-

ordnet, welche an einen Wandler **22** angeschlossen ist. Der Wandler **22** kann an die Batterie **11** des Fahrzeugs **12** angeschlossen sein. Auch in der Sekundärspule **20** ist ein Eisenkern **34** angeordnet.

[0119] In **Fig. 8** befindet sich das primärseitige Lademodul **14** in der Ladeposition. In dieser Position schließt eine gedachte Verbindungsachse durch die Primärspule **13** und die Sekundärspule **20** einen Winkel mit der Grundfläche des primärseitigen Lademoduls **14** von größer als 0° und kleiner als 90° ein. Die Oberfläche **38** des primärseitigen Lademoduls **14** ist in direktem Kontakt mit dem sekundärseitigen Lademodul **36**. Zwischen den Seitenflächen **15** des primärseitigen Lademoduls **14** und den Seitenflächen **21** des sekundärseitigen Lademoduls **36** verbleibt ein Luftspalt **25**.

[0120] In **Fig. 9** ist eine schematische Schnittdarstellung eines Ausschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels des primärseitigen Lademoduls **14** und eines Ausschnitts eines weiteren Ausführungsbeispiels des sekundärseitigen Lademoduls **36** gezeigt. Das primärseitige Lademodul **14** ist ringförmig zwischen zwei Teilen des sekundärseitigen Lademoduls **36** angeordnet. Im primärseitigen Lademodul **14** sind zwei Primärspulen **13** angeordnet. Im äußeren Teil des sekundärseitigen Lademoduls **36** ist eine Sekundärspule **20** angeordnet. Der innere Teil des sekundärseitigen Lademoduls **36** ist lateral vom primärseitigen Lademodul **14** umgeben. Im inneren Teil des sekundärseitigen Lademoduls **36** ist eine weitere Sekundärspule **20** angeordnet. Während des Ladevorgangs kann eine der Primärspulen **13** Energie an die Sekundärspule **20** im äußeren Teil des sekundärseitigen Lademoduls **36** übertragen und die weitere Primärspule **13** kann Energie an die Sekundärspule **20** im inneren Teil des sekundärseitigen Lademoduls **36** übertragen. Dieses Ausführungsbeispiel ermöglicht eine kompakte Anordnung des primärseitigen Lademoduls **14** und des sekundärseitigen Lademoduls **36**.

Bezugszeichenliste

10:	primärseitige Ladevorrichtung
11:	Batterie
12:	Fahrzeug
13:	Primärspule
14:	primärseitiges Lademodul
15:	Seitenfläche
16:	Stromversorgungseinheit
17:	Kühlmodul
18:	Verstellteil
19:	sekundärseitige Ladevorrichtung
20:	Sekundärspule

21:	Seitenfläche
22:	Wandler
23:	Kontaktbereich
24:	Ladesystem
25:	Luftspalt
26:	Pufferbatterie
27:	Regelung
28:	erste Ladesteuereinrichtung
30:	Verstelleinrichtung
31:	Verbindungsarm
32:	Segment
33:	Subkühlmodul
34:	Eisenkern
35:	Bodenplatte
36:	sekundärseitiges Lademodul
37:	Antrieb
38:	Oberfläche
z:	Verstellrichtung

Patentansprüche

1. Primärseitige Ladevorrichtung (10) zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37), mit:

- mindestens einer Primärspule (13), und
- einem primärseitigen Lademodul (14), in welchem die Primärspule (13) angeordnet ist, wobei
- das primärseitige Lademodul (14) mindestens drei Seitenflächen (15) aufweist und jede der Seitenflächen (15) einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls (14) einschließt, und
- die mindestens eine Primärspule (13) an eine Stromversorgungseinheit (16) angeschlossen ist.

2. Primärseitige Ladevorrichtung (10) gemäß dem vorherigen Anspruch, bei der das primärseitige Lademodul (14) eine komplementäre Form zu einem sekundärseitigen Lademodul (36) aufweist.

3. Primärseitige Ladevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei der die mindestens drei Seitenflächen (15) des primärseitigen Lademoduls (14) Seitenflächen eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes bilden.

4. Primärseitige Ladevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei der jede Primärspule (13) separat von der Stromversorgungseinheit (16) angesteuert werden kann.

