



Deutsches
Patent- und Markenamt

Herrn
Prof. Dr.-Ing. Peter Marx
MX-ELEKTRONIK
Am Kleinen Wannsee 12J
14109 Berlin

HAUSANSCHRIFT Zweibrückenstraße 12, 80331 München
POSTANSCHRIFT 80297 München
KONTAKT Karen Turacci
TEL +49 89 2195-1772
FAX +49 89 2195-2221
INTERNET www.dpma.de
AKTENZEICHEN 10 2018 010 160.7
ANMELDER/INHABER Marx

IHR ZEICHEN MX
ERSTELLT AM 09.01.2019

Bitte Aktenzeichen und Anmelder/Inhaber bei allen Eingaben und Zahlungen angeben!

Empfangsbestätigung für eine Patentanmeldung

Die aus der beiliegenden Antragskopie ersichtliche Patentanmeldung ist am 29.12.2018 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingegangen.

Die Anmeldung hat das **Aktenzeichen 10 2018 010 160.7** erhalten.

Erfinder und Anmelder: Prof. Dr.-Ing. Peter Marx

Bezeichnung der Erfindung

Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem Personen-gebundenen kWh - Zähler zum Laden von Elektro-Fahrzeugen im öffentlichen, halb-öffentlichen und privaten Raum

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine einfache Ladebox (Ladestation) mit einem integrierten personengebundenen kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halb-öffentlichen und privaten Raum.

Zum Beispiel können damit viele der in der EU vorhandenen rd. 60 Mio. Straßen-Laternen (davon rd. 9 Mio. in Deutschland) mit relativ geringen Kosten ausgestattet werden und somit den vielen Wohnungsmietern ohne eigenen Stellplatz bzw. Garage die Möglichkeit eröffnen, sich ein Elektro-Fahrzeug anzuschaffen und dieses in ihrer Wohnstraße vorzugsweise in den Nachtstunden aufzuladen.

Auch auf Firmen- und Behörden-Parkplätzen sowie für Großsiedlungen mit Parkplätzen z. B. in Innenhöfen von Häuserblöcken sind die Ladeboxen mit einem integrierten personengebundenen kWh-Zähler vorteilhaft einzusetzen.

Die folgenden Betrachtungen gelten auch für Besitzer von Eigentumswohnungen ohne eigenen Stellplatz bzw. Garage. Im Folgenden wird der Einfachheit halber nur von Mietern gesprochen!

Beispielsweise sind sog. Kombilaternen – Laternen mit anmontierter Ladebox - kostengünstiger als zwischen den Laternen separate und i. A. sehr teure Ladestationen

aufzustellen. Wie bekannt, sind auch die meisten Stadtarchitekten gegen eine zunehmende Zahl von Stadtmöbeln in Form von einzelnen Ladestationen, die zwischen den Laternen installiert werden.

Besonderes Merkmal: Der in der Ladebox eingebaute kWh-Zähler ist nur einem speziellen Mieter persönlich per Vertrag mit dem Stromanbieter zugeordnet. Der kWh-Verbrauch wird nur von diesem Mieter zum Haushaltsstromtarif incl. Grundgebühr - ggf. auch zu einem noch günstigeren speziellen Lade-Nachtstromtarif - bezahlt.

Eine aufwendige und teure Fernablesung und Abrechnung per Daten-Kommunikation etc. durch einen Betreiber von Ladesäulen entfällt hier.

Vorteilhaft ist auch, dass die Laternen-Ladestationen in den Dunkelstunden beleuchtet sind.

Bis 2030 könnten in Deutschland rd. 8 Millionen E-Fahrzeuge unterwegs sein.

Eine Studie prognostiziert bis dahin einen Bedarf von ca. 4,7 Millionen Ladepunkten, darunter 200.000 Schnell-Ladestationen.

Beschreibung

Stand der Technik

Lade-Strategien: Man muss differenzieren zwischen **langsamem Laden (AC, DC und induktiv)** z. B. zu Hause, am Arbeitsplatz, an Ladelaternen in Wohnstraßen und **schnellem DC-Laden (z. B. 450 kW / 1000 V)** an Autobahnen, Bundesstraßen und zentralen Ladestationen in Städten.

Über 50% der Deutschen leben in Mietwohnungen – z. B. **in Berlin rd. 80% = 1,6 Mio.**

Mietwohnungen - und sind auf Ladestationen im öffentliche Raum angewiesen, deren kWh-Preise z.T. signifikant über dem Haushaltsstromtarif (z. Z. etwa 26 Cent / kWh incl.

Grundgebühr) liegen, wodurch das elektrische Fahren über eine Strecke von 100 km teurer ist als mit Benzin oder Diesel.

Groteske Zustände an den öffentlichen und halböffentlichen Strom-Ladesäulen kennzeichnen die aktuelle Ladesituation.

Die derzeitige öffentliche Ladeinfrastruktur ist ein chaotischer Flickenteppich.

Regionale Monopolisten diktieren Preise und schaffen ein babylonisches Wirrwarr an Bezahlkarten, Apps und Abrechnungs-Systemen. Die Verbraucherschützer beklagen Preisunterschiede, falsche Leistungswerte und kaputte Ladesäulen.

Kunden sollten aber zum Haushaltsstrom-Tarif an jeder Ladesäule laden können.

Wer eine öffentliche Ladestation ansteuert, erlebt nach Einschätzung von Verbraucherschützern viel zu oft ein blaues Wunder. Die Preise weichen teils um einige 100 Prozent voneinander ab - ohne dass die Nutzer das sofort merken würden.

In einem Forderungskatalog mahnen die Verbände faire Preise, deutlich mehr Transparenz und einheitliche Zahlungsmodelle an. Die öffentliche Ladeinfrastruktur muss einfach und transparent zu nutzen sein, fordern die Verbraucherzentrale Bundesverband, der Bundesverband Car-Sharing und mehrere Interessenverbände für Elektromobilität

Experten beklagen bislang einen regelrechten Wildwuchs an den Stromzapfsäulen. Bei seinem aktuellen jährlichen Vergleich stellte der Stromanbieter Lichtblick je nach Region und Anbieter Preisunterschiede bis 300 Prozent fest. Da mal pauschal pro Ladevorgang, mal nach Zeit und mal nach Kilowattstunden abgerechnet wird, ist ein Preisvergleich oft kaum möglich. Erst bei den Monatsabrechnungen erkennt man die wahren Kosten.

