



(10) **DE 10 2016 202 808 A1** 2017.08.24

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2016 202 808.1**

(22) Anmeldetag: **24.02.2016**

(43) Offenlegungstag: **24.08.2017**

(51) Int Cl.: **H02J 3/00 (2006.01)**

H02J 3/32 (2006.01)

H02J 7/02 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

siehe Folgeseiten

(72) Erfinder:

Ellgas, Simon, Dr., Mountain View, US; Marcial-Simon, Enrique, 97209 Veitshöchheim, DE; Mehlhorn, Rainer, Dr., 85652 Pliening, DE; Pfab, Xaver, 85570 Ottenhofen, DE; Stauner, Thomas, Dr., 85716 Unterschleißheim, DE

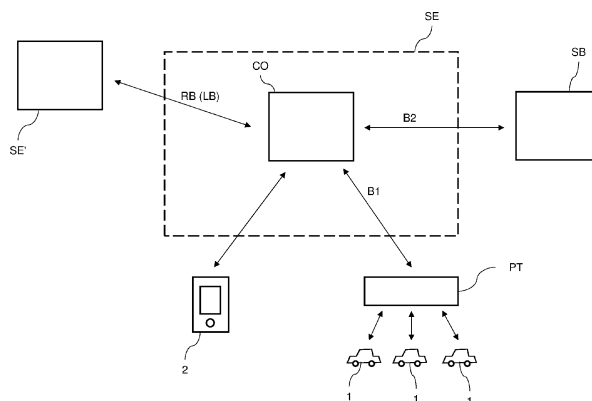
Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen (1), welche elektrisch an ein Stromnetz eines Stromnetzbetreibers angeschlossen sind, wobei die jeweiligen Fahrzeuge (1) aus dem Stromnetz Strom zum Laden eines fahrzeugseitigen Energiespeichers beziehen. Ein zentrales Steuersystem (CO) kann mit den jeweiligen Fahrzeugen (1) sowie mit einem Server (SE) des Stromnetzbetreibers und einer Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) über Kommunikationssignale kommunizieren, wobei die Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) jeweils eine höhere Reaktionszeit für eine elektrische Leistungsanpassung in Antwort auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems (CO) und/oder eine höhere Zeitsynchronität in Bezug auf eine Uhr des zentralen Steuersystems (CO) im Vergleich zu den Fahrzeugen (1) aufweisen. Das Steuersystem (CO) sendet in Antwort auf einen empfangenen Reduktionsbefehl (RB) des Servers (SE) an Fahrzeuge (1) der Gruppe einen oder mehrere erste Befehle (B1), die ein Aussetzen des Ladens von fahrzeugseitigen Energiespeichern bewirken, wobei der Reduktionsbefehl (RB) einen Leistungsbetrag festlegt, um den die Leistungsaufnahme der Gruppe von Fahrzeugen (1) am Stromnetz zu vermindern ist. Ferner ermittelt das Steuersystem (CO) in vorgegebenen Zeitabständen einen Leistungswert (LW), der sich zusammensetzt aus der Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) zuzüglich der Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB). Dabei regelt das Steuersystem (CO) über einen oder mehrere zweite Befehle (B2), die es an elektrische Einheiten (SB) sendet und welche eine Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe von elektrischen Einheiten (SB) bewirken, den Leistungswert (LW)

auf den Leistungsbetrag (LB) gemäß dem Reduktionsbefehl (RB).





(56) Ermittelter Stand der Technik:

BMW of North America, LLC: Introducing the BMW i ChargeForward Program; 2015.URL: http://content.bmwusa.com/bmwi_pge/index.htmlArchiviert in <http://www.archive.org> am 11.02.2016 [abgerufen am 08.11.2016]

BUCHKO, D.J.: BMW i ChargeForward Project Wins 2015 ESNA Innovation Award for Unique EV Battery Second Life Energy Storage System. Press Information; 15.10.2015.URL: https://www.press.bmwgroup.com/usa/article/attachment/T0239042EN_US/333191 [abgerufen am 08.11.2016]

JOHN, J. S.: Itron and ClipperCreek Launch the EV Charger as Virtual Smart Meter. 10.11.2014.URL: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/itron-and-clippercreek-launch-the-ev-charger-as-virtual-smart-meter> [abgerufen am 08.11.2016]

PYPER, J.: Automakers on Second-Life Batteries for the Grid: We Want a Foot in the Door of This Market. 09.11.2015.URL: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/Automakers-on-Second-Life-Batteries-For-the-Grid-We-Want-a-Foot-in-the-Do> [abgerufen am 08.11.2016]

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen sowie ein entsprechendes Steuersystem.

[0002] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, das Laden der Energiespeicher einer Gruppe bzw. eines Pools von elektrisch antreibbaren Fahrzeugen über ein Steuersystem derart zu steuern, dass auch Anforderungen des Betreibers des zum Laden verwendeten Stromnetzes im Hinblick auf eine Leistungsreduktion berücksichtigt werden. Mit anderen Worten kann bei entsprechender Anforderung des Stromnetzbetreibers das Laden bestimmter Fahrzeuge des Fahrzeugpools unterbrochen oder verzögert werden, um hierdurch die Leistungsaufnahme im Stromnetz zu vermindern. Dabei wird das Laden nur von solchen Fahrzeugen ausgesetzt, bei denen die Unterbrechung des Ladevorgangs keinen Einfluss auf eine vom Nutzer des Fahrzeugs spezifizierte Abfahrtszeit hat, d.h. auch bei späterer Wiederaufnahme des Ladevorgangs ist immer noch genügend Zeit zur Verfügung, um das Fahrzeug komplett bzw. bis auf einen vorgegebenen Ladezustand zu laden.