5. Primärseitige Ladevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, bei der ein Kühlmodul (17) im primärseitigen Lademodul (14) angeordnet ist.

6. Primärseitige Ladevorrichtung (10) gemäß einem der vorherigen Ansprüche, welche ein Verstellteil (18) aufweist, welches das primärseitige Lademodul (14) umfasst, wobei das Verstellteil (18) in mindestens eine Verstellrichtung (z) bewegt werden kann.

7. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37), mit:

- mindestens einer Sekundärspule (20), und
- einem sekundärseitigen Lademodul (36), in welchem die Sekundärspule (20) angeordnet ist, wobei
- das sekundärseitige Lademodul (36) mindestens drei Seitenflächen (21) aufweist und jede der Seitenflächen (21) einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls (36) einschließt, und
- die mindestens eine Sekundärspule (20) elektrisch mit der Batterie (11) des Fahrzeugs (12) gekoppelt ist.

8. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) gemäß Anspruch 7, bei der das sekundärseitige Lademodul (36) eine komplementäre Form zu einem primärseitigen Lademodul (14) aufweist.

9. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) gemäß einem der Ansprüche 7 oder 8, bei der die mindestens drei Seitenflächen (21) des sekundärseitigen Lademoduls (36) Seitenflächen eines Pyramidenstumpfes oder eines Kegelstumpfes bilden.

10. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 9, bei der jede Sekundärspule (20) mit einem Wandler (22) gekoppelt ist.

11. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 10, bei der das sekundärseitige Lademodul (36) einen Kontaktbereich (23) aufweist, wobei der Kontaktbereich (23) thermisch mit der Batterie (11) gekoppelt ist.

12. Sekundärseitige Ladevorrichtung (19) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 11, welche ein Verstellteil (18) aufweist, welches das sekundärseitige Lademodul (36) umfasst, wobei das Verstellteil (18) in mindestens eine Verstellrichtung (z) bewegt werden kann.

13. Ladesystem (24) zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37), mit:

- einer primärseitigen Ladevorrichtung (10) gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, und

- einer sekundärseitigen Ladevorrichtung (19) gemäß einem der Ansprüche 7 bis 12.

(11) das Kühlmodul (17) und der Kontaktbereich (23) in thermischem Kontakt sind.

14. Ladesystem (24) gemäß dem vorherigen Anspruch, bei dem während des Ladens der Batterie (11) ein Luftspalt (25) zwischen dem primärseitigen Lademodul (14) und dem sekundärseitigen Lademodul (36) verbleibt.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

15. Ladesystem (24) gemäß einem der Ansprüche 13 oder 14, bei dem die mindestens eine Primärspule (13) eine andere Windungszahl aufweist als die mindestens eine Sekundärspule (20) .

16. Ladesystem (24) gemäß einem der Ansprüche 13 bis 15, bei dem während des Ladens der Batterie (11) das Kühlmodul (17) und der Kontaktbereich (23) in thermischem Kontakt sind.

17. Verfahren zum Laden einer Batterie (11) für ein Fahrzeug (12) mit einem elektrischen Antrieb (37) mit den Schritten:

- Positionieren eines primärseitigen Lademoduls (14) mit mindestens einer Primärspule (13) und eines sekundärseitigen Lademoduls (36) mit mindestens einer Sekundärspule (20),
- Anlegen einer Wechselfspannung an die mindestens eine Primärspule (13), und
- Umwandeln einer in der mindestens einen Sekundärspule (20) induzierten Wechselfspannung in eine Gleichspannung zum Laden der Batterie (11), wobei
 - die mindestens eine Primärspule (13) an eine Stromversorgungseinheit (16) angeschlossen ist,
 - die mindestens eine Sekundärspule (20) elektrisch mit der Batterie (11) des Fahrzeugs (12) gekoppelt ist,
 - das primärseitige Lademodul (14) mindestens drei Seitenflächen (15) aufweist und jede der Seitenflächen (15) einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des primärseitigen Lademoduls (14) einschließt,
 - das sekundärseitige Lademodul (36) mindestens drei Seitenflächen (21) aufweist und jede der Seitenflächen (21) einen Winkel von größer als 0° und höchstens 90° mit einer Grundfläche des sekundärseitigen Lademoduls (36) einschließt, und
 - die Seitenflächen (15) des primärseitigen Lademoduls (14) an die Seitenflächen (21) des sekundärseitigen Lademoduls (36) angepasst sind, so dass während des Ladens der Batterie (11) ein Luftspalt (25) zwischen dem primärseitigen Lademodul (14) und dem sekundärseitigen Lademodul (36) verbleibt.

