

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Oktober 2011 (13.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/124298 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **B60L 11/18** (2006.01) **H02J 3/00** (2006.01) **STULLE, Markus, A.** [DE/DE]; Schleissheimer Strasse 70, 80797 München (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/000841 (74) **Anwalt: JOPPICH, Martin**; Zeppelinstr. 71-73, 81669 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 22. Februar 2011 (22.02.2011) (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
EP 10003361.2 29. März 2010 (29.03.2010) EP
EP 10004252.2 21. April 2010 (21.04.2010) EP
EP 10013728.0 18. Oktober 2010 (18.10.2010) EP
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **IFS INFORMATIONSTECHNIK GMBH** [DE/DE]; Trausnitzstrasse 8, 81671 München (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FREY, Thomas** [DE/DE]; Grossvenediger Strasse 6, 85560 Ebersberg (DE).
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR EXCHANGING ENERGY IN A CONTROLLED MANNER BETWEEN AN ELECTRICAL POWER NETWORK AND A LOAD

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM KONTROLLIERTEN ENERGIEAUSTAUSCH ZWISCHEN EINEM STROMNETZ UND EINEM VERBRAUCHER