[0003] Bei dem obigen Verfahren, bei dem das Laden eines Fahrzeugpools zum Ausgleich von Überlasten im Stromnetz beeinflusst wird, kann der Fall auftreten, dass eine vom Stromnetzbetreiber erwünschte Leistungsreduktion über die Unterbrechung von Ladevorgängen der fahrzeugseitigen Energiespeicher nicht erreicht werden kann. Es gibt deshalb Ansätze, dass in solchen Fällen ergänzend Leistung aus einer oder mehreren elektrischen Einheiten und insbesondere aus einem stationären Batteriespeicher in das Stromnetz eingespeist wird, um hierdurch die Vorgaben des Stromnetzbetreibers zu erfüllen.

[0004] Bei der Durchführung einer Leistungsreduktion unter Verwendung von fahrzeugseitigen Energiespeichern besteht das Problem, dass die Fahrzeuge oftmals eine hohe Reaktionszeit auf Befehle eines zentralen Steuersystems aufweist bzw. nicht zeitsynchron mit dem Steuersystem arbeiten. Demzufolge ist eine schnelle Reduktion der Leistung basierend auf den Anforderungen des Stromnetzbetreibers nicht immer realisierbar.

[0005] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, den Vorgang des Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen derart zu steuern, dass Anforderungen des Stromnetzbetreibers zur Leistungsreduktion schnell erfüllt werden können.

[0006] Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0007] Das erfindungsgemäße Verfahren dient zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen, welche elektrisch an ein Stromnetz eines Stromnetzbetreibers angeschlossen sind, wobei die jeweiligen Fahrzeuge aus dem Stromnetz Strom zum Laden eines fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Antrieb des jeweiligen Fahrzeugs beziehen. Mit anderen Worten sind die Fahrzeuge elektrisch antreibbare Fahrzeuge, wie z.B. reine Elektrofahrzeuge oder Hybridfahrzeuge. In dem erfindungsgemäßen Verfahren kann ein zentrales Steuersystem mit den jeweiligen Fahrzeugen der Gruppe sowie mit einem Server des Stromnetzbetreibers und einer Anzahl von elektrischen Einheiten (d.h. zumindest einer elektrischen Einheit) über Kommunikationssignale kommunizieren. Die Anzahl von elektrischen Einheiten umfasst eine oder mehrere Stromverbrauchs- und/oder Stromabgabeeinheiten, welche jeweils eine höhere Reaktionszeit für eine elektrische Leistungsanpassung in Antwort auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems und/oder eine höhere Zeitsynchronität in Bezug auf eine Uhr des zentralen Steuersystems im Vergleich zu den Fahrzeugen aufweisen. Mit anderen Worten kann eine entsprechende elektrische Einheit schneller auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems mit einer Leistungsanpassung reagieren bzw. weist eine entsprechende elektrische Einheit eine lokale Uhr auf, welche genauer mit der Uhr des zentralen Steuersystems übereinstimmt als die lokalen Uhren der Fahrzeuge. Die Reaktionszeit kann in an sich bekannter Weise durch eine mittlere Reaktions- bzw. Verzögerungszeit angegeben werden. Die Zeitsynchronität kann in an sich bekannter Weise durch eine Abweichung der lokalen Uhr pro Zeiteinheit von der Uhr des zentralen Steuersystems angegeben werden. Je höher diese Zeitabweichung ist, desto geringer ist die Zeitsynchronität.

[0008] In dem erfindungsgemäßen Verfahren sendet das zentrale Steuersystem in Antwort auf einen empfangenen Reduktionsbefehl, der vom Server des Stromnetzbetreibers stammt, einen oder mehrere erste Befehle an zumindest einen Teil der Fahrzeuge. Im Falle, dass das zentrale Steuersystem mehrere Befehle übermittelt, werden diese im Wesentlichen zeitgleich ausgesendet. Die ersten Befehle bewirken ein Aussetzen des Ladens der fahrzeugseitigen Energiespeicher des zumindest einen Teils der Fahrzeuge. Ein Reduktionsbefehl legt dabei einen Leistungsbetrag fest, um den die Leistungsaufnahme der Gruppe von Fahrzeuge am Stromnetz zu vermindern ist.

[0009] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelt das zentrale Steuersystem ab dem Aussenden des oder der ersten Befehle in vorgegebenen Zeitabständen einen Leistungswert. Mit anderen Worten überwacht das zentrale Steuersystem ab dem Aussenden des oder der ersten Befehle ei-

nen Leistungswert. Dieser Leistungswert setzt sich zusammen aus der (aktuell vorliegenden) Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten im Vergleich zur Gesamtleistungsaufnahme beim Aussenden des oder der ersten Befehle zuzüglich der (aktuell vorliegenden) Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten im Vergleich zur Gesamtleistungsabgabe beim Aussenden des oder der Befehle. Die Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme hat einen positiven Wert, sofern tatsächlich eine Verringerung vorliegt. Sollte sich jedoch im Rahmen der Überwachung ergeben, dass es tatsächlich zu einer Erhöhung der Leistungsaufnahme kommt, so wird der Wert der Verringerung negativ. Analog hat die Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe einen positiven Wert, sofern die Gesamtleistungsabgabe tatsächlich größer wird. Nimmt die Gesamtleistungsabgabe jedoch ab, ist dieser Wert negativ. Ein entsprechender Leistungsaufnahmewert für einen fahrzeugseitigen Energiespeicher bzw. eine elektrische Einheit hat den Wert 0, wenn keine Leistungsaufnahme stattfindet bzw. statt einer Leistungsaufnahme eine Leistungsabgabe erfolgt. Analog liegt der Wert einer Leistungsabgabe eines fahrzeugseitigen Energiespeichers bzw. einer elektrischen Einheit bei 0, wenn keine Leistungsabgabe stattfindet bzw. stattdessen eine Leistungsaufnahme erfolgt.

[0010] Im Besonderen lässt sich der obige Leistungswert auch als Summe aus einer Leistungsaufnahmedifferenz und einer Leistungsabgabedifferenz darstellen. Dabei ist die Leistungsaufnahmedifferenz die Differenz zwischen der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten beim Aussenden des oder der ersten Befehle und der aktuellen Gesamtleistungsaufnahme. Das heißt, die Leistungsaufnahmedifferenz ist bei einer Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme nach Aussenden der ersten Befehle positiv und bei einer Erhöhung negativ. Demgegenüber ist die Leistungsabgabedifferenz die Differenz zwischen der aktuellen Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten und der Gesamtleistungsabgabe beim Aussenden des oder der ersten Befehle. Mit anderen Worten ist die Leistungsabgabedifferenz bei einer Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe positiv und bei einer Erniedrigung der Gesamtleistungsabgabe negativ.

[0011] Im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens regelt das zentrale Steuersystem den Leistungswert auf den Leistungsbetrag gemäß dem Reduktionsbefehl. Hierfür verwendet es einen oder mehrere zweite Befehle, die es an zumindest einen Teil der Anzahl von elektrischen Einheiten sendet und welche

eine Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des zumindest einen Teils der Anzahl von elektrischen Einheiten bewirken.

[0012] Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass mittels einer Regelung unter Heranziehung von elektrischen Einheiten mit einer höheren Reaktionszeit bzw. Synchronität eine schnelle und genaue Leistungsreduktion durch eine Gruppe von Fahrzeugen in Antwort auf eine Anforderung eines Stromnetzbetreibers bewirkt werden kann. Im Rahmen dieser Regelung stellt der Leistungswert die Regelgröße, der Leistungsbetrag die Führungsgröße (Sollgröße) und die Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des zumindest einen Teils der Anzahl von elektrischen Einheiten die Stellgröße dar.

[0013] In einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens umfasst die Anzahl von elektrischen Einheiten einen oder mehrere stationäre Energiespeicher. Vorzugsweise sind diese stationären Energiespeicher eine oder mehrere stationäre Batteriespeicher. Zum Beispiel können sich die stationären Batteriespeicher aus ausrangierten Fahrzeugbatterien zusammensetzen. Alternativ oder zusätzlich kann die Anzahl von elektrischen Einheiten auch eine oder mehrere elektrische Energieerzeugungsanlagen, insbesondere einen oder mehrere elektrische Generatoren, umfassen. Stationäre Energiespeicher bzw. elektrische Energieerzeugungsanlagen weisen in der Regel eine gute und schnelle Steuerbarkeit ihrer elektrischen Leistung auf.

[0014] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelt das zentrale Steuersystem den Leistungswert über die Abfrage von Leistungsmesswerten von einem oder mehreren Messgeräten an den Ladestellen der Fahrzeuge und von einem oder mehreren Messgeräten an der Anzahl von elektrischen Einheiten. Die entsprechenden Leistungsmesswerte können dabei in einem zentralen Speicher bzw. in einer Cloud hinterlegt sein, auf die das zentrale Steuersystem Zugriff hat.

[0015] In einer weiteren Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens sind mehrere Typen von elektrischen Einheiten vorhanden, wobei die Reaktionszeiten der elektrischen Einheiten eines jeweiligen Typs in einem anderen Wertebereich als die Reaktionszeiten der elektrischen Einheiten eines anderen Typs liegen und/oder wobei die Zeitsynchronitäten der elektrischen Einheiten eines jeweiligen Typs in einem anderen Wertebereich als die Zeitsynchronitäten der elektrischen Einheiten eines anderen Typs liegen. Die Wertebereiche sind vorzugsweise disjunkt. Der Begriff des Wertebereichs ist ferner weit zu verstehen und kann gegebenenfalls auch nur einen einzelnen

Wert umfassen. Im Rahmen dieser Ausführungsform berücksichtigt das zentrale Steuersystem bei der Regelung des Leistungswerts auf den Leistungsbetrag gemäß dem Reduktionsbefehl die Typen von elektrischen Einheiten in Reihenfolge der Wertebereiche hin zu kürzeren Reaktionszeiten und/oder in Reihenfolge der Wertebereiche hin zu höheren Zeitsynchronitäten. Auf diese Weise werden elektrische Einheiten schrittweise in der Reihenfolge der Verbesserung ihrer Reaktionszeit bzw. Zeitsynchronität bei der Regelung berücksichtigt.

[0016] In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind für eine oder mehrere spezifische Fahrzeuge der Gruppe jeweils ein Ladezeitfenster, ein Abfahrtszeitpunkt und ein Sollladezustand des fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Abfahrtszeitpunkt festgelegt, wobei der Ladevorgang des fahrzeugseitigen Energiespeichers des jeweiligen spezifischen Fahrzeugs derart gemäß dem Ladezeitfenster erfolgt, dass ein Ladezeitkriterium erfüllt ist, so dass (d.h. bei Erfüllung des Ladezeitkriteriums) der Ladevorgang ganz im Ladezeitfenster liegt oder das ganze Ladezeitfenster umfasst und gleichzeitig sichergestellt ist, dass der Sollladezustand spätestens zum Abfahrtszeitpunkt erreicht ist. In dieser Ausführungsform wird im Falle, dass das zentrale Steuersystem einen ersten Befehl an ein spezifisches Fahrzeug sendet, der Ladevorgang gemäß dem Ladezeitfenster eine vorbestimmte Zeitspanne ausgesetzt und ein neues Ladezeitfenster festgelegt, welches von dem aktuell verwendeten Ladezeitfenster abweicht, wobei der Beginn des neuen Ladezeitfensters nach der vorbestimmten Zeitspanne liegt und ansonsten der Ladevorgang gemäß dem neuen Ladezeitfenster das Ladezeitkriterium bei unverändertem Abfahrtszeitpunkt und Sollladezustand erfüllt. Mit dieser Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens werden somit bei einem Aussetzen des Ladevorgangs entsprechende Abfahrtszeitpunkte und Sollladezustände berücksichtigt. Vorzugsweise können der Abfahrtszeitpunkt und/oder der Sollladezustand durch einen Nutzer des entsprechenden Fahrzeugs, z.B. beim Anschluss des Fahrzeugs an eine Ladestation, spezifiziert werden.

[0017] Die Erfindung betrifft darüber hinaus ein zentrales Steuersystem zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen, welche elektrisch an ein Stromnetz eines Stromnetzbetreibers angeschlossen sind, wobei die jeweiligen Fahrzeuge aus dem Stromnetz Strom zum Laden eines fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Antrieb des jeweiligen Fahrzeugs beziehen. Das zentrale Steuersystem kann mit den jeweiligen Fahrzeugen der Gruppe sowie mit einem Server des Stromnetzbetreibers und einer Anzahl von elektrischen Einheiten über Kommunikationssignale kommunizieren. Die Anzahl von elektrischen Einheiten umfasst eine oder mehrere Stromverbrauchs- und/oder Stromab-

gabeeinheiten, welche jeweils eine höhere Reaktionszeit für eine elektrische Leistungsanpassung in Antwort auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems und/oder eine höhere Zeitsynchronität in Bezug auf eine Uhr des zentralen Steuersystems im Vergleich zu den Fahrzeugen aufweisen.

[0018] Das erfindungsgemäße zentrale Steuersystem ist derart ausgestaltet, dass es in Antwort auf einen empfangenen Reduktionsbefehl, der vom Server des Stromnetzbetreibers stammt, an zumindest einen Teil der Fahrzeuge der Gruppe einen oder mehrere erste Befehle sendet, die ein Aussetzen des Ladens der fahrzeugseitigen Energiespeicher des zumindest einen Teils der Fahrzeuge bewirken. Der Reduktionsbefehl legt einen Leistungsbetrag fest, um den die Leistungsaufnahme der Gruppe von Fahrzeugen am Stromnetz zu vermindern ist.

[0019] Das zentrale Steuersystem ist ferner derart ausgestaltet, dass es ab dem Aussenden des oder der ersten Befehle in vorgegebenen Zeitabständen einen Leistungswert ermittelt, der sich zusammensetzt aus der Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten im Vergleich zur Gesamtleistungsaufnahme beim Aussenden des oder der ersten Befehle zuzüglich der Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten im Vergleich zur Gesamtleistungsaufgabe beim Aussenden des oder der ersten Befehle.

[0020] Das zentrale Steuersystem ist ferner dazu eingerichtet, um über einen oder mehrere zweite Befehle den Leistungswert auf den Leistungsbetrag gemäß dem Reduktionsbefehl zu regeln. Die zweiten Befehle werden von dem zentralen Steuersystem an zumindest einen Teil der Anzahl von elektrischen Einheiten gesendet und diese Befehle bewirken eine Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder der Leistungsabgabe des zumindest einen Teils der Anzahl von elektrischen Einheiten.

[0021] Das soeben beschriebene Steuersystem ist vorzugsweise derart ausgestaltet, dass es eine oder mehrere bevorzugte Varianten des erfindungsgemäßen Verfahrens ausführen kann.

[0022] Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der beigegeführten Figuren detailliert beschrieben.

[0023] Es zeigen:

[0024] Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Infrastruktur, in der eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens durchgeführt wird; und

[0025] Fig. 2 ein Flussdiagramm, welches den Ablauf einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens verdeutlicht.

[0026] In Fig. 1 ist in schematischer Darstellung eine Infrastruktur zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Ein Kernbestandteil dieser Infrastruktur ist eine zentrale Steuereinheit CO, welche in einem Server SE integriert ist und zur Steuerung des Ladens einer Flotte aus mehreren elektrisch angetriebenen Fahrzeugen (d.h. der Antriebsbatterien dieser Fahrzeuge) dient. Beispielfhaft sind aus dieser Fahrzeugflotte drei Elektrofahrzeuge 1 wiedergegeben. Diese Fahrzeuge sind kommunikationstechnisch über ein Portal PT an die Steuereinheit CO angebunden. Das Steuersystem CO hat über ein geeignetes Steuer-Backend (nicht gezeigt) Zugriff auf das Portal PT, welches wiederum mit den einzelnen Fahrzeugen 1, z.B. über SMS, kommunizieren kann. Mittels des Kommunikationswegs über das Portal PT kann ein Ladezeitfenster von dem Steuersystem CO an die einzelnen Fahrzeuge 1 übermittelt werden. Über dieses Ladezeitfenster wird der Zeitablauf des Ladevorgangs für das entsprechende Fahrzeug festgelegt. Darüber hinaus können mittels des Kommunikationswegs über das Portal an bestimmte Fahrzeuge erste Befehle B1 zum Aussetzen des Ladevorgangs der Antriebsbatterien dieser Fahrzeuge übermittelt werden, wie weiter unten näher beschrieben wird.

[0027] Zu jedem einzelnen Fahrzeug 1 der Fahrzeugflotte gehört ein Nutzer, der über ein Smartphone 2 verfügt, wobei aus Übersichtlichkeitsgründen nur ein einzelnes Smartphone angedeutet ist. Mit diesem Smartphone kann der Nutzer zum einen über das nicht gezeigte Steuer-Backend mit dem Steuersystem CO und zum anderen über das Portal PT mit seinem Fahrzeug kommunizieren. Insbesondere kann der Nutzer beim Laden der Antriebsbatterie seines Fahrzeugs über ein Stromnetz ein Ladezeitfenster spezifizieren, in dem das Laden besonders günstig ist. Das Laden der Batterie erfolgt dann bevorzugt im Ladezeitfenster. Ebenso kann er einen Abfahrtszeitpunkt sowie den Sollladezustand zum Abfahrtszeitpunkt (in der Regel 100 %) festlegen. Diese Daten werden über das Smartphone 2 sowohl an das zentrale Steuersystem CO als auch das Fahrzeug 1 des Nutzers übermittelt.

[0028] Das Steuersystem CO kommuniziert gemäß Fig. 1 auch mit einem Server SE', der zu einem Stromnetzbetreiber gehört, an dessen Stromnetz die Fahrzeuge 1 der Fahrzeugflotte bzw. deren Batterien geladen werden. Von diesem Server SE' wird bei einer Überlast im Stromnetz ein Reduktionsbefehl RB an das Steuersystem CO übermittelt. Dieser Reduktionsbefehl spezifiziert einen Leistungsbetrag LB, um den die über den Fahrzeugpool durch elektrisches Laden entnommene Leistung vermindert werden soll.

[0029] Darüber hinaus ist in der Infrastruktur der Fig. 1 ein Energiespeichersystem in der Form eines stationären Batteriespeichers SB vorgesehen, der über das Steuersystem CO mittels einer geeigneten Schnittstelle ansteuerbar ist und zu dem Betreiber des Steuersystems CO gehört. Der Batteriespeicher kann basierend auf der Steuerung über das Steuersystem CO Strom in das Stromnetz des Stromnetzbetreibers einspeisen bzw. aus dem Stromnetz entnehmen. Im Rahmen der Steuerung des Batteriespeichers werden zweite Befehle B2 von dem Steuersystem an den Batteriespeicher gesendet, wie weiter unten näher erläutert wird. Der Betreiber des Steuersystems ist z.B. der Hersteller der Fahrzeuge 1 der Fahrzeugflotte.

[0030] Ein Ziel der Infrastruktur der Fig. 1 besteht darin, dass der Stromnetzbetreiber über seinen Server SE' die Reduktionsbefehle RB an das Steuersystem CO im Falle von Überlast in seinem Stromnetz schicken kann. Daraufhin setzt das Steuersystem mittels des Aussendens von ersten Befehlen B1 an zumindest einen Teils der gerade ladenden Fahrzeuge 1 das Laden dieser Fahrzeuge für eine vorgegebene Aussetz-Zeitspanne aus, um hierdurch die Last im Stromnetz zu reduzieren. Die Aussetz-Zeitspanne ist in der hier beschriebenen Ausführungsform fest vorgegeben und liegt bei einer Stunde. Es wird dabei nur der Ladevorgang von solchen Fahrzeugen ausgesetzt, bei denen sichergestellt ist, dass nach Wiederaufnahme des Ladevorgangs nach der Zeitspanne des Aussetzens immer noch genug Zeit bis zum Abfahrtszeitpunkt verfügbar ist, um die Antriebsbatterie des entsprechenden Fahrzeugs bis zum Sollladezustand zu laden.

[0031] Da die Reaktionszeiten der Fahrzeuge auf die ersten Befehle B1 sehr unterschiedlich und unter Umständen auch sehr lange sein können, wird im Rahmen der hier beschriebenen Ausführungsform ferner die aufgenommene oder abgegebene Leistung des Batteriespeichers über die zweiten Befehle B2 angepasst, um hierdurch eine schnelles und genaues Einstellen der Leistungsreduktion auf den Leistungsbetrag LB des Reduktionsbefehls RB zu erreichen, wie nachfolgend anhand von Fig. 2 erläutert wird. Man macht sich hierbei die Erkenntnis zunutze, dass der Batteriespeicher SB seine Leistung schneller und genauer als die Fahrzeuge 1 anpassen kann.

[0032] Gemäß Schritt S1 der Fig. 2 wird im Falle einer Überlast des Stromnetzes ein Reduktionsbefehl RB mit dem entsprechenden Leistungsbetrag LB von dem Server SE' ausgesendet und in dem zentralen Steuersystem CO empfangen. Anschließend werden durch das Steuersystem diejenigen Fahrzeuge der Fahrzeugflotte ermittelt, welchen ein Aussetzen des Ladevorgangs um die vorgegebene Aussetz-Zeitspanne möglich ist, ohne dass hierdurch der entsprechende Abfahrtszeitpunkt bzw. Sollladezustand

für das Fahrzeug verändert wird. Anschließend werden gemäß Schritt S2 erste Befehle B1 an alle bzw. ggf. auch nur einen Teil der ermittelten Fahrzeuge gesendet. Wenn möglich, werden die ersten Befehle an so viele Fahrzeuge gesendet, dass durch Aussetzen des Ladevorgangs in diesen Fahrzeugen eine Verminderung der Leistungsaufnahme durch die fahrzeugseitigen Antriebsbatterien um den Leistungsbetrag LB erreicht wird. Die ersten Befehle bewirken bei Empfang in den Fahrzeugen **1** ein Aussetzen des Ladevorgangs für die vorbestimmte Aussetz-Zeitspanne in den entsprechenden Antriebsbatterien.

[0033] Um eine schnelle Verminderung der Leistung um den Leistungsbetrag LB zu erreichen, wird in Schritt S3 in vorbestimmten Zeitabständen ein Leistungswert LW durch das Steuersystem CO ermittelt. Wie bereits weiter oben erläutert, setzt sich dieser Leistungswert zusammen aus der (aktuell vorliegenden) Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der Antriebsbatterien der Fahrzeuge des Fahrzeugpools und des Batteriespeichers im Vergleich zur Gesamtleistungsaufnahme beim Aussenden der ersten Befehle B1 zuzüglich der (aktuell vorliegenden) Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der Antriebsbatterien der Fahrzeuge des Fahrzeugpools und des Batteriespeichers im Vergleich zur Gesamtleistungsabgabe beim Aussenden der ersten Befehle. Die Ermittlung des Leistungswerts LW erfolgt basierend auf Messwerten von entsprechenden Messgeräten in den Antriebsbatterien der Fahrzeuge **1** und dem Batteriespeicher SB, die von dem Steuersystem CO, z.B. aus einem Cloud-Speicher, abgerufen werden. Die Messwerte werden dabei von den Messgeräten an diesen Cloud-Speicher übertragen.

[0034] Im Rahmen einer Regelung gemäß Schritt S4 der Fig. 2 wird der Leistungswert LW auf den Leistungsbetrag LB eingestellt, wobei hierfür zweite Befehle B2 genutzt werden, die von dem Steuersystem CO zur Anpassung der Leistungsaufnahme bzw. Leistungsabgabe des Batteriespeichers an diesen gesendet werden. Mit anderen Worten stellt in dieser Regelung die Leistungsaufnahme bzw. Leistungsabgabe des Batteriespeichers die Stellgröße dar, wohingegen der regelmäßig ermittelte Leistungswert LW die Regelgröße und der Leistungsbetrag LB die Führungsgröße ist. Da im Rahmen dieser Regelung der schnell reagierende Batteriespeicher SB berücksichtigt wird, wird ein schnelles und genaues Einstellen der Verminderung der Leistung auf den Leistungsbetrag erreicht.

[0035] Die soeben beschriebene Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens greift im Rahmen der Regelung nur auf einen einzelnen Batteriespeicher SB zurück. Alternativ können jedoch auch mehrere solcher Batteriespeicher und gegebenenfalls auch andere elektrische Einheiten zur Energieerzeugung bzw. zum Energieverbrauch genutzt werden, sofern

diese eine höhere Reaktionszeit für eine Leistungsanpassung im Vergleich zu den Fahrzeugen aufweisen.

[0036] Die im Vorangegangenen beschriebenen Ausführungsformen der Erfindung weisen eine Reihe von Vorteilen auf. Insbesondere wird die Steuerung des Ladens eines Pools von Fahrzeugen über ein gemeinsames Steuersystem derart ermöglicht, dass schnell und genau auf Anforderungen eines Stromnetzbetreibers bezüglich einer Leistungsreduzierung reagiert werden kann. Dabei werden neben fahrzeugseitigen Energiespeichern auch eine oder mehrere weitere elektrische Einheiten mit schnellen Reaktionszeiten genutzt.

Bezugszeichenliste

1	Elektrofahrzeug
2	Smartphone
CO	zentrale Steuereinheit
SE, SE'	Server
SB	stationärer Batteriespeicher
PT	Portal
RB	Reduktionsbefehl
LB	Leistungsbetrag
LW	Leistungswert
B1	erste Befehle
B2	zweite Befehle

Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen (**1**), welche elektrisch an ein Stromnetz eines Stromnetzbetreibers angeschlossen sind, wobei die jeweiligen Fahrzeuge (**1**) aus dem Stromnetz Strom zum Laden eines fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Antrieb des jeweiligen Fahrzeugs (**1**) beziehen, wobei ein zentrales Steuersystem (CO) mit den jeweiligen Fahrzeugen (**1**) der Gruppe sowie mit einem Server (SE') des Stromnetzbetreibers und einer Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) über Kommunikationssignale kommunizieren kann, wobei die Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) eine oder mehrere Stromverbrauchs- und/oder Stromabgabeeinheiten (BS) umfasst, welche jeweils eine höhere Reaktionszeit für eine elektrische Leistungsanpassung in Antwort auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems (CO) und/oder eine höhere Zeitsynchronität in Bezug auf eine Uhr des zentralen Steuersystems (CO) im Vergleich zu den Fahrzeugen (**1**) aufweisen, wobei

– das zentrale Steuersystem (CO) in Antwort auf einen empfangenen Reduktionsbefehl (RB), der vom Server (SE') des Stromnetzbetreibers stammt, an zumindest einen Teil der Fahrzeuge (**1**) der Gruppe einen oder mehrere erste Befehle (B1) sendet, die ein Aussetzen des Ladens der fahrzeugseitigen Energiespeicher des zumindest einen Teils der Fahrzeuge

(1) bewirken, wobei der Reduktionsbefehl (RB) einen Leistungsbetrag festlegt, um den die Leistungsaufnahme der Gruppe von Fahrzeugen (1) am Stromnetz zu vermindern ist;

– das zentrale Steuersystem (CO) ab dem Aussenden des oder der ersten Befehle (B1) in vorgegebenen Zeitabständen einen Leistungswert (LW) ermittelt, der sich zusammensetzt aus der Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge (1) der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) im Vergleich zur Gesamtleistungsaufnahme beim Aussenden des oder der ersten Befehle (B1) zuzüglich der Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge (1) der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) im Vergleich zur Gesamtleistungsabgabe beim Aussenden des oder der ersten Befehle (B1);

– das zentrale Steuersystem (CO) über einen oder mehrere zweite Befehle (B2), die es an zumindest einen Teil der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) sendet und welche eine Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des zumindest einen Teils der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) bewirken, den Leistungswert (LW) auf den Leistungsbetrag (LB) gemäß dem Reduktionsbefehl (RB) regelt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) einen oder mehrere stationäre Energiespeicher, insbesondere einen oder mehrere Batteriespeicher, umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) einen oder mehrere elektrische Energieerzeugungsanlagen, insbesondere einen oder mehrere elektrische Generatoren, umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zentrale Steuersystem (CO) den Leistungswert (LW) über die Abfrage von Leistungsmesswerten von einem oder mehreren Messgeräten an den Ladestellen der Fahrzeuge (1) und von einem oder mehreren Messgeräten an der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) erfasst.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere Typen von elektrischen Einheiten (SB) vorhanden sind, wobei die Reaktionszeiten der elektrischen Einheiten (SB) eines jeweiligen Typs in einem anderen Wertebereich als die Reaktionszeiten der elektrischen Einheiten (SB) eines anderen Typs liegen und/oder wobei die Zeitsynchronitäten der elektrischen Einheiten (SB) eines jeweiligen Typs in einem anderen Wertebereich als die Zeitsynchronitäten der elektrischen Einheiten (SB) eines anderen Typs liegen,

wobei das zentrale Steuersystem (CO) bei der Regelung des Leistungswerts (LW) auf den Leistungsbetrag (LB) gemäß dem Reduktionsbefehl (RB) die Typen von elektrischen Einheiten (SB) in Reihenfolge der Wertebereiche hin zu kürzeren Reaktionszeiten und/oder in Reihenfolge der Wertebereiche hin zu höheren Zeitsynchronitäten berücksichtigt.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass

– für ein oder mehrere spezifische Fahrzeuge (1) der Gruppe jeweils ein Ladezeitfenster, ein Abfahrtszeitpunkt und ein Sollladezustand des fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Abfahrtszeitpunkt festgelegt sind, wobei der Ladevorgang des fahrzeugseitigen Energiespeichers des jeweiligen spezifischen Fahrzeugs (1) derart gemäß dem Ladezeitfenster erfolgt, dass ein Ladezeitkriterium erfüllt ist, so dass der Ladevorgang ganz im Ladezeitfenster liegt oder das ganze Ladezeitfenster (LF) umfasst und gleichzeitig sichergestellt ist, dass der Sollladezustand spätestens zum Abfahrtszeitpunkt erreicht ist; und

– im Falle, dass das zentrale Steuersystem (CO) einen ersten Befehl (B1) an ein spezifisches Fahrzeug (1) sendet, der Ladevorgang gemäß dem Ladezeitfenster eine vorbestimmte Zeitspanne ausgesetzt wird und ein neues Ladezeitfenster festgelegt wird, welches von dem aktuell verwendeten Ladezeitfenster abweicht, wobei der Beginn des neuen Ladezeitfensters nach der vorbestimmten Zeitspanne liegt und ansonsten der Ladevorgang gemäß dem neuen Ladezeitfenster das Ladezeitkriterium bei unverändertem Anfahrtszeitpunkt und Sollladezustand erfüllt.

7. Zentrales Steuersystem zur Steuerung des elektrischen Ladens einer Gruppe von Fahrzeugen (1), welche elektrisch an ein Stromnetz eines Stromnetzbetreibers angeschlossen sind, wobei die jeweiligen Fahrzeuge (1) aus dem Stromnetz Strom zum Laden eines fahrzeugseitigen Energiespeichers zum Antrieb des jeweiligen Fahrzeugs (1) beziehen, wobei das zentrale Steuersystem (CO) mit den jeweiligen Fahrzeugen (1) der Gruppe sowie mit einem Server (SE') des Stromnetzbetreibers und einer Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) über Kommunikationssignale kommunizieren kann, wobei die Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) eine oder mehrere Stromverbrauchs- und/oder Stromabgabeeinheiten (BS) umfasst, welche jeweils eine höhere Reaktionszeit für eine elektrische Leistungsanpassung in Antwort auf Kommunikationssignale des zentralen Steuersystems (CO) und/oder eine höhere Zeitsynchronität in Bezug auf eine Uhr des zentralen Steuersystems (CO) im Vergleich zu den Fahrzeugen (1) aufweisen, wobei das zentrale Steuersystem derart ausgestaltet ist, dass

– das zentrale Steuersystem (CO) in Antwort auf einen empfangenen Reduktionsbefehl (RB), der vom Server (SE') des Stromnetzbetreibers stammt, an zu-

mindest einen Teil der Fahrzeuge (1) der Gruppe einen oder mehrere erste Befehle (B1) sendet, die ein Aussetzen des Ladens der fahrzeugseitigen Energiespeicher des zumindest einen Teils der Fahrzeuge (1) bewirken, wobei der Reduktionsbefehl (RB) einen Leistungsbetrag festlegt, um den die Leistungsaufnahme der Gruppe von Fahrzeugen (1) am Stromnetz zu vermindern ist;

– das zentrale Steuersystem (CO) ab dem Aussenden des oder der ersten Befehle (B1) in vorgegebenen Zeitabständen einen Leistungswert (LW) ermittelt, der sich zusammensetzt aus der Verringerung der Gesamtleistungsaufnahme der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge (1) der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) im Vergleich zur Gesamtleistungsaufnahme beim Aussenden des oder der ersten Befehle (B1) zuzüglich der Erhöhung der Gesamtleistungsabgabe der fahrzeugseitigen Energiespeicher der Fahrzeuge (1) der Gruppe und der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) im Vergleich zur Gesamtleistungsabgabe beim Aussenden des oder der ersten Befehle (B1);

– das zentrale Steuersystem (CO) über einen oder mehrere zweite Befehle (B2), die es an zumindest einen Teil der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) sendet und welche eine Veränderung der Leistungsaufnahme und/oder Leistungsabgabe des zumindest einen Teils der Anzahl von elektrischen Einheiten (SB) bewirken, den Leistungswert (LW) auf den Leistungsbetrag (LB) gemäß dem Reduktionsbefehl (RB) regelt.

8. Steuersystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuersystem zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 2 bis 6 eingerichtet ist.

Es folgen 2 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

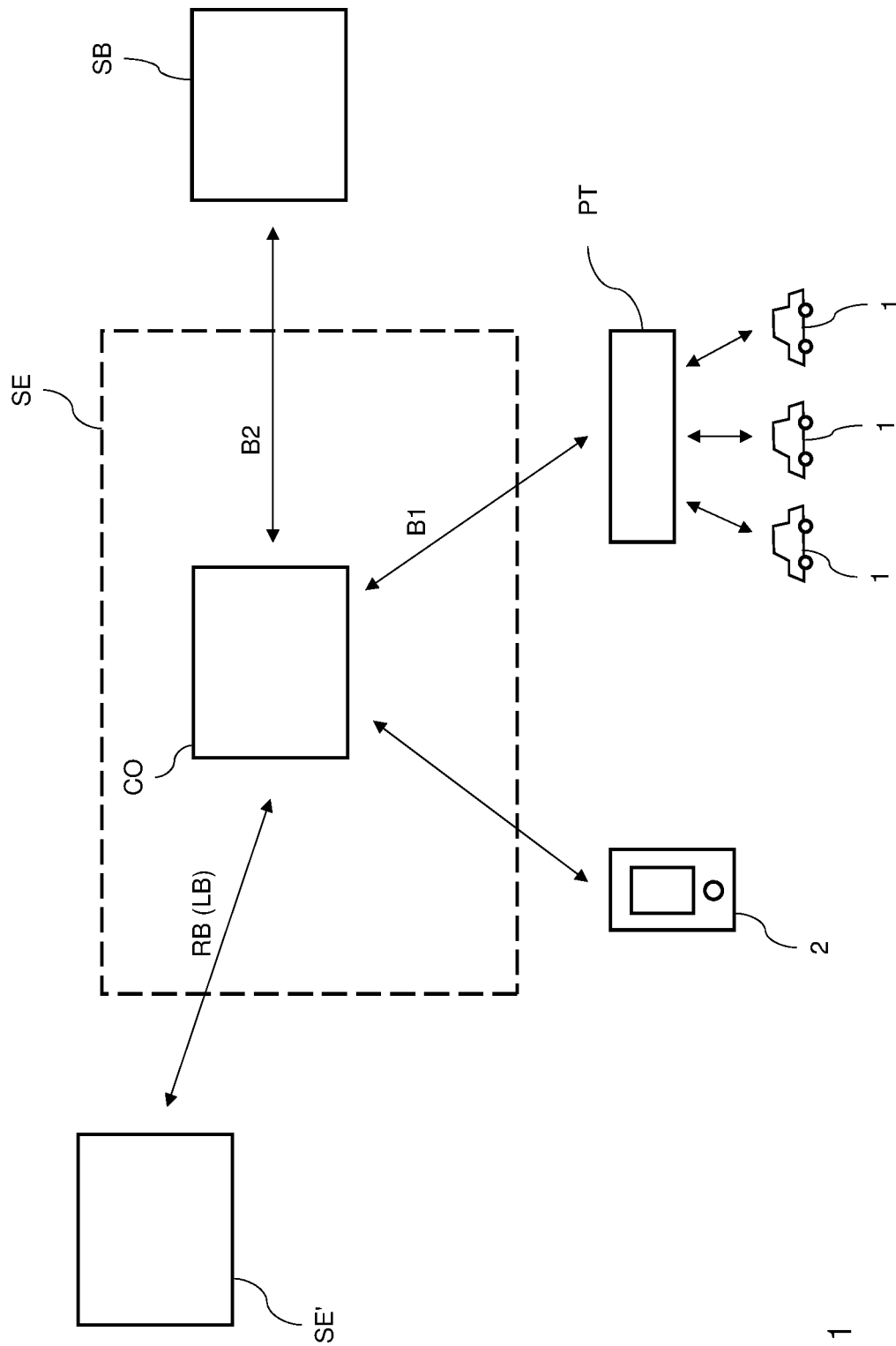


Fig. 1

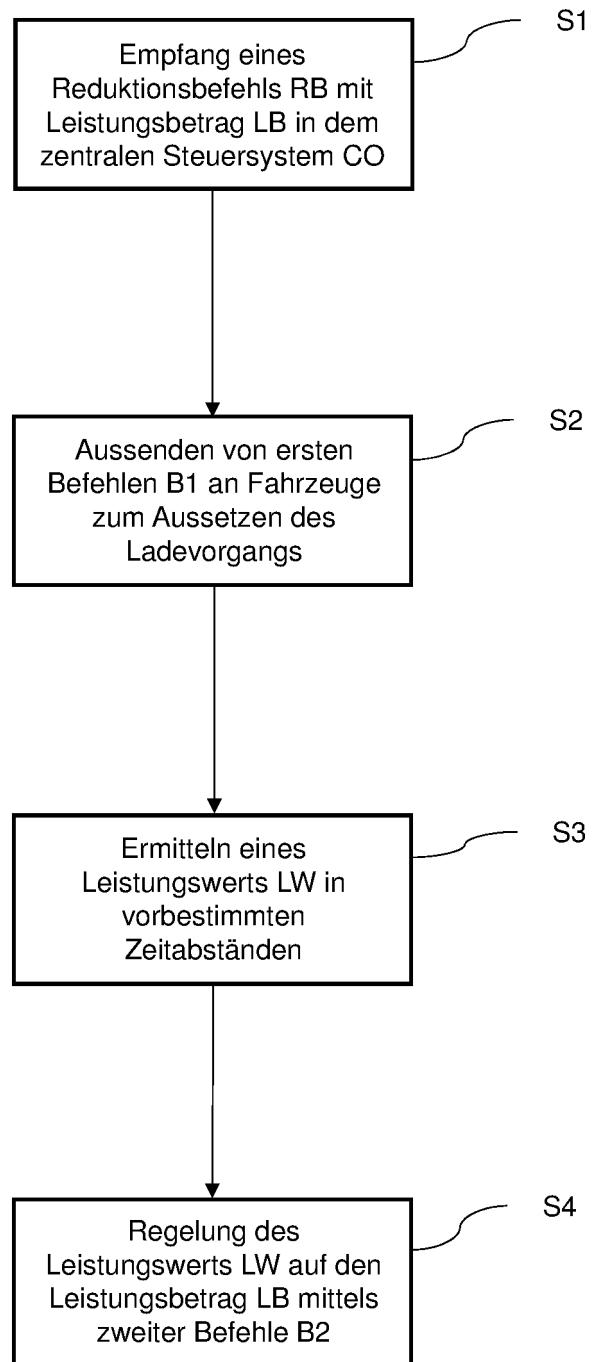


Fig. 2