18. Verfahren gemäß Anspruch 17, bei dem ein Kühlmodul (17) im primärseitigen Lademodul (14) angeordnet ist und ein Kontaktbereich (23) im sekundärseitigen Lademodul (36) angeordnet ist, wobei der Kontaktbereich (23) thermisch mit der Batterie (11) gekoppelt ist und während des Ladens der Batterie

FIG 3

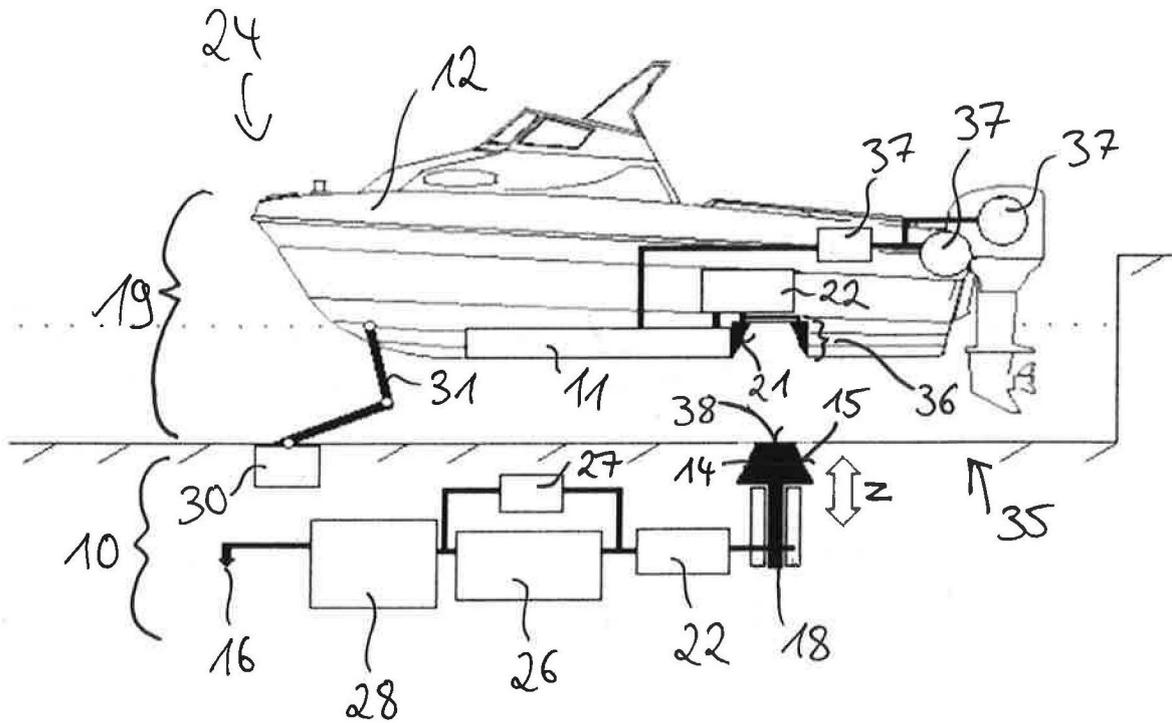


FIG 4

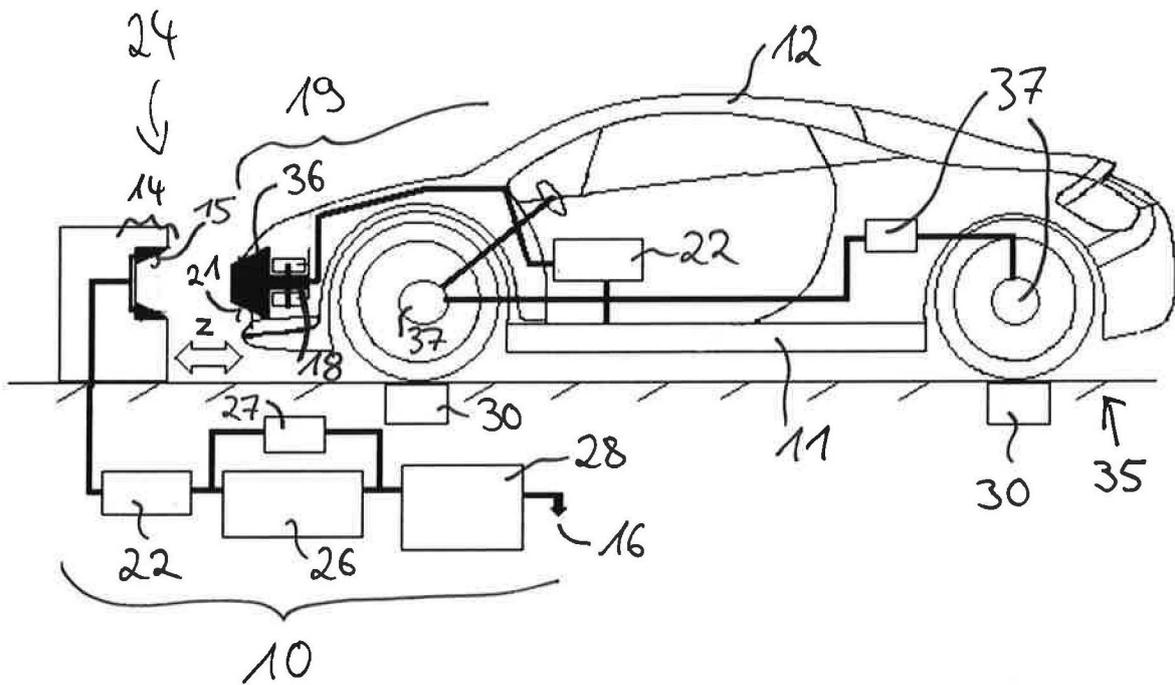


FIG 5

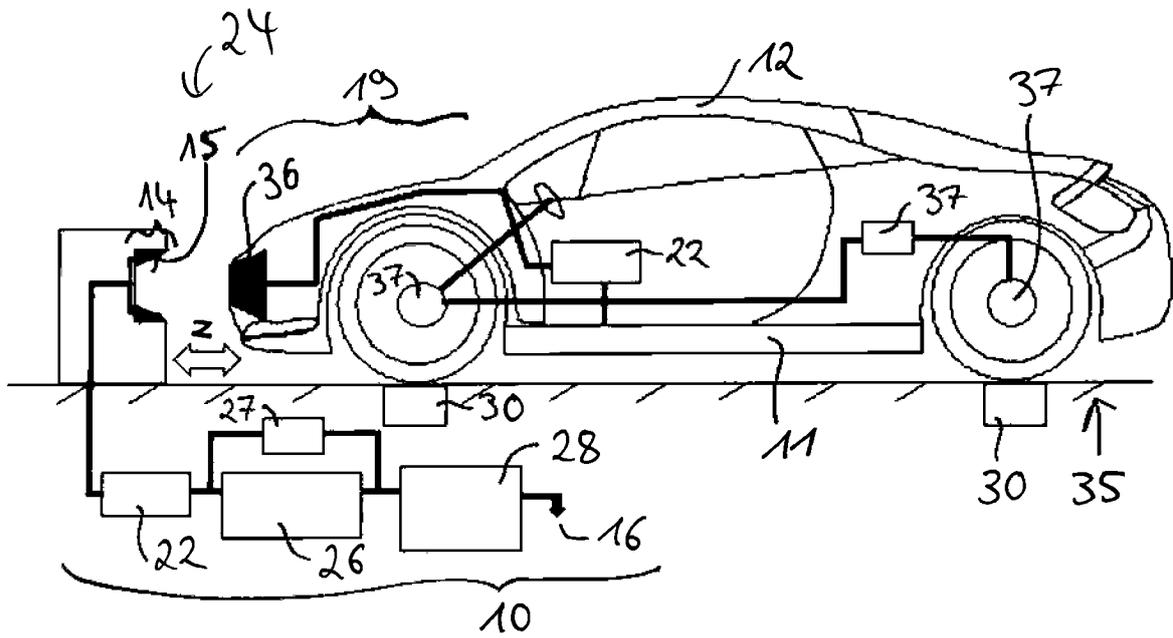


FIG 6

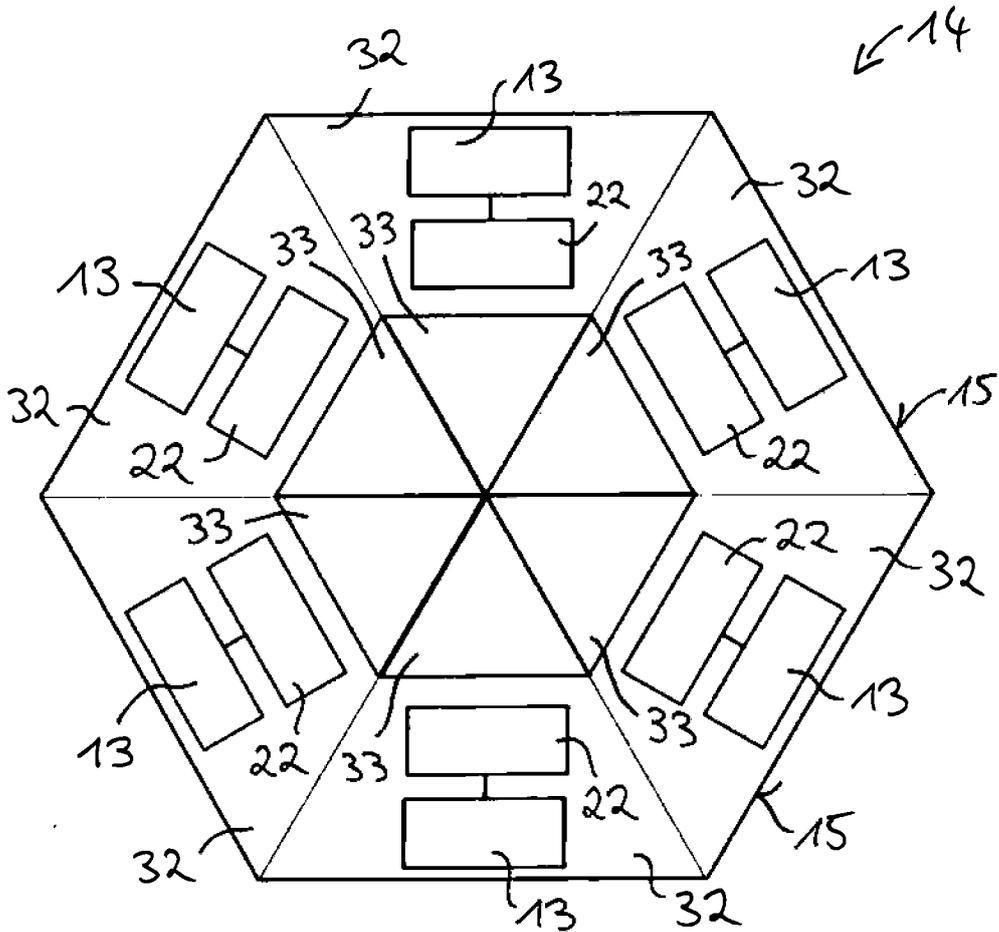


FIG 7

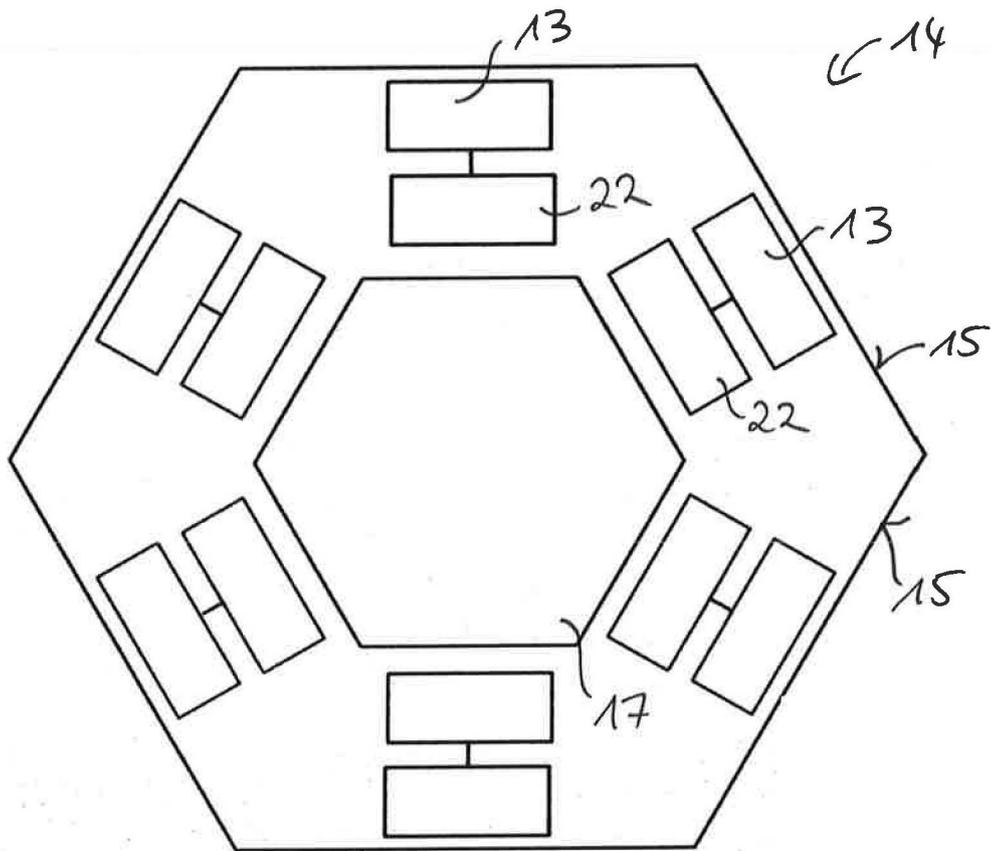


FIG 8

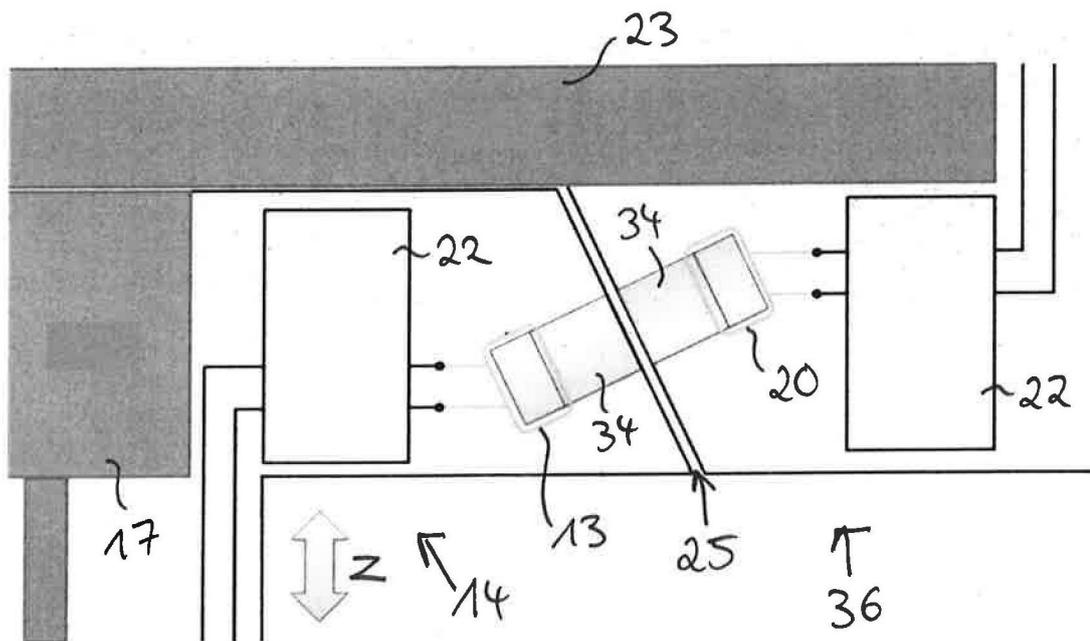


FIG 9