Die Verbraucherschützer deckten teils groteske Zustände an Ladesäulen auf. So müssten Verbraucher bei Tarifen pro Ladevorgang auch dann zahlen, wenn aus technischen Gründen der Ladevorgang nach kurzer Zeit abbricht - "ohne dafür eine Gegenleistung zu erhalten". Zeitbasierte Tarife diskriminierten Verbraucher, deren Autos langsamer laden.

Die geplante neue Ladesäulenverordnung der Bundesregierung soll das Laden an allen öffentlichen Ladestationen ohne ein Vertragsverhältnis mit dem Stromlieferanten oder dem Ladesäulenbetreiber ermöglichen. Bis das flächendeckend funktioniert, vergehen sicher noch einige Jahre!

In Deutschland existieren z. Z. rund 13.500 öffentliche und teilöffentliche Ladepunkte an insgesamt rund 6.700 Ladesäulen. 13 Prozent davon sind Schnelllader. Hinzu kommen noch ca. 70.000 private Lademöglichkeiten.

Der deutsche Staat will weitere 12.000 öffentliche Ladepunkte mit 300 Mio. € fördern.

Aktuell gibt es in Deutschland ca. 54.000 reine E-Autos und etwa 44.500 Plug-in-Hybridautos. Die meisten Elektrofahrzeuge besitzen Personen mit einem Eigenheim, weshalb rd. **80 Prozent der Ladevorgänge** an heimischen Ladestationen in Garagen bzw. eigenen Stellplätzen stattfinden.

Vorteil: Das Laden zu Hause erfolgt zum Haushaltsstromtarif mit ca. 26 Cent pro kWh.

Eine Ladestation (sog. Wallbox) mit 11 kW (400 V, 3 x 16 A) – diese sind überwiegend im privaten Bereich installiert – kostet etwa 600 €. Hinzu kommen die Kosten für die elektrische Installation der Ladestation in der Garage bzw. auf dem Stellplatz.

Wenn z. B. im Keller des Eigenheims bereits ein Drehstromanschluss mit 400 V / 3 x 63 A vorhanden ist, kommen noch etwa 1000 € für die elektrische Leitungsverlegung und die Inbetriebnahme der Wallbox hinzu. Somit kann man mit etwa 1600 € netto rechnen. Die Gesamtkosten zzgl. Umsatzsteuer betragen rd. 1900 €.

Im Stadtverkehr benötigt ein E-Auto für 100km zirka 15 kWh, d.h. das Laden zu Hause kostet nur

$$15 \text{ kWh} \times 0,26 \text{ €} = 3,90 \text{ € für 100 km}$$

Das Laden an öffentlichen Elektroauto-Ladesäulen dagegen ist kompliziert und teuer. Verwirrende Tarifstrukturen, unterschiedliche Zugangsvoraussetzungen sowie eine Vielfalt von Abrechnungsmethoden verkomplizieren den Alltag der Kunden. Die Preise an den Ladesäulen liegen teilweise **signifikant** über dem Haushalts-Kilowattstundenpreis.

Öffentliche Ladesäulen bis 22 kW kosten in etwa 10.000 € zzgl. Unterhaltskosten. Momentan kommen in Deutschland rd. 8 E-Autos auf einen öffentlichen Ladepunkt. Im Mittel fahren diese 11.000 km im Jahr, d.h. pro Auto werden 110 x 15 kWh = 1650 kWh zum Laden benötigt.

Würden alle E-Fahrzeuge nur an öffentlichen Ladepunkten laden, käme statistisch auf einen Ladepunkt ein kWh-Umsatz von $8 \times 1650 \text{ kWh} = 13.200 \text{ kWh}$. Das entspricht einem Jahresumsatz von $13.200 \text{ kWh} \times 0,26 \text{ €} = 3.432,00 \text{ €}$ bzw. $286,00 \text{ €}$ pro Monat!

Da derzeit jedoch ca. 80% der Ladevorgänge privat zu Hause erfolgen, beträgt der monatliche Umsatz nur noch $286 \text{ €} / 5 = 57,20 \text{ €}$.

Aus diesen Zahlen wird deutlich, dass hier kein wirtschaftlich erfolgreiches Ladesäulen-Geschäftsmodell für öffentliche Ladesäulen generiert werden kann, selbst wenn der Staat etwa 60 % der Ladesäulenkosten übernimmt und die Kilowattstunde an der öffentlichen Ladesäule viel mehr kostet als 26 Cent.

Bisher ergeht es einem E-Autobesitzer mit einer Mietwohnung in der Großstadt wie folgt:

Er kommt z. B. gegen 17 Uhr von der Arbeit und sucht eine Lademöglichkeit. Wenn er Glück hat, findet er eine freie öffentliche Ladesäule in der Nähe seiner Wohnung. Nach der teuren Ladung – der kWh-Preis ist signifikant höher als der Haushaltsstromtarif - und wg. des üblichen Zeittarifs muss er dann etwa gegen 23 Uhr sein Fahrzeug umparken, wobei er um diese Uhrzeit nur mit viel Glück noch einen freien Parkplatz in der Nähe seiner Wohnung findet, d.h. dieses umständliche und teure Ladeverfahren kann nicht der Schlüssel zum Erfolg der E-Mobilität für Inhaber von Mietwohnungen in Wohnvierteln von Städten sein, d.h. über die Hälfte der Deutschen sind bzgl. des elektrischen Fahrens stark eingeschränkt mit der Folge, dass die allgemeine Verbreitung der umweltfreundlichen Mobilität gravierend behindert wird. Die neuen Elektroautos werden standardmäßig eine sog. **CCS-Steckdose** an Bord haben, damit sie an AC-Ladesäulen und DC-Schnell-Ladepunkten laden können.

Langsame nächtliche Ladevorgänge sollten wegen Vorteilen für die Batterielebensdauer, Netzauslastung und Ausnutzung der Windenergie bevorzugt werden. Die Ladevorgänge der E-Fahrzeuge sollten deshalb gesteuert werden, um möglichen Engpässen der Stromversorgung entgegen zu wirken.

In den nächsten Jahren wird sicher das AC-Laden noch eine gewisse Bedeutung haben, längerfristig wird sich dennoch das DC-Laden – auch für langsames Laden z.B. an Laternen in Wohnstraßen bzw. zu Hause - durchsetzen, vergleichbar mit dem Schuko-Stecksystem zu Hause, mit dem eine 2 W LED-Leuchte oder auch ein 2000 W Staubsauger mit Strom versorgt werden kann.

Es wird sich später wahrscheinlich auch in Europa ein optimales DC-Ladesystem mit einem einheitlichen DC-Stecksystem herausbilden, d.h. ein zweipoliger DC-Stecker mit Schutzleiter (PE) und mit einer Kommunikations-Steckverbindung (z. B. CAN-Bus) der langsames bis schnelles Laden ermöglicht.

Zukünftig wird auch das Induktionsladen mit Leistungen bis etwa 11 kW an Bedeutung gewinnen für das langsame Laden zu Hause, am Arbeitsplatz, an Ladelaternen in den Wohnstraßen, für Hotelparkplätze usw. Dieses bietet dann einen sehr hohen Ladekomfort und ist noch einfacher und bequemer als das jetzige Tanken von Benzin oder Diesel.

Beschreibung der vorliegenden Erfindung

Um nun auch Mietern ohne eigene Garage bzw. eigenem Stellplatz die Möglichkeit zu eröffnen, ihre E-Autos **zum Haushaltsstromtarif** zu laden wie Eigenheimbesitzer, können z. B. Laternen in Wohnstraßen mit einer einfachen und kostengünstigen Ladebox mit einer Ladeleistung bis ca. 11 kW und **einem integrierten personengebundenen kWh-Zähler** ausgestattet werden.

Diese Ladebox kann an einem Laternenmast oder auch an einem separaten im Boden verankerten Befestigungspoller, einem Pfosten, einem Halteständer o. ä. montiert werden. Die Lade-Steckdose, die Bedienelemente und die Anzeige des kWh-Zählers in der Ladebox sind nur über eine mit einem Sicherheitsschloss versehene Tür exklusiv für den Besitzer dieser Ladebox zugänglich.

Alternativ kann ein Ladekabel fest in der Ladebox angeschlagen sein und mit einer Aufwickelvorrichtung – wie beim Staubsauger – versehen werden. Diese Kabeltrommel und die Bedienelemente der Ladebox sind ebenfalls von außen nur über eine verschließbare Tür zugänglich.

Nur der Besitzer der Ladebox kann hier sein E-Fahrzeug aufladen. Die Zugangstür besitzt eine schlitzzartige Öffnung für das Ladekabel, vgl. Fig. 5, damit nach Beginn der Ladung die Tür wieder verschlossen werden kann und fremde Personen keinen Zugang zum Bedienfeld usw. haben.

Nach Beendigung des Ladevorgangs und abklemmen (bzw. aufrollen) des Ladekabels wird diese schlitzzförmige Öffnung durch einen auf der Rückseite der Tür angebrachten Schieber wieder verschlossen, damit Unbefugte keinen Zugang zur Lade-Steckdose, zu den Bedienelementen und der Anzeige des kWh-Zählers haben.

Die geladenen Kilowattstunden werden von dem integrierten kWh-Zähler registriert und vom Inhaber der Ladebox jährlich abgelesen und bezahlt, wie bei dem kWh-Zähler in seiner Wohnung, d.h. der kWh-Zähler in der Ladebox ist beim Stromversorger nur auf den Namen des Besitzers dieser Ladebox vertraglich angemeldet.

Ein großer Vorteil bei diesem simplen Konzept besteht darin, das die aufwendige und teure Datenkommunikations-Elektronik incl. Software zur Erkennung und Übertragung der Nutzer- und kWh-Verbrauchsdaten vollkommen entfällt. Außerdem entfallen die Gebühren des Betreibers der Ladesäulen für die komplizierte Ladeinfrastruktur, die Rechnungserstellung usw.

Die Stromversorgung der Ladebox erfolgt über das meist im Gehweg verlegte Drehstromnetz (400 V / 230 V) und nicht über das nur für die Laternen separat verlegte Lichtleitungsnetz, denn dieses ist tagsüber – wie bekannt – ausgeschaltet und auch für höhere Ladeströme nicht dimensioniert.

Wenn eine bereits vorhandene Straßenlaterne mit einer Ladezusatzeinrichtung versehen werden soll, muss i.d.R. ein elektrischer Anschluss durch Aufgraben und Verbinden mit dem üblichen 400 V / 230 V Erd-Netzkaabel hergestellt werden. Dieses ist auch erforderlich, wenn eine öffentliche Ladesäule eines kommerziellen Ladesäulenbetreibers zwischen den Laternen installiert werden soll, d.h. der Aufwand für den Anschluss an die städtische Stromversorgung ist kostenneutral, jedoch ist die Kombination der Laterne oder eines Pollers

mit einer technisch einfachen Ladebox ohne aufwendige Datenkommunikation signifikant preiswerter.

In einigen Städten, z.B. Berlin, Hamburg, Köln sind die Straßenleuchten direkt mit der 400 V / 230 V Netzleitung verbunden. Hier ist der Anbau einer Ladeeinrichtung besonders preiswert, da das Aufgraben und der Stromanschluss (Kosten i. d. R. 1000 €) entfallen, wenn alle 3 Phasen plus Neutral-Leiter herausgeführt sind zur Laterne.

In vielen Straßen befinden sich die Laternen auf dem Randstreifen zwischen dem Gehweg und dem Bordstein der Fahrbahn, d.h. hier kann das Ladekabel auf kurzem Weg von der Laternen-Ladebox zum E-Fahrzeug angeschlossen werden, ohne Fußgänger zu behindern.

In anderen Fällen sind die Laternen hinter dem Gehweg bzw. auf den anliegenden Grundstücken montiert. Hier müsste das Ladekabel über den Gehweg und einen ggf. vorhandenen Randstreifen zum E-Fahrzeug gelegt werden, was wegen einer Behinderung der Fußgänger – das Ladekabel stellt quasi eine Fußangel dar - nicht statthaft ist.

In diesen Fällen ist eine z. B. auf einem Poller montierte Ladebox von Vorteil, da diese wiederum auf dem Randstreifen zwischen Gehweg und Fahrbahn installiert werden kann und damit eine kurze Verbindung zum E-Fahrzeug erlaubt ohne Behinderung des Fußgängerverkehrs.

Wie bereits erläutert, kostet eine private Ladestation (sog. Wallbox) mit 11 kW rd. 1900 €. Von einem Mieter, der sich ein E-Auto anschaffen will, kann nun auch erwartet werden, denselben Betrag aufzuwenden, um die Laterne vor seinem Wohnhaus zum Laden zu ertüchtigen. Dieser Ladepunkt mit eigenem kWh-Zähler ist dann nur für ihn reserviert incl. des Parkplatzes vor der Laterne.

Er zahlt dann auch nur den Haushaltsstromtarif incl. Grundgebühr und ist nicht mehr sozial benachteiligt gegenüber einem Garagen- / Stellplatzbesitzer. Der o. g. Betrag ist für die Herstellung und Installation ausreichend, da hier keine komplizierte Technik mit elektronischer Zugangsberechtigung und Datenübertragung des Verbrauchs usw. erforderlich ist, wie auch bei der technisch unkomplizierten Wallbox in der Garage bzw. Stellplatz eines Eigenheimbesitzers. Wenn der Staat hier auch einen Zuschuss gewährt, ist die Finanzierung der Ladebox noch problemloser.

Wenn eine Zweifach-Ladebox mit 2 Ladepunkten für 2 Mieter ausgestattet wird, stehen 3800 € zur Verfügung. Dieser Betrag ist mehr als ausreichend für die Zweifach-Ladebox incl. Installation!

Bei öffentlichen Ladesäulen fallen erhebliche jährliche Betriebskosten (ca. 1500 €) für Wartung und Instandhaltung an. Bei der unkomplizierten Ladebox sind diese Kosten minimal.

Das Procedere könnte folgendermaßen ablaufen:

Ein Mieter beschließt, ein E-Auto zu kaufen. Er beantragt bei der zuständigen Behörde für die Stadtbeleuchtung und bei dem örtlichen Stromversorger eine vorhandene Laterne in unmittelbarer Nähe seines Haus mit einer Ladestation auszurüsten. Ein Hersteller wird mit der Installation und Inbetriebnahme beauftragt. Der Mieter beteiligt sich mit 1900 € an den Kosten. Die Bezahlung des Ladestromverbrauchs zum Haushaltsstromtarif erfolgt wie in der

Wohnung des Mieters durch Ablesen des in der Ladebox installierten personengebundenen kWh-Zählers in bestimmten Zeitabständen durch den Besitzer der Ladebox.

Die Verkehrsbehörde reserviert den Parkplatz vor der Laterne für diesen Mieter. Mit dieser Ladestrategie wird es den Mitbürgern ermöglicht, ein E-Fahrzeug anzuschaffen und problemlos aufzuladen, wobei sie gleichzeitig bzgl. der Ladestromkosten sozial gleichgestellt sind mit Besitzern von Wohneigentum mit eigener Garage bzw. eigenem Stellplatz.

Diese günstige und bequeme Lademöglichkeit vor der Haustür wird viele Mieter motivieren, ein E-Auto anzuschaffen.

In Berlin kann ein Mieter in seiner Wohnstraße einen Bewohner-Parkausweis für 2 Jahre (Gebühr = 20,40 €) von der Behörde erhalten. Damit kann er einen Stellplatz an seiner Ladebox für sich reservieren.

Wenn der Staat bzw. die Politik die Erderwärmung begrenzen und die Luftverschmutzung – speziell in den Großstädten - reduzieren will, müssen u. a. die o. g. Bedingungen für ein problemloses Laden von Elektrofahrzeugen erfüllt werden, insbesondere eine individuelle Parkplatzreservierung für die Besitzer einer Ladebox in Wohnstraßen.

Wichtig ist hierbei, dass der Mieter an dieser speziellen Ladebox sein Auto zum **Haushaltsstromtarif aufladen** kann, so wie jeder Eigenheimbesitzer mit eigener Garage bzw. eigenem Stellplatz. In Berlin gibt es rd. 220.000 öffentliche Straßenleuchten, in Deutschland rd. 9 Millionen und in Europa 60 Millionen.

Ein Großteil der Straßenlaternen in Europa wird bis 2030 ausgetauscht und um neue Funktionen erweitert, z.B. mit WLAN-Sender, Notrufsäule, zur Verkehrs- und Parkraumüberwachung, für Umweltmessungen, Überwachungskamera usw..

Im Zuge dieser Erneuerung können auch E-Auto-Ladeboxen kostengünstig am Laternenmast oder z. B. an einer Pollerleuchte angebaut werden.

Diese Kombinationen sind viel billiger als zwischen den Laternen separate und i. A. sehr teure Ladestationen (ab ca. 10.000 €) aufzustellen.

Wie bekannt, sind auch die meisten Stadtarchitekten gegen eine zunehmende Zahl von Stadtmöbeln in Form von einzelnen Ladestationen, die zwischen den Laternen installiert werden.

Vorteilhaft ist auch, dass die Laternen-Ladestationen in den Dunkelstunden beleuchtet sind. Bis 2030 könnten in Deutschland rd. 8 Millionen E-Fahrzeuge unterwegs sein.

Eine Studie prognostiziert bis dahin einen Bedarf von ca. 4,7 Millionen Ladepunkte, darunter 200.000 Schnell-Ladestationen.

Einfachere Ladetechnik für E-Autos, die nur auf der Gleichstrom-Ladetechnik beruht

Da die Fahrzeugbatterie eine Gleichstromquelle ist, muss diese prinzipiell auch mit Gleichstrom geladen werden, d. h., anstelle von AC-Ladeverfahren sollte zukünftig nur noch DC-Laden im Leistungsbereich von etwa 4 kW ...450 KW für sämtliche E-Fahrzeuge eingeführt werden.

Es sei daran erinnert, dass Tesla und auch die Japaner (CHademo-System) primär ihre E-Autos mit DC-Ladetechnik ausgestattet haben.

Nur durch das im Prinzip **unvernünftige** Laden mit einphasigem oder dreiphasigem Wechselstrom (AC) in Deutschland und EU wurden diese gezwungen, AC-DC-Ladegeräte mit zugehörigen Stecker-Adaptoren in ihre Fahrzeuge einzubauen.

Beispiel: Die Ladegeräte für Handys, Elektrorasierer usw. liefern eine kleine Gleichspannung zum Laden und keine Wechselfspannung, denn in den mobilen Geräten ist kein Platz für eine Gleichrichtung.

Nur die E-Autos in Deutschland und EU sind noch mit Gleichrichtern ausgestattet, obwohl diese in die Ladestation gehören.

Mit 6 preiswerten Leistungs-Dioden (B6-Diodenbrücke) wird aus dem Drehstromnetz (400 V / 230 V) eine Gleichspannung von ca. 540 VDC erzeugt, die hervorragend geeignet ist, E-Autos aufzuladen.

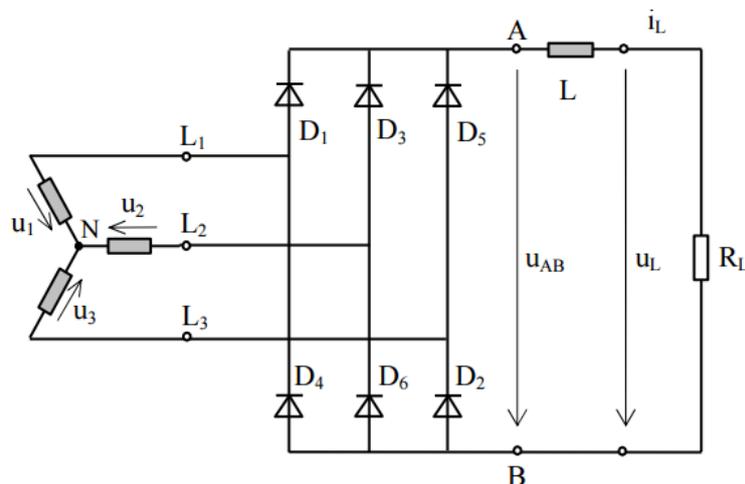
Eine zukünftige DC-Steckverbindung hat immer dieselbe Geometrie und ist für eine Schnellladung (1000 V / 450 kW) wie auch für langsames Laden geeignet.

Die Ladung erfolgt nur mit Gleichstrom mit einer einheitlichen Steckverbindung: 2 Kontakte für Gleichstrom z. B. bis 450 A und bis 1000 V (entspricht 450 kW) sowie 2 kleine Kontakte für die Kommunikation zwischen Ladestation und E-Auto. Dazu noch ein Schutzleiter (PE) mit Erd-Potential.

Im E-Fahrzeug kann das einphasige bzw. dreiphasige AC / DC-Ladegerät entfallen, das spart im E-Auto Kosten, Volumen und Masse. Damit ist dann langsames und schnelles Laden überall möglich.

Der bekannte Schuko-Stecker ist ein Beispiel für eine universelle Anschlusstechnik!

Erfindungsgemäß kann die Ladebox demzufolge zusätzlich mit einem Drehstrom-Brückengleichrichter ausgestattet werden.



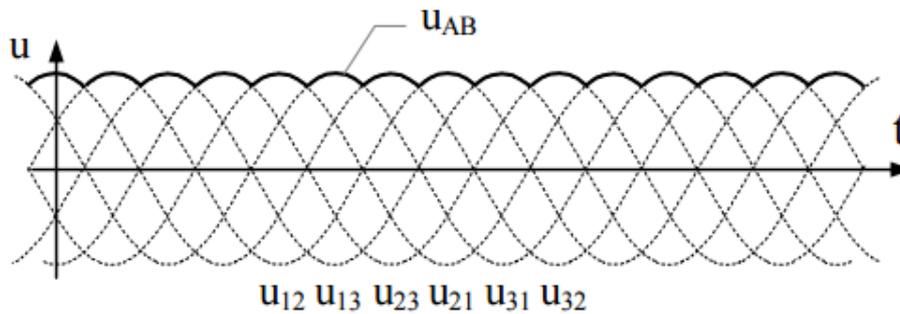
$$U_s = 230 \text{ V} \sqrt{2} = 325,27 \text{ V}$$

$$U_{1-2} = 230 \text{ V} \sqrt{3} = 398,37 \text{ V}$$

Eingang: 230 / 400 VAC

Ausgang: 538 VDC

Prinzip der Drehstrom-Gleichrichtung mit 6 Dioden



$$U_{AB \max} = 230 \text{ V} \sqrt{3} \sqrt{2} = 398,37 \text{ V} \sqrt{2} = 563,38 \text{ V}$$

$$U_{AB\text{-eff}} = 538,47 \text{ V}$$

$$U_{AB\text{-DC}} = 537,99 \text{ V}$$

Ausgangs-Gleichspannung mit geringer Welligkeit ($f_{\text{Brumm}} = 300 \text{ Hz}$)

Leistungsfaktorkorrektur (Power-Factor-Correction, PFC)

Gleichrichter sind nichtlineare Schaltungen, die bei sinusförmigem Spannungsverlauf in Stromversorgungen einen nicht sinusförmigen Stromverlauf auf der Gleichspannungsseite verursachen. Der Strom auf der Wechselspannungsseite setzt sich aus mehreren Frequenzkomponenten zusammen, sogenannten Oberschwingungen - hervorgerufen durch den meist kleinen Stromflusswinkel - die in Wechselspannungsnetzen Störungen verursachen können.

Um diese Oberschwingungen klein zu halten, müssen Ladegeräte mit Gleichrichtern von bestimmten Leistungen an über eine **Leistungsfaktorkorrektur-Schaltung** verfügen, um die sog. Verzerrungsblindleistung, die sich ähnlich wie die Blindleistung auswirkt, zu minimieren.

Die Verzerrungsblindleistung belastet ebenso wie die Verschiebungsblindleistung die Leitungen und ist unerwünscht, da damit keine Arbeit am Verbraucher – hier Ladegerät - verrichtet wird.

In Drehstromnetzen können weiterhin bei ungenügender Filterung der Oberschwingungen unter Umständen unzulässig hohe Strombelastungen auf dem teilweise aus Kostengründen schwächer dimensionierten Neutralleiter auftreten, da sich die ungeraden und durch drei teilbaren Oberschwingungen addieren, statt sich wie bei der Grundschwingung am Neutralleiter gegenseitig aufzuheben.

Der Leistungsfaktor sollte deshalb möglichst nahe bei dem Betrag 1 liegen.

Aktives Oberschwingungsfilter (PFC)

Die dafür entwickelten Schaltungen erzielen eine sehr gute Leistungsfaktorkorrektur von typisch 0,98. Ein Schaltnetzteil sorgt dafür, dass der aufgenommene Strom der sinusförmigen Netzspannung entspricht. Der Strom folgt hier einem Verlauf, wie ihn ein ohmscher Widerstand an der aktuellen Netzspannung hervorrufen würde.

Aktive PFC-Schaltungen bestehen in der Regel aus einem Gleichrichter mit direkt nachgeschaltetem Aufwärtswandler, der einen Kondensator auf eine Spannung oberhalb der

Scheitelspannung der Netzwechselfspannung auflädt, auch „Zwischenkreisspannung“ genannt. Aus diesem wird dann der eigentliche Verbraucher, hier das Ladegerät, versorgt.

Weiterhin kann eine aktive PFC Netzspannungsschwankungen ausgleichen. Oft ist sie so dimensioniert, dass damit ausgerüstete Geräte ohne Umschaltung weltweit an allen Netzspannungen arbeiten können.

Durch die aktive PFC werden aber zusätzliche hochfrequente Störungen erzeugt, welche mit einem vorgeschalteten passiven Netzfilter unterdrückt werden müssen.

PFC als Blindleistungskompensation

Eine Blindleistungskompensation, wie sie mit einem einfachen Kondensator parallel zu einem induktiven Verbraucher erzielt wird, bewirkt nur eine Phasenkorrektur der Stromaufnahme bezüglich der Grundschwingung.

Das Ziel, den Leistungsfaktor auf nahe Eins zu bringen, kann damit nur bei "linearen" induktiven Verbrauchern erreicht werden.

Bei nichtlinearen Verbrauchern ist die Angabe des auf die Grundschwingung bezogenen Wirkfaktors nicht sinnvoll, da hier die sogenannte Verzerrungsblindleistung über die Oberschwingungen verteilt ist. Beispiele solcher Verbraucher sind Schaltnetzteile, Netzteile mit Transformator, Gleichrichter und Ladekondensator, Thyristorsteller und Dimmer sowie die Gleichspannungserzeugung für Frequenzumrichter und Ladegeräte.

Ladeeinrichtungen sollten deshalb mit einer spannungsabhängigen Blindleistungsregelung $Q(U)$ ausgestattet werden.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Beispiel 1

Die AC-Ladebox mit Poller für Laden mit Wechselstrom nach Fig. 1 beinhaltet eine verschließbare Zugangs-Tür zur Ladesteckdose sowie nach Fig. 6 die Komponenten:

- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer dieser Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter
- 5 = Leitungsschutzschalter
- 6 = Schütz
- 7 = Ladecontroller
- 8 = AC Lade-Anschlussdose

Beispiel 2

Die AC-Zweifach-Ladebox mit Laterne mit verschließbaren Zugangs-Türen nach Fig. 2 beinhaltet pro Ladebox dieselben Komponenten wie im Beispiel 1.

Beispiel 3

Die AC-Ladebox mit Poller nach Fig. 3 beinhaltet zusätzlich eine integrierte Ladekabel-Aufrolltrommel mit verschließbarer Zugangs-Tür sowie dieselben Komponenten wie im Beispiel 1.

Beispiel 4

DC-Ladebox für Laden mit Gleichstrom in Kombination mit Laterne oder Poller mit verschließbarer Zugangs-Tür mit den Komponenten nach Fig. 7:

Vorteil: Ein spezieller DC-kWh-Zähler ist hier nicht erforderlich, da der AC-kWh-Zähler die korrekte elektrische Energie incl. der Verluste der Ladebox erfasst.

- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer der Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter
- 5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung
- 6 = Gleichrichter
- 7 = Leitungsschutzschalter und Schütz
- 8 = Ladecontroller
- 9 = DC Lade-Anschlussdose

Beispiel 5

Ladebox für induktives Laden in Kombination mit Laterne oder Poller mit verschließbarer Zugangs-Tür mit den Komponenten nach Fig. 8:

- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personengebunden an den Besitzer der Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter
- 5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung
- 6 = Gleichrichter
- 7 = Allstrom-Leitungsschutzschalter und Schütz
- 8 = HF-Generator
- 9 = Ladecontroller
- 10 = Primärspule

Patentansprüche

1. Einfache Ladebox (Ladestation) mit integriertem, personengebundenen kWh-Zähler zum Laden von Elektrofahrzeugen im öffentlichen, halböffentlichen und privaten Raum,

dadurch gekennzeichnet,

dass der in der Ladebox eingebaute kWh-Zähler nur einem speziellen Mieter oder dem Besitzer einer Eigentumswohnung persönlich per Vertrag mit dem Stromanbieter zugeordnet ist. Der kWh-Verbrauch wird nur von diesem Mieter / Eigentümer zum Haushaltsstromtarif incl. Grundgebühr, ggf. auch zu einem noch günstigeren speziellen Lade-Nachtstromtarif bezahlt. Eine aufwendige und teure Fernablesung und Abrechnung per Daten-Kommunikation ist nicht erforderlich.

2. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass eine oder mehrere Ladeboxen an einem Laternenmast oder einem Poller bzw. Pfahl o. ä. montiert werden können. (vgl. Fig. 1 und Fig. 2)

3. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Zugang zu der Ladedose oder zum aufrollbaren Ladekabel, den Lade-Bedienelementen sowie den Betriebsanzeigen durch den Besitzer der Ladebox mittels einer mit einem Sicherheitsschloss versehenen abschließbaren Tür möglich ist. Diese Tür besitzt eine schlitzförmige Öffnung für das Ladekabel, damit während des Ladens kein Zugang zur Steckverbindung und dem Bedienfeld der Ladebox für Unbefugte möglich ist. (vgl. Fig. 1 bis Fig. 5).

Diese schlitzförmige Öffnung kann durch einen auf der Rückseite der Tür angebrachten Schieber verschlossen werden. Der Schieber läuft z. B. in zwei Gleitschienen und kann von innen verriegelt werden in den Stellungen „Schieber auf“ und „Schieber zu“.

4. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ladebox zum Laden mit Wechselstrom (AC) mindestens die folgenden Baugruppen enthält:

Netzanschlussklemmen für 230 V / 400 V, kWh-Zähler (personengebunden bzgl. des Besitzers der Ladebox)), Überspannungsableiter, allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter, Allstrom-Leitungsschutzschalter, Schütz, Ladecontroller und AC-Ladeanschlussdose, siehe Fig. 5.

5. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Ladebox zum Laden mit Gleichstrom (DC) mindestens die folgenden Baugruppen enthält:

Netzanschlussklemmen für 230 V / 400 V, kWh-Zähler (personengebunden bzgl. des Besitzers der Ladebox), Überspannungsableiter, allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter, Leitungsschutzschalter, PFC Powerfactor Correctur Schaltung, Gleichrichter, Allstrom-Leitungsschutzschalter, Schütz, Ladecontroller, DC Lade-Anschlussdose, siehe Fig. 6.

6. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

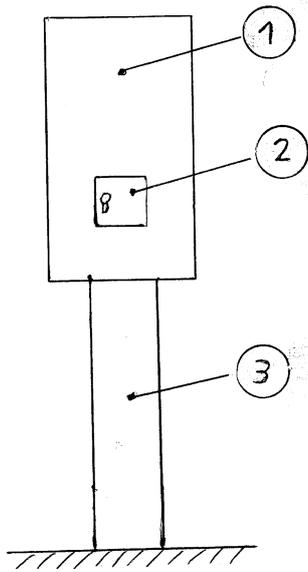
dass die Ladebox zum induktiven Laden mindestens die folgenden Baugruppen enthält:

Netzanschlussklemmen für 230 V / 400 V, kWh-Zähler (personengebunden bzgl. des Besitzers der Ladebox), Überspannungsableiter, allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter, Leitungsschutzschalter, PFC Powerfactor Correctur Schaltung, Gleichrichter, Allstrom-Leitungsschutzschalter, Schütz, HF-Generator, Ladecontroller, Primärspule, siehe Fig. 7.

7. Einfache Ladebox nach Anspruch 1,

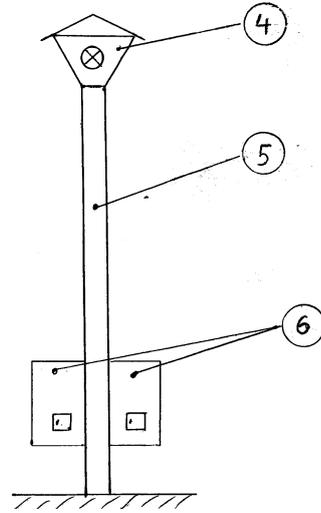
dadurch gekennzeichnet,

dass die Ladebox mit Ladesteckverbindungen (Dosen bzw. Steckern) zum Laden mit ein- und dreiphasigem Wechselstrom sowie Gleichstrom ausgestattet werden kann.



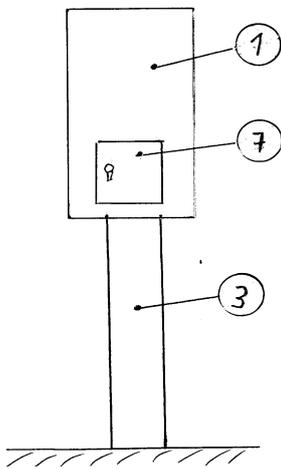
- 1 = Ladebox für ein E-Fahrzeug
- 2 = verschließbare Tür zur Ladesteckdose
- 3 = Poller zur Montage der Ladebox

Fig. 1. Ladebox mit Poller



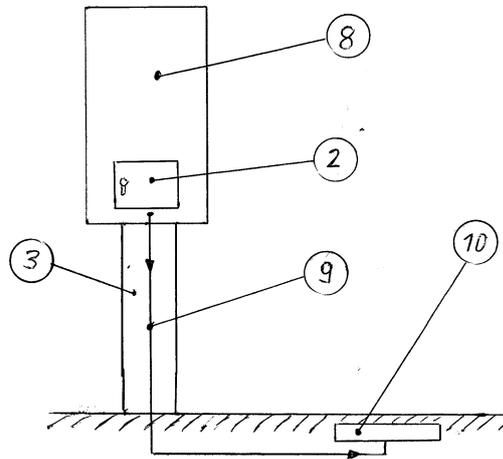
- 4 = Leuchte
- 5 = Laternenmast
- 6 = Zweifach-Ladebox für zwei E-Autos

Fig. 2. Laterne mit Zweifach-Ladebox



- 7 = eingebaute Ladekabeltrommel mit verschließbarer Tür

Fig. 3. Ladebox mit integrierter Ladekabel-Aufwickel-Trommel



- 8 = Ladebox für induktives Laden mit integriertem HF-Generator
- 9 = HF-Leitung zur Primärspule
- 10 = Primärspule in der Straße

Fig. 4. Ladebox für induktives Laden

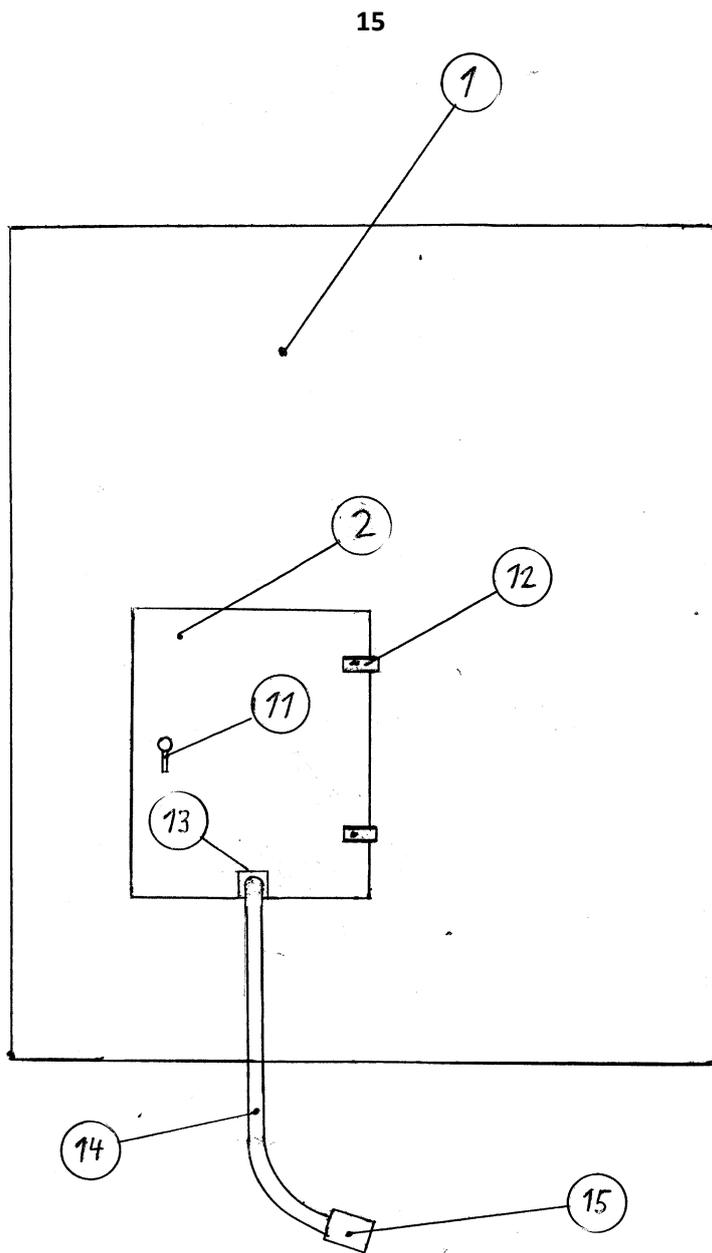
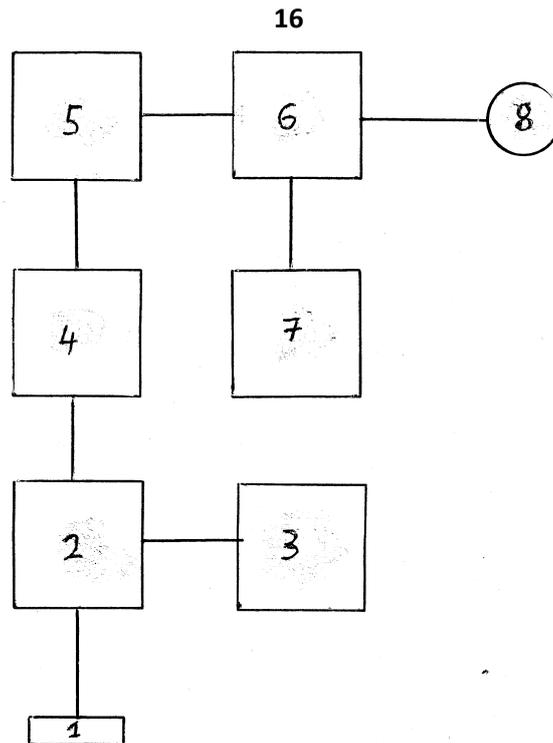


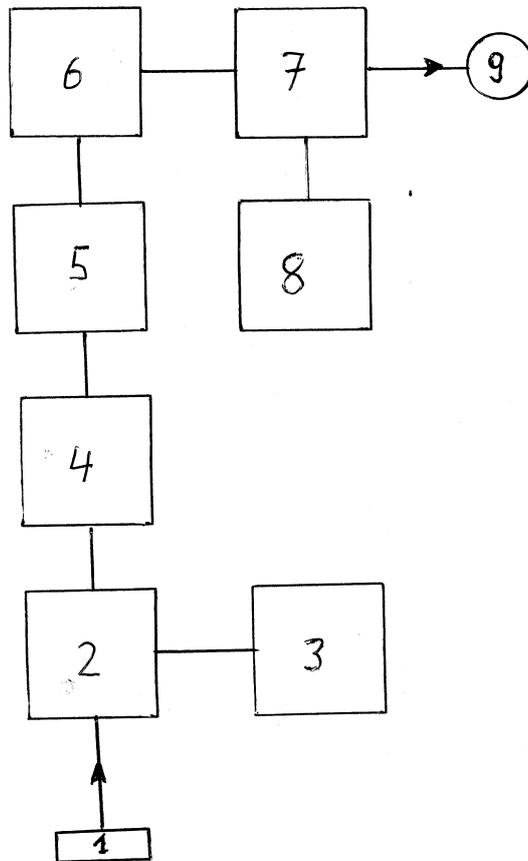
Fig. 5. Ladebox

- 1 = Ladebox**
- 2 = Ladebox-Tür**
- 11 = Sicherheitsschloss**
- 12 = Scharniere**
- 13 = Öffnung in der Tür für Durchlaß des Ladekables**
- 14 = Ladekabel**
- 15 = Ladestecker**



- 1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V
- 2 = kWh-Zähler, personalisiert auf den Besitzer der Ladebox
- 3 = Überspannungsableiter
- 4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter
- 5 = Leitungsschutzschalter
- 6 = Schütz
- 7 = Ladecontroller
- 8 = AC Lade-Anschlussdose

Fig. 6. Blockschaltbild für AC-Laden (Wechselstrom-Laden)



1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V

2 = kWh-Zähler, personalisiert auf den Besitzer der Ladebox

3 = Überspannungsableiter

4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter

5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung

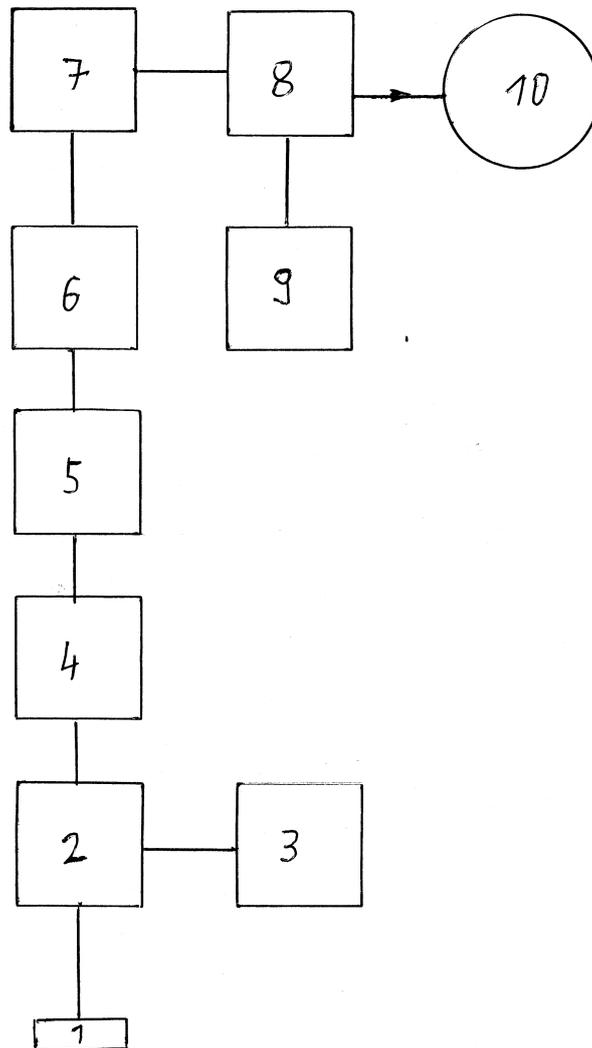
6 = Gleichrichter

7 = Leitungsschutzschalter und Schütz

8 = Ladecontroller

9 = DC Lade-Anschlussdose

Fig. 7. Blockschaltbild für DC-Laden (Gleichstrom-Laden)



1 = Netzanschlussklemmen 230 V / 400 V

2 = kWh-Zähler, personalisiert auf den Besitzer der Ladebox

3 = Überspannungsableiter

4 = allstromsensitiver Fehlerstrom-Schutzschalter + Leitungsschutzschalter

5 = PFC Powerfactor Correctur Schaltung

6 = Gleichrichter

7 = Allstrom-Leitungsschutzschalter und Schütz

8 = HF-Generator

9 = Ladecontroller

10 = Primärspule

Fig. 8. Blockschaltbild für induktives Laden