



(10) **DE 10 2012 105 502 A1** 2013.01.03

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2012 105 502.5**

(22) Anmeldetag: **25.06.2012**

(43) Offenlegungstag: **03.01.2013**

(51) Int Cl.: **H02H 7/22 (2012.01)**

H02J 3/00 (2012.01)

G08C 17/00 (2012.01)

(30) Unionspriorität:
13/170,878 **28.06.2011** **US**

(71) Anmelder:
General Electric Company, New York, N.Y., US

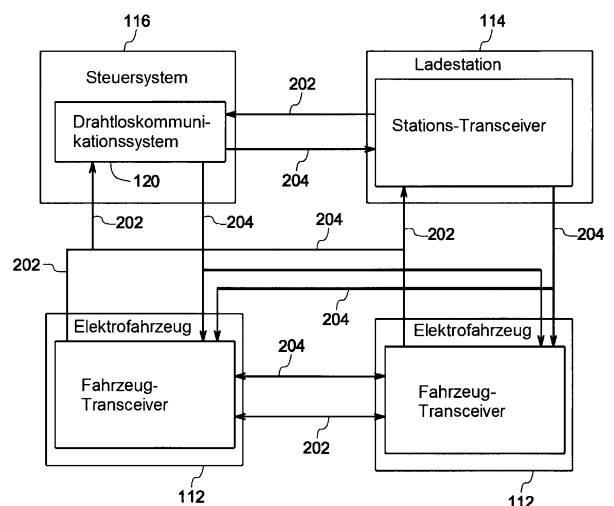
(74) Vertreter:
Rüger, Barthelt & Abel, 73728, Esslingen, DE

(72) Erfinder:
**Bush, Stephen Francis, Niskayuna, New York
12309, US; Mahony, Michael Joseph, Niskayuna,
New York 12309, US**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Steuersystem für ein elektrisches Energieversorgungssystem**

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Steuersystem für ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfügung gestellt. Das Steuersystem umfasst ein Drahtloskommunikationssystem zum Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und zum Empfangen von Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge. Das Steuersystem umfasst außerdem einen Lastsensor zum Erfassen der Last im elektrischen Energieversorgungssystem. Das Steuersystem umfasst weiter einen Controller zum Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente auf der Grundlage der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des Energieversorgungssystems.



Beschreibung**HINTERGRUND DER ERFINDUNG**

[0001] Hier vorgelegte Ausführungsformen betreffen allgemein ein elektrisches Energieversorgungssystem und insbesondere Vorrichtungen für das elektrische Energieversorgungssystem.

[0002] In jüngster Zeit haben Elektrofahrzeuge große Aufmerksamkeit erregt. Elektrofahrzeuge werden im Allgemeinen durch Elektromotoren angetrieben, die durch ein Akkupaket mit Strom versorgt werden. Das Akkupaket eines Elektrofahrzeugs muss häufig wiederaufgeladen werden, da die in dem Akkupaket gespeicherte Ladung durch den normalen Gebrauch des Elektrofahrzeugs immer wieder abnimmt. Derartige Aufladen und Wiederaufladen von Elektrofahrzeugen bringt technische Herausforderungen für herkömmliche elektrische Energieversorgungssysteme mit sich.

[0003] Herkömmliche elektrische Energieversorgungssysteme sind im Allgemeinen mit Schutzfunktionen ausgestattet, die zum Schutz von Kunden und Ausrüstung vor einem „Fehler“ dienen. Ein Fehlerzustand kann als ein Ergebnis von Strom übermäßig hoher Stromstärke auftreten, der durch das elektrische Energieversorgungssystem fließt und von einer Hochspannungsleitung herrührt, die den Erdboden berührt. Dieser Hochstrom kann zu Schäden an der Ausrüstung führen und bedeutet eine potenzielle Gefährdung für Personen, die diesem Fehler ausgesetzt sind. Elektrische Energieversorgungssysteme sind im Allgemeinen mit Schutzvorrichtungen wie zum Beispiel Leistungsschaltern und Wiedereinschaltern ausgestattet, die zum Isolieren des Fehlerzustands in dem elektrischen Energieversorgungssystem dienen. Diese Schutzvorrichtungen werden in Umspannwerken und in dem gesamten elektrischen Energieversorgungssystem eingesetzt. Ein Leistungsschalter ist ein Schalter, der anspricht bzw. öffnet, wenn die Vorrichtung einen hohen Fehlerstrom entdeckt, der durch das elektrische Energieversorgungssystem übertragen wird. Ein Wiedereinschalter ist im Wesentlichen eine programmierbare Leistungsschaltevorrichtung, die zur Fehlerisolierung in einem elektrischen Energieversorgungssystem verwendet wird. Der Betrieb der Schutzvorrichtungen basiert auf den Strömen und Spannungen, die durch das elektrische Energieversorgungssystem übertragen werden. Übersteigt der durch das elektrische Energieversorgungssystem übertragene Strom einen vorgegebenen Schwellengrenzwert, folgen die Schutzvorrichtungen möglicherweise, dass ein Fehler aufgetreten ist, und können tätig werden, um den Fehler zu isolieren. Wenn eine Schutzvorrichtung einen Fehler isoliert, bedeutet das, dass bei Kunden stromab der Vorrichtung der Strom ausfällt, bis die Stromversorgung wieder hergestellt ist.

Die Schutzvorrichtungen können dafür programmiert sein, bei einem vorgegebenen Schwellengrenzwert tätig zu werden. Im Allgemeinen sind die Schutzvorrichtungen mit Zeit-Strom-Charakteristiken programmiert. Mithilfe der Zeit-Strom-Charakteristiken wird der Betrieb der Schutzvorrichtungen geregelt. Die Zeit-Strom-Charakteristiken einer Schutzvorrichtung können beispielsweise so ausgelegt sein, dass ein hoher Fehlerstrom die Schutzvorrichtung dazu veranlassen kann, schneller eine Korrekturmaßnahme vorzunehmen, während ein geringer Fehlerstrom einen langsameren Betrieb der Schutzvorrichtung zur Folge haben könnte.

[0004] Beim Normalbetrieb kann durch das Aufladen von Elektrofahrzeugen dem elektrischen Energieversorgungssystem ein großer Strom entzogen werden. Da Elektrofahrzeuge mobil sind, kann das Aufladen dieser Fahrzeuge an beliebigen geografischen Orten und zu beliebigen Zeiten in dem elektrischen Energieversorgungssystem stattfinden. Folglich ist eine Schutzvorrichtung mit vorprogrammierten Zeit-Strom-Charakteristiken möglicherweise nicht in der Lage, dem dynamischen Strombedarf gerecht zu werden, der aus dem Aufladen von Elektrofahrzeugen entsteht. Das Aufladen einer großen Anzahl von Elektrofahrzeugen, die sich in einem bestimmten Gebiet oder einer bestimmten Zone befinden, kann einer vorprogrammierten Schutzvorrichtung zum Beispiel als Fehler erscheinen. Herkömmliche elektrische Energieversorgungssysteme unterscheiden nicht zwischen einem hohen Strom aufgrund erhöhter Last und einem hohen Strom aufgrund eines Fehlers. Dies kann zu unnötigen Stromausfällen in dem gesamten elektrischen Energieversorgungssystem führen.

[0005] Es besteht ein Bedarf an Systemen, die sich dynamisch an den Strombedarf des Stromnetzes anpassen.

KURZE BESCHREIBUNG

[0006] Es wird ein Steuersystem für ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfügung gestellt. Das Steuersystem umfasst ein Drahtloskommunikationssystem zum Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und zum Empfangen von Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge. Das Steuersystem umfasst außerdem einen Lastsensor zum Erfassen der Last im elektrischen Energieversorgungssystem. Das Steuersystem umfasst weiter einen Controller zum Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente auf der Grundlage der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems. Es wird außerdem ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfügung gestellt, bei dem dieses Steuersystem verwendet wird.

[0007] Bei einer weiteren Ausführungsform wird ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfü-

gung gestellt. Das elektrische Energieversorgungssystem umfasst ein oder mehrere Kraftwerke, ein oder mehrere Lastzentren, Übertragungsleitungen für die Übertragung von Strom von dem Kraftwerk zu den Lastzentren. Das elektrische Energieversorgungssystem umfasst weiter ein oder mehrere Steuersysteme. Das Steuersystem umfasst ein Drahtloskommunikationssystem zum Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und zum Empfangen von Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge. Das Steuersystem umfasst außerdem einen Lastsensor zum Erfassen der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems. Das Steuersystem umfasst weiter einen Controller zum Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente auf der Grundlage der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems.

[0008] Bei einer noch anderen Ausführungsform wird ein Verfahren zum Betrieb eines Steuersystems für ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfügung gestellt. Das Verfahren umfasst das Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und das Erlangen der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge. Das Verfolgen der Elektrofahrzeuge kann mithilfe eines Drahtloskommunikationssystems durchgeführt werden, das in dem Steuersystem zur Verfügung gestellt wird. Das Verfahren umfasst weiter das Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente auf der Grundlage der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems. Die Schutzelemente werden mithilfe eines Controllers bedient, der in dem Steuersystem zur Verfügung gestellt wird.

ZEICHNUNGEN

[0009] Diese und andere Merkmale, Gesichtspunkte und Vorteile der vorliegenden Erfindung sind besser verständlich, wenn die folgende detaillierte Beschreibung mit Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen gelesen wird, in denen gleiche Bezugszeichen durchweg gleiche Teile bezeichnen.

[0010] [Fig. 1](#) zeigt ein Blockdiagramm eines beispielhaften elektrischen Energieversorgungssystems gemäß einer Ausführungsform;

[0011] [Fig. 2](#) ist ein Blockdiagramm eines Datenübertragungsschemas zwischen einem Elektrofahrzeug, einer Ladestation und einem Steuersystem für das elektrische Energieversorgungssystem und

[0012] [Fig. 3](#) zeigt ein Diagramm mit Zeit-Strom-Charakteristiken eines Leistungsschalters des elektrischen Energieversorgungssystems.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0013] Hier erörterte Ausführungsformen betreffen ein Steuersystem für ein elektrisches Energieversorgungssystem. [Fig. 1](#) zeigt das elektrische Energieversorgungssystem **100** gemäß einer Ausführungsform. Das elektrische Energieversorgungssystem **100** umfasst ein Kraftwerk **102**, das für das Erzeugen von Strom gestaltet ist. Das Kraftwerk **102** kann Energie erzeugende Anlagen umfassen, beispielsweise unter anderem ein Gasturbinenkraftwerk, ein Dampfturbinenkraftwerk, ein Kernkraftwerk, ein Wasserkraftwerk oder Ähnliches. Das Kraftwerk **102** kann außerdem dezentralisierte Erzeugungsquellen, regenerierbare Erzeugungsquellen sowie Mikronetz-Erzeugungsquellen umfassen. Der in dem Kraftwerk erzeugte Strom **102** wird mithilfe der Übertragungsleitungen **104** zu dem Verteilungsnetz **103** übertragen. Das Verteilungsnetz kann Transformatoren und Verteilungsleitungen umfassen. Das Verteilungsnetz **103** kann die Lastzentren **106** mit Strom versorgen. Die Lastzentren **106** umfassen üblicherweise Haushaltslasten **108** und kommerzielle Lasten **110**. Haushaltslasten **110** umfassen Haushaltslasten wie beispielsweise Haushaltsgeräte oder Ähnliches. Zu den kommerziellen Lasten **110** können unter anderem kommerzielle Unternehmen gehören, wie beispielsweise Fabriken, Bürogebäude, Krankenhäuser, Vergnügungsparks und Ähnliches.

[0014] Die Lastzentren **106** können weiter ein oder mehrere Elektrofahrzeuge (EF) **112** umfassen. EF **112** sind Kraftfahrzeuge, die Strom aus einem Akkupaket **113** erhalten. Es sollte hier beachtet werden, dass das Akkupaket **113** auch Superkondensatoren, Brennstoffzellen oder Ähnliches umfassen kann. Es sollte beachtet werden, dass die hier offenbarten EF Fahrzeuge umfassen können, die über mehr als eine Energiequelle verfügen, wobei zumindest eine Energiequelle ein Elektromotor ist, der durch ein Akkupaket mit Strom versorgt wird. Beispielsweise können Hybridfahrzeuge, die sowohl über akkubetriebene als auch über Verbrennungsmotoren verfügen, als EF betrachtet werden. Die EF **112** sind mit einem oder mehreren Elektromotoren versehen, die die Antriebswelle der EF **112** mit Strom versorgen. Das Akkupaket **113** muss aufgeladen werden, damit ein kontinuierlicher Betrieb der EF **112** sichergestellt ist. Die Akkupakete **113** der EF **112** können an einem Ort aufgeladen werden, der mit Ausrüstung zum Aufladen von Akkus ausgestattet ist. Ein derartiger Ort kann sich an einem beliebigen geografischen Ort in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** befinden. Bei der gezeigten Ausführungsform können die Akkupakete **113** der EF **112** an Ladestationen **114** aufgeladen werden. Bei einigen Ausführungsformen können die Ladestationen **114** in die Lastzentren **106** einbezogen sein. Es ist nachvollziehbar, dass jeder Ort, an dem die Akkupakete **113** von EF **112** aufgeladen werden können, als eine Ladestation **114** be-

zeichnet werden kann. Bei bestimmten Ausführungsformen kann die Ladestation **114** eine häusliche Anlage oder eine kommerzielle Anlage sein.

[0015] Das elektrische Energieversorgungssystem **100** umfasst weiter ein Steuersystem **116** zum Steuern des Betriebs des elektrischen Energieversorgungssystems **100**. Das Steuersystem **116** bedient das elektrische Energieversorgungssystem **100** derart, dass der Lastausgleich in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** gehandhabt wird. Das Steuersystem **116** kann Untersysteme umfassen, wie beispielsweise Energiemanagementsysteme, Verteilungsmanagementsysteme, Anforderungs-Systeme, Fehlererkennung, Isolations- und Wiederherstellungssysteme, die dazu verwendet werden, die Nutzung des Systems zu messen, die zukünftige Nutzung durch die Lasten vorherzusagen, die Überschusskapazität des Energiesystems zu berechnen und Fehler zu isolieren. Das Steuersystem **116** und seine Untersysteme können zentral in einem Netzwerkbetriebszentrum **101**, dezentral in Anlagen wie beispielsweise Umspannwerken **105** oder in dem gesamten Energiesystem **10** verteilt bei Einheiten wie beispielsweise Lastzentren **106** angeordnet sein. Das Steuersystem **116** steuert auch den Betrieb eines oder mehrerer Schutzelemente **118**, um Fehler in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** zu isolieren. Fehler umfassen Situationen, in denen ein hoher Strom durch das elektrische Energieversorgungssystem **100** fließt, beispielsweise aufgrund einer Hochspannungsleitung, die den Erdboden berührt. Der hohe Strom kann mit dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** verbundene elektrische Ausrüstung beschädigen und eine Gefährdung für Personen darstellen, die dem Fehler ausgesetzt sind. Das Steuersystem **116** kann den Fehler durch Bedienen der Schutzelemente **118** isolieren. Die Schutzelemente **118** können Wiedereinschalter, Leistungsschalter sowie eine Kombination von Wiedereinschaltern und Leistungsschaltern umfassen.

[0016] Das Aufladen von EF **112** kann zu Schwierigkeiten beim Betrieb herkömmlicher Steuersysteme führen. Das Aufladen von EF **112** entzieht dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** eine beträchtliche Menge Strom. Das Aufladen von EF **112** kann an verschiedenen Punkten in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** stattfinden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, dass eine große Anzahl von EF **112** zum Aufladen an einem bestimmten geografischen Ort zusammentrifft, wodurch die dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** gleichzeitig entzogene Strommenge weiter erhöht wird. Herkömmliche Steuersysteme könnten diese erhöhte entzogene Strommenge als einen Fehler ansehen und die Schutzelemente **118** betätigen, um den betroffenen Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems zu isolieren. Dies kann zu einem

ungewollten Stromausfall führen. Gemäß hier beschriebenen Ausführungsformen ist das Steuersystem **116** dafür ausgerüstet, das elektrische Energieversorgungssystem **100** in die Lage zu versetzen, beim Bedienen der Schutzelemente **118** fundiertere Entscheidungen zu treffen.

[0017] Gemäß einer Ausführungsform umfasst das Steuersystem **116** ein Drahtloskommunikationssystem **120**, einen Controller **122** und einen Lastsensor **124**. Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann ein mit dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** verwendetes, vorhandenes Kommunikationssystem sein, beispielsweise eines für die Verteilungsautomatisierung, eine moderne Messinfrastruktur, ein kommerzielles Mobilfunknetz, ein privates Funknetz oder ein neues, gemäß hier vorgelegten Ausführungsformen erstelltes Netz.

[0018] Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann die EF **112** mithilfe eines in den EF **112** zur Verfügung gestellten Fahrzeug-Transceivers **126** verfolgen. Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann ein oder mehrere EF **112** verfolgen, die sich innerhalb einer Übertragungsreichweite sowohl des Fahrzeug-Transceivers **126** als auch des Drahtloskommunikationssystems **120** befinden. Bei einer Ausführungsform kann das Drahtloskommunikationssystem **120** die EF **112** in regelmäßigen Zeitabständen verfolgen. Der regelmäßige Zeitabstand kann beispielsweise zwischen 10 Minuten und 60 Minuten betragen. Bei einer alternativen Ausführungsform kann das Drahtloskommunikationssystem **120** die EF **112** in Zeitabständen verfolgen, die auf der gegenwärtigen prozentualen Akkuladung des EF basieren. Ein EF mit niedriger Akkuladung könnte zum Beispiel häufig überwacht werden, während beinahe vollständig aufgeladene EF in größeren Zeitabständen überwacht werden könnten. Bei einer alternativen Ausführungsform kann das Drahtloskommunikationssystem **120** die EF **112** in Zeitabständen verfolgen, die auf der vom Fahrer des Fahrzeugs angegebenen gewünschten Aufladezeit basieren. Die Häufigkeit, mit der die EF **112** verfolgt werden, kann weiter von der Nähe des Drahtloskommunikationssystems **120** und der Belastung des elektrischen Energieversorgungssystems **100** abhängen. Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann mit dem in jedem EF **112** zur Verfügung gestellten Fahrzeug-Transceiver **126** Daten austauschen. Die EF **112** können weiter über ein Sensormodul **128** zum Erfassen der Akkuladedaten des Akkupakets **113** verfügen. Die Akkuladedaten können die in dem Akkupaket **113** verbleibende prozentuale Ladung, die Ladegeschwindigkeit und die Anfangszeit des Ladevorgangs umfassen. Die Anschlussspannung des Akkus kann auf die in dem Akku verbleibende prozentuale Ladung hinweisen. Die Laderate hängt vom Ladestrom ab. Ein höherer Ladestrom weist beispielsweise auf eine höhere Laderate hin, und eine geringerer Ladestrom weist auf eine ge-

ringere Laderate hin. Der Fahrzeug-Transceiver **126** kann die von dem Sensormodul **128** erfassten Akkuladedaten empfangen und die Akkuladedaten an das Drahtloskommunikationssystem **120** übermitteln. Der Fahrzeug-Transceiver **126** kann mit dem Drahtloskommunikationssystem **120** Daten austauschen, während das Fahrzeug **112** in Bewegung ist. Alternativ kann der Fahrzeug-Transceiver **126** mit dem Drahtloskommunikationssystem **120** Daten austauschen, während das Fahrzeug stillsteht. Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann mit einem oder mehreren EF **112** Daten austauschen, um die prozentuale Ladung der Akkupakete **113** der EF **112** zu erhalten. Die Akkuladedaten können von dem Controller **122** verarbeitet werden, um zu entscheiden, bei welchen EF **112** es am wahrscheinlichsten ist, dass sie ihr Akkupaket **113** aufladen. Aufgrund der Akkuladedaten kann der Controller **122** einen erwarteten Laststrom für das elektrische Energieversorgungssystem **100** berechnen. So kann der Controller **122** eine fundiertere Entscheidung über die Bedienung der Schutzelemente **118** treffen. Mit anderen Worten ist der Controller **122** in der Lage, zwischen erhöhtem Strom aufgrund eines Fehlers und einem erhöhten Strom als Folge des Ladens von EF **112** zu unterscheiden.

[0019] Das Steuersystem **116** kann den erwarteten Laststrom in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** schätzen. Der erwartete Laststrom kann auf der Grundlage der Anzahl der EF geschätzt werden, die ihr Akkupaket aufladen. Es kann beispielsweise formuliert werden, dass EF mit einer prozentualen Akkuladung unterhalb eines Schwellenwerts möglicherweise ein Aufladen des Akkus benötigen. Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann die EF mit einer aktuellen prozentualen Akkuladung unterhalb des Schwellenwerts verfolgen. Bei einer Ausführungsform kann der Schwellenwert **20** Prozent betragen. Bei einer alternativen Ausführungsform kann der Schwellenwert **10–40** Prozent betragen. Sobald die Anzahl der EF bekannt ist, die eine sofortige Aufladung benötigen, kann der Laststrom für das Aufladen dieser EF geschätzt werden. Der Controller **122** kann ebenfalls abschätzen, ob der geschätzte Laststrom unterhalb eines zulässigen Schwellenwerts liegt. Übersteigt der Laststrom den zulässigen Schwellenwert, kann der Controller **112** einen geringeren Ladestrom für die EF **112** vorschlagen. Der Controller **122** kann weiter die Zeit-Strom-Charakteristiken der Schutzelemente **118** ändern, um eine Anpassung an den durch das Aufladen der EF **112** bewirkten Laststrom vorzunehmen.

[0020] Das Drahtloskommunikationssystem **120** kann weiter mit einem in der Ladestation **114** zur Verfügung gestellten Stations-Transceiver **130** Daten austauschen. Bei einer Ausführungsform kann der Fahrzeug-Transceiver **126** die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge **112** an

den Stations-Transceiver **130** übermitteln. Der Stations-Transceiver **130** kann wiederum die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge **112** an das Drahtloskommunikationssystem **120** übermitteln. Auf diese Weise können die Akkuladedaten entweder direkt von dem Fahrzeug-Transceiver **126** an das Drahtloskommunikationssystem **120** übermittelt werden oder über den Stations-Transceiver **130** indirekt an das Drahtloskommunikationssystem **120** übermittelt werden. Bei einer anderen Ausführungsform kann die Ladestation **114** einen Ladestationsensor **132** umfassen, der die Akkuladedaten der EF **112** erhalten kann, die aktuell an der Ladestation **114** ihre Akkupakete **113** aufladen. Der Stations-Transceiver **130** kann die Akkuladedaten von dem Ladestationsensor **132** oder dem Fahrzeug-Transceiver **126** empfangen und Akkuladedaten an das Drahtloskommunikationssystem **120** übermitteln.

[0021] Der Lastsensor **124** wird zum Erfassen der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems **100** verwendet. Der Lastsensor kann einen Stromwandler zum Messen des Laststroms umfassen. Der Lastsensor kann weiter einen Spannungswandler zum Messen einer Lastspannung umfassen. Die Lastdaten können einen Laststrom, eine Lastspannung, eine von dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** gelieferte Leistung sowie einen Leistungsfaktor umfassen. Die Lastdaten können durch den Controller **122** verarbeitet werden, um in Bezug auf das elektrische Energieversorgungssystem **100** einen Lastausgleich zu erreichen. Weisen die Lastdaten zum Beispiel darauf hin, dass ein bestimmter Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems **100** bereits nahe an seiner Volllastkapazität oder mit Volllastkapazität arbeitet, kann der Controller **122**, mithilfe des Drahtloskommunikationssystems **120** die Lastdaten (oder ein anderes Signal) an den Fahrzeug-Transceiver **126** und den Stations-Transceiver **130** übermitteln, um die Ladestation **114** und die EF **112**, die sich in diesem Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems **100** befinden, darauf hinzuweisen, dass das Aufladen von Akkus vermieden werden sollte, um eine Überlastsituation zu verhindern. Der Controller **122** kann weiter die EF **112** auch zu geeigneten Ladestationen **114** leiten, an denen die EF **112** bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung eines Lastausgleichs in dem elektrischen Energieversorgungssystem **100** aufgeladen werden können. Ein Lastausgleich kann ebenfalls erreicht werden, indem eine gleichmäßige Belastung des elektrischen Energieversorgungssystems **100** beibehalten wird, wodurch Situationen vermieden werden, in denen ein Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems **100** im Verhältnis zu anderen Abschnitten überproportional belastet wird.

[0022] Die Kenntnis der Lastdaten kann außerdem das Übermitteln einer geeigneten Laderate an die EF **112** und die Ladestationen **114** erleichtern. Beispiels-

weise könnte ein Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems **100** bei einer aktuellen Last nur einen geringen Ladestrom unterstützen, während eine hohe Aufladung zu einer Überlast führen könnte. Unter solchen Bedingungen kann das Drahtloskommunikationssystem **120** eine geeignete Laderate an die Fahrzeug-Transceiver **126** und den Stations-Transceiver **130** übermitteln.

[0023] Der Datenaustausch zwischen den Transceivern wird in [Fig. 2](#) weiter veranschaulicht. Es sollte beachtet werden, dass jeglicher Datenaustausch zwischen den EF **112**, den Ladestationen **114** und dem Steuersystem **116** mithilfe des Drahtloskommunikationssystems **120**, des Fahrzeug-Transceivers **126** und des Stations-Transceivers **130** stattfindet. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, übermitteln die EF **112** die Akkuladedaten **202** an die Ladestationen **114** und das Steuersystem **116**. Die EF **112** können außerdem die Lastdaten **204** von der Ladestation **114** und dem Steuersystem **116** empfangen. Mit anderen Worten können die EF **112** die Lastdaten **204** entweder direkt von dem Steuersystem **116** oder über die Ladestationen **114** erhalten. Die Ladestation **114** kann die Akkuladedaten **202** von den EF **112** und die Lastdaten **204** von dem Steuersystem **116** erhalten. Die EF **112** können weiter die Akkuladedaten **202** und die Lastdaten **204** untereinander austauschen. Bei einer Ausführungsform können die EF **112** die Akkuladedaten an ein einziges EF übermitteln, und dieses eine EF kann anschließend die Akkuladedaten der EF **112** an das Steuersystem **116** weiterleiten. Es sollte beachtet werden, dass [Fig. 2](#) zur Veranschaulichung dienen und den Schutzzumfang der hier vorgestellten Lehren nicht einschränken soll. Bei anderen Ausführungsformen ist der Datenaustausch zwischen einem oder mehreren Steuersystemen vorstellbar. Auch ein Datenaustausch zwischen einem oder mehreren Fahrzeugen ist vorstellbar. Weiter können auch eine oder mehrere Ladestationen untereinander Daten austauschen.

[0024] Die Kenntnis der Akkuladedaten **202** kann bei der Optimierung des Betriebes des elektrischen Energieversorgungssystems hilfreich sein. Zum Beispiel können die Akkuladedaten **202** der EF **112** darauf hinweisen, ob irgendwelche der EF **112** ein Aufladen der Akkus benötigen. Das Steuersystem **116** kann so auf der Grundlage der gesamten Akkuladedaten **202** der EF **112** die erwartete Belastung des elektrischen Energieversorgungssystems **112** wirkungsvoll schätzen. Die Kenntnis der Akkuladedaten **204** kann beim Ermitteln der Abschnitte des elektrischen Energieversorgungssystems hilfreich sein, die bis zu ihrer Belastungsgrenze belastet sind. Das Steuersystem **116** kann die Lastdaten **204** oder den Laststatus des Energieversorgungssystems (oder eines Abschnitts davon) an die EF **112** und die Ladestation **114** übermitteln, so dass die Ladestationen **114** und die EF **112** das elektrische Energieversorgungssystem nicht

überlasten. Das Steuersystem **116** kann außerdem eine geeignete Ladestation an die EF **112** und eine geeignete Laderate an die Ladestation **114** und die EF **112** übermitteln. Die geeignete Ladestation kann unter anderem eine Ladestation sein, die sich in einem Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems befindet, dessen Kapazität nicht voll ausgelastet ist. Mit anderen Worten kann eine geeignete Ladestation unter anderem eine Ladestation sein, an der die Akkupakete der EF aufgeladen werden können, ohne das elektrische Energieversorgungssystem zu überlasten. Gleichermaßen kann eine geeignete Laderate unter anderem eine Laderate sein, die unter den Bedingungen des aktuellen Lastzustands das elektrische Energieversorgungssystem nicht überlastet. Durch Leiten der EF zu der geeigneten Ladestation erhält das Steuersystem einen Lastausgleich in dem elektrischen Energieversorgungssystem aufrecht. Das Steuersystem stellt die gleichmäßige Belastung des elektrischen Energieversorgungssystems sicher und verhindert eine Lastkonzentration in einem Abschnitt des elektrischen Energieversorgungssystems. Alternativ können die Ladestation **114** und die EF **112** auf der Grundlage der Lastdaten **204** eine Entscheidung über eine geeignete Laderate treffen.

[0025] Das Steuersystem **116** kann auf der Grundlage der Lastdaten **204** und der Akkuladedaten **202** den Betrieb der Schutzelemente **118** weitergehend steuern. Weisen zum Beispiel die Akkuladedaten **202** auf die Möglichkeit hin, dass eine große Anzahl von EF ihre Akkupakete gleichzeitig auflädt, kann das Steuersystem **116** die Zeit-Strom-Charakteristiken der Schutzelemente **118** ändern, um eine Anpassung an einen höheren Laststrom vorzunehmen, so dass das Aufladen der EF nicht zum Erkennen eines Fehlers führt. Die Zeit-Strom-Charakteristik der Schutzelemente, insbesondere eines Leistungsschalters, ist in [Fig. 3](#) dargestellt.

[0026] [Fig. 3](#) zeigt die Zeit-Strom-Charakteristiken eines Leistungsschalters. Wie bereits erwähnt, können die Schutzelemente Leistungsschalter, Wieder einschalter sowie deren Kombinationen umfassen. [Fig. 3](#) stellt den Laststrom auf der X-Achse dar (in Vielfachen des Ansprechwerts) und die Betriebszeit (in Sekunden) des Schutzelements auf der Y-Achse. Es sollte beachtet werden, dass [Fig. 3](#) ein Diagramm im logarithmischen Maßstab ist. Ein Ansprechwert ist ein Schwellenwert des Laststroms, unterhalb dessen das Schutzelement nicht tätig wird. Die Schutzelemente werden nur tätig, wenn der Laststrom in dem elektrischen Energieversorgungssystem höher als der Ansprechwert ist. Die Zeit bis zum Ansprechen des Schutzelements ist auf der Y-Achse dargestellt. In Bezug auf die Kurve **302** ist anzumerken, dass die Zeit bis zum Tätigwerden des Schutzelements von dem Wert des Laststroms abhängt. Beispielsweise und wie in [Fig. 3](#) gezeigt, wird das Schut-

zelement in 2 Sekunden tätig, wenn der Laststrom das Doppelte des Ansprechstroms beträgt, und das Schutzelement wird in 0,3 Sekunden tätig, wenn der Laststrom das 6-fache des Ansprechstroms beträgt. Mit anderen Worten, je größer der Laststrom, desto schneller die Reaktion des Schutzelements. Es sollte beachtet werden, dass [Fig. 3](#) eine Zeit-Strom-Charakteristik eines Leistungsschalters darstellt, aber die hier vorgelegten Lehren auch auf die Zeit-Strom-Charakteristiken von Wiedereinschaltern ausgedehnt werden können.

[0027] Das Aufladen von EF kann zu Stromstärken führen, die größer als die Ansprechströme in dem elektrischen Energieversorgungssystem sind. In solchen Situationen können die Schutzelemente ohne das Steuersystem **116** tätig werden und einen Teil des Stromkreises isolieren. Um eine solche Situation zu vermeiden, kann das Steuersystem **116** die Zeit-Strom-Charakteristik auf der Grundlage der Lastdaten und der Akkuladedaten der EF ändern. Bei einer Ausführungsform kann der Ansprechwert des Schutzelements erhöht werden. Bei einer alternativen Ausführungsform kann die Zeit-Strom-Charakteristik entlang der Zeitkoordinate verschoben werden. Beispielsweise kann die Kurve **302** verschoben und die verschobene Kurve durch die Kurve **304** dargestellt werden. Es ist anzumerken, dass die Kurve **304** im Vergleich mit der Kurve **302** eine längere Betriebszeit zulässt. Mit anderen Worten wird bei demselben Laststrom ein Leistungsschalter, der entsprechend der durch die Kurve **304** dargestellten Zeit-Strom-Charakteristik funktioniert, langsamer tätig werden als ein Leistungsschalter, der entsprechend der durch die Kurve **302** dargestellten Zeit-Strom-Charakteristik funktioniert. So kann die Betriebszeit des Leistungsschalters durch Ändern der Zeit-Strom-Charakteristiken des Leistungsschalters geändert werden. Die Zeit-Strom-Charakteristiken können abhängig von dem erwarteten Laststrom des elektrischen Energieversorgungssystems gewählt werden. Beispielsweise kann für hohen Laststrom die Kurve **306** zum Regeln des Betriebs des Leistungsschalters verwendet werden. Es ist nachvollziehbar, dass die Betriebszeit des Leistungsschalters mit einer durch die Kurve **306** dargestellten Zeit-Strom-Charakteristik länger ist als die Betriebszeit des Leistungsschalters mit einer durch die Kurve **304** dargestellten Zeit-Strom-Charakteristik. Mit anderen Worten kann die Zeit-Strom-Charakteristik der Schutzelemente in Abhängigkeit von dem erwarteten Laststrom dynamisch geändert werden. Der erwartete Laststrom kann auf der Grundlage der Akkuladedaten der EF und des aktuellen Lastzustands des elektrischen Energieversorgungssystems erlangt werden.

[0028] Die hier vorgelegten Ausführungsformen dienen zu Veranschaulichungszwecken und schränken den Schutzzumfang der hier vorgelegten Lehren nicht ein. Beispielsweise zeigen [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) nur ei-

ne einzige Ladestation und ein einziges Steuersystem. Systeme mit mehreren EF, Steuersystemen und Ladestationen sind jedoch ebenfalls vorstellbar. Das elektrische Energieversorgungssystem kann darüber hinaus über eine Vielzahl von Steuersystemen verfügen. Die Steuersysteme der Vielzahl von Steuersystemen können sich untereinander die Akkuladedaten und die Lastdaten übermitteln.

[0029] Die vorliegende Erfindung wird nur zu Veranschaulichungszwecken bezogen auf mehrere Ausführungsformen beschrieben. Fachleute werden aus dieser Beschreibung erkennen, dass derartige Ausführungsformen mit Abwandlungen und Änderungen angewendet werden können, die nur durch den Sinn und Schutzzumfang der angefügten Ansprüche eingeschränkt werden.

[0030] Es wird ein Steuersystem für ein elektrisches Energieversorgungssystem zur Verfügung gestellt. Das Steuersystem umfasst ein Drahtloskommunikationssystem zum Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und zum Empfangen von Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge. Das Steuersystem umfasst außerdem einen Lastsensor zum Erfassen der Last im elektrischen Energieversorgungssystem. Das Steuersystem umfasst weiter einen Controller zum Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente auf der Grundlage der Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des Energieversorgungssystems.

Patentansprüche

1. Steuersystem, das Folgendes umfasst:
ein Drahtloskommunikationssystem, das dafür konfiguriert ist, ein oder mehrere Elektrofahrzeuge in der Nähe eines Steuersystems zu verfolgen und Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie Lastdaten eines elektrischen Energieversorgungssystems zu übermitteln;
einen Controller, der mit dem Drahtloskommunikationssystem in Datenverbindung steht und dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge und die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems zu empfangen und auf der Grundlage der Ladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems ein oder mehrere Schutzelemente des elektrischen Energieversorgungssystems zu betätigen.

2. Steuersystem nach Anspruch 1, wobei jedes Elektrofahrzeug einen Fahrzeug-Transceiver umfasst, der dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten eines der Elektrofahrzeuge an das Drahtloskommunikationssystem zu übermitteln und die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems von dem Drahtloskommunikationssystem zu empfangen.

3. Steuersystem nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Fahrzeug-Transceiver dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs und die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems an andere Elektrofahrzeuge zu übermitteln.

4. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei jedes Elektrofahrzeug ein Sensormodul umfasst, das dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten der Elektrofahrzeuge zu erfassen.

5. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Akkuladedaten mindestens eine der folgenden Angaben umfassen: die Laderate, die Anfangszeit des Ladevorgangs sowie eine Ladungsangabe in Prozent für ein Akkupaket der Elektrofahrzeuge.

6. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, das weiter eine oder mehrere Ladestationen umfasst, wobei die Ladestation(en) einen Stations-Transceiver umfassen, der dafür konfiguriert ist, die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems an einen in jedem Elektrofahrzeug vorgesehenen Fahrzeug-Transceiver zu übermitteln und Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs von dem Fahrzeug-Transceiver zu empfangen.

7. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Stations-Transceiver dafür konfiguriert ist, die Ladedaten der Elektrofahrzeuge an das Drahtloskommunikationssystem zu übermitteln und die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems von dem Drahtloskommunikationssystem zu empfangen.

8. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, das weiter einen oder mehrere Lastsensoren zum Erfassen der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems umfasst.

9. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Ladestation(en) eine Vielzahl von Akkuladedatensensoren zum Erfassen mindestens einer der folgenden Angaben umfassen: die Laderate, die Anfangszeit des Ladevorgangs sowie eine Ladungsangabe in Prozent für ein Akkupaket des Elektrofahrzeugs.

10. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Lastdaten mindestens eine der folgenden Angaben umfassen: einen Laststrom, eine von dem elektrischen Energieversorgungssystem gelieferte Leistung, einen Leistungsfaktor und eine Lastspannung.

11. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei das Drahtloskommunikationssystem dafür konfiguriert ist, das Elektrofahrzeug oder die Elektrofahrzeuge zu ausgewählten Ladestationen zu

leiten, und zwar auf der Grundlage eines aktuellen Ladungsniveaus eines Akkupakets des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge und/oder der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems.

12. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Drahtloskommunikationssystem dafür konfiguriert ist, eine geeignete Laderate an das Elektrofahrzeug oder die Elektrofahrzeuge und/oder die Ladestation(en) zu übermitteln.

13. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei das Schutzelement oder die Schutzelemente einen oder mehrere Wiedereinschalter, einen oder mehrere Leistungsschalter oder deren Kombinationen umfassen.

14. Steuersystem nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei der Controller dafür konfiguriert ist, eine Zeit-Strom-Charakteristik des Schutzelements oder der Schutzelemente zu ändern, und zwar auf der Grundlage der Ladedaten eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und/oder der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems.

15. Elektrisches Energieversorgungssystem, das Folgendes umfasst:

ein Kraftwerk;

eine Stromübertragungsleitung zum Übertragen von Strom von dem Kraftwerk zu einem oder mehreren Lastzentren;

ein oder mehrere Steuersysteme, die an einem oder mehreren Orten in dem elektrischen Energieversorgungssystem angeordnet sind, wobei das Steuersystem oder die Steuersysteme Folgendes umfassen:

ein Drahtloskommunikationssystem, das dafür konfiguriert ist, ein oder mehrere Elektrofahrzeuge in der Nähe des Steuersystems oder der Steuersysteme zu verfolgen und Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems zu übermitteln; einen Controller, der mit dem Drahtloskommunikationssystem in Datenverbindung steht und dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge und die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems zu empfangen und auf der Grundlage der Ladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems ein oder mehrere Schutzelemente des elektrischen Energieversorgungssystems zu betätigen.

16. Elektrisches Energieversorgungssystem nach Anspruch 15, wobei das Drahtloskommunikationssystem dafür konfiguriert ist, das Elektrofahrzeug oder die Elektrofahrzeuge zu ausgewählten Ladestationen zu leiten, und zwar auf der Grundlage eines aktuellen Ladungsniveaus eines Akkupakets des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge und/oder der

Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems.

oder der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems.

17. Elektrisches Energieversorgungssystem nach Anspruch 15 oder 16, wobei das Drahtloskommunikationssystem dafür konfiguriert ist, eine geeignete Laderate an das Elektrofahrzeug oder die Elektrofahrzeuge und/oder die Ladestation(en) zu übermitteln.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

18. Elektrisches Energieversorgungssystem nach einem der Ansprüche 15–17, wobei der Ort oder die Orte Folgendes umfassen: ein Netzbetriebszentrum, ein oder mehrere Lastzentren sowie ein Umspannwerk, dass dafür gestaltet ist, Energie zu dem Lastzentrum oder den Lastzentren zu übertragen.

19. Verfahren zum Betrieb eines Steuersystems für ein elektrisches Energieversorgungssystem, wobei das Verfahren Folgendes umfasst:

Verfolgen eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge in der Nähe des Steuersystems mithilfe eines Drahtloskommunikationssystems und Erlangen von Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems und

Bedienen eines oder mehrerer Schutzelemente des elektrischen Energieversorgungssystems auf der Grundlage der Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge und der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems mithilfe eines Controllers, der mit dem Drahtloskommunikationssystem in Datenverbindung steht und dafür konfiguriert ist, die Akkuladedaten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge sowie die Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems zu empfangen.

20. Verfahren nach Anspruch 19, das weiter das Leiten des Elektrofahrzeugs oder der Elektrofahrzeuge zu ausgewählten Ladestationen auf der Grundlage des gegenwärtigen Ladungsniveaus eines Akkupakets und/oder der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems umfasst.

21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, wobei das Verfahren weiter das Übermitteln einer geeigneten Laderate an das Elektrofahrzeug oder die Elektrofahrzeuge und/oder die Ladestation(en) auf der Grundlage der Lastdaten des elektrischen Energieversorgungssystems umfasst.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 19 bis 21, wobei das Bedienen des Schutzelements oder der Schutzelemente das Ändern einer Zeit-Strom-Charakteristik des Schutzelements oder der Schutzelemente umfasst, und zwar auf der Grundlage der Ladedaten eines oder mehrerer Elektrofahrzeuge und/

Anhängende Zeichnungen

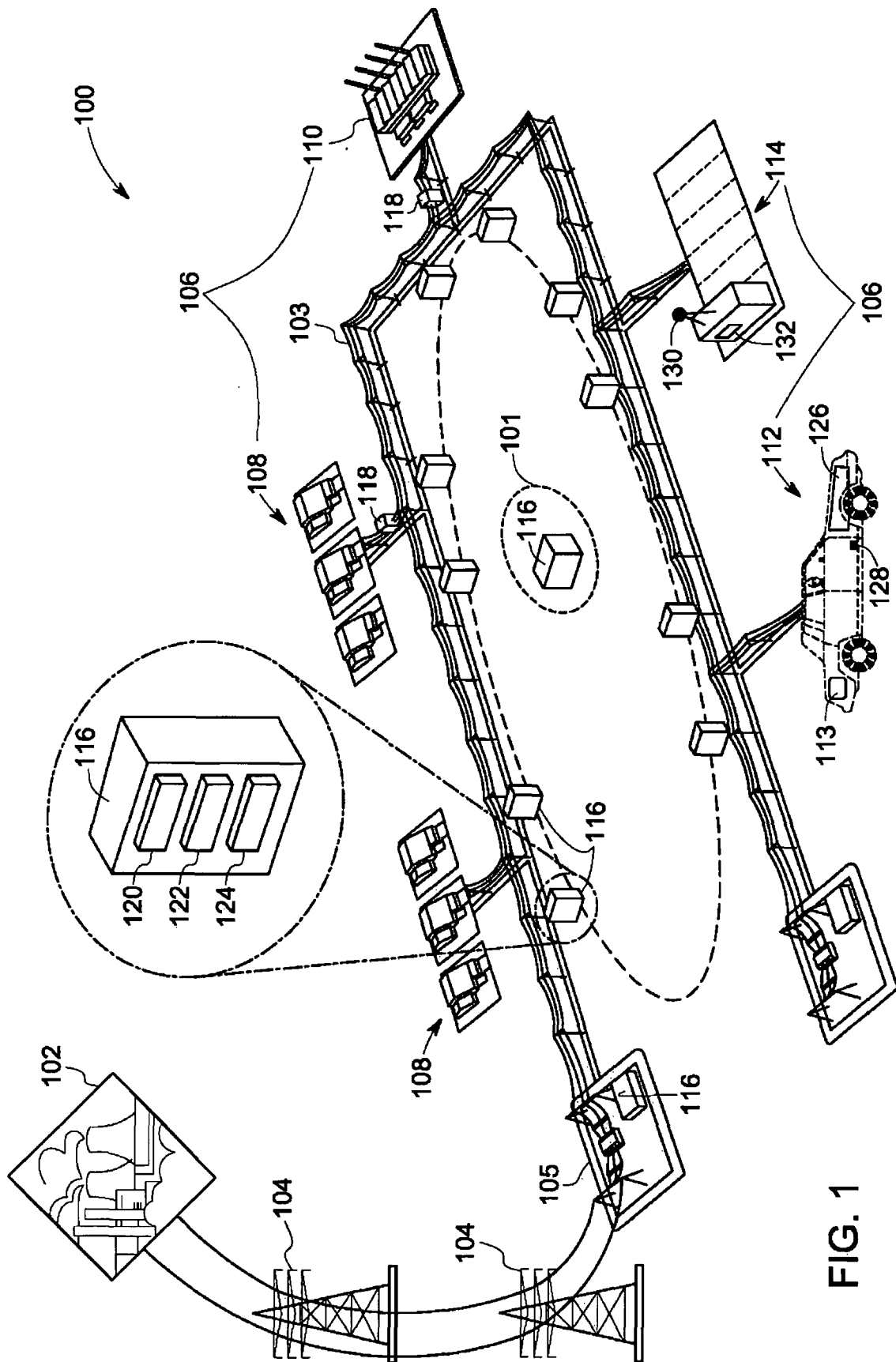


FIG. 1

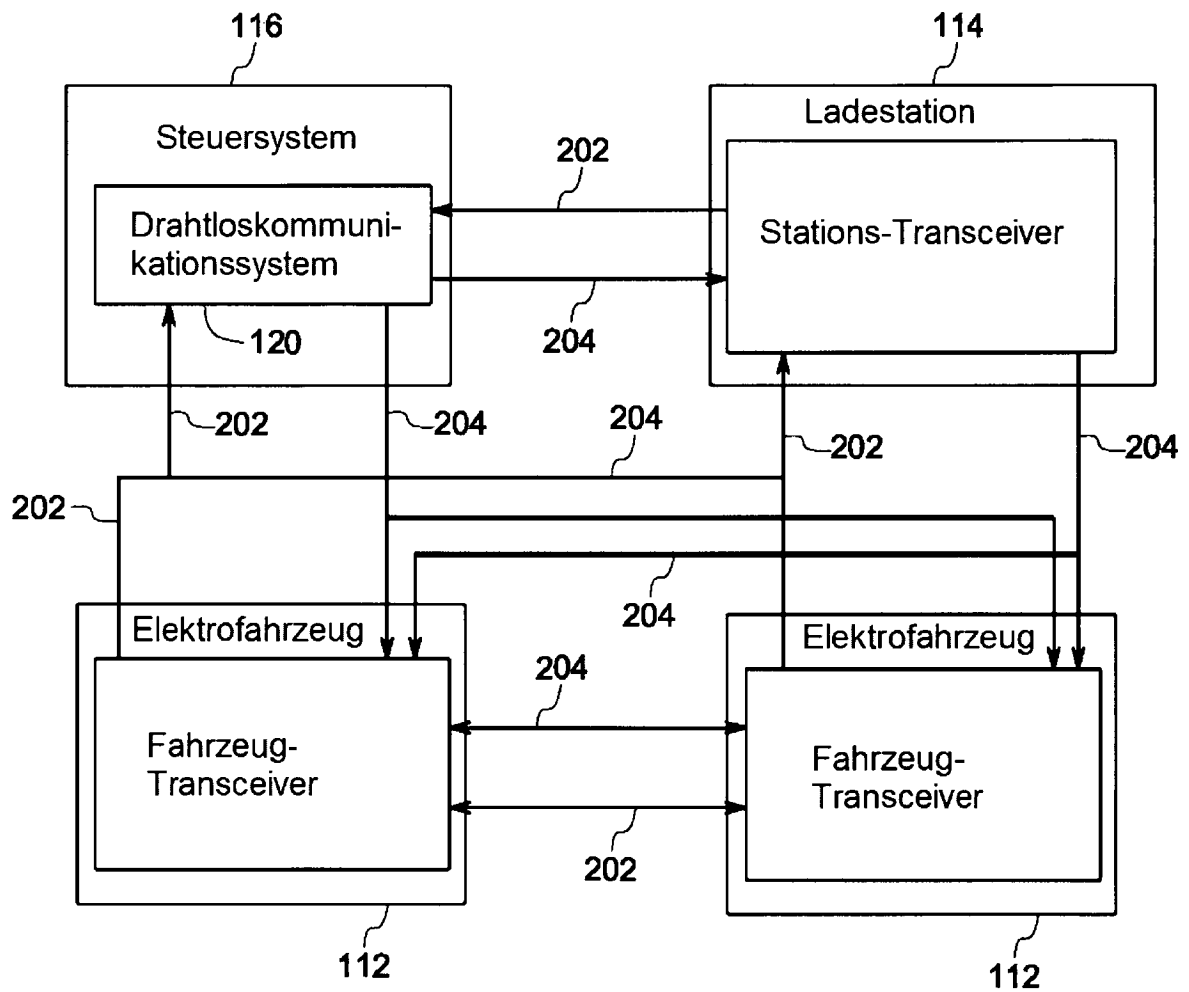


FIG. 2

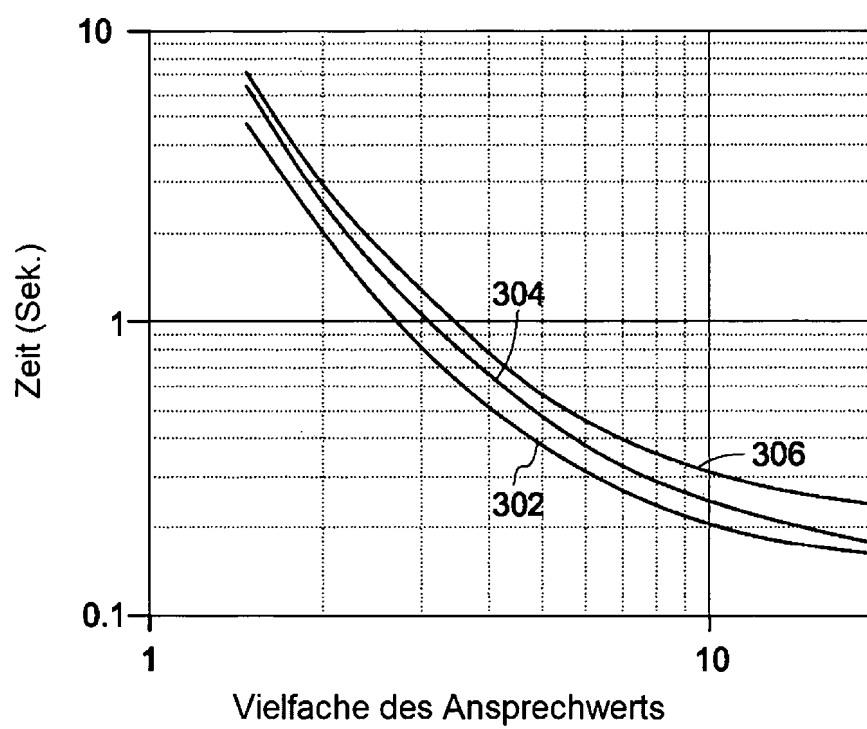


FIG. 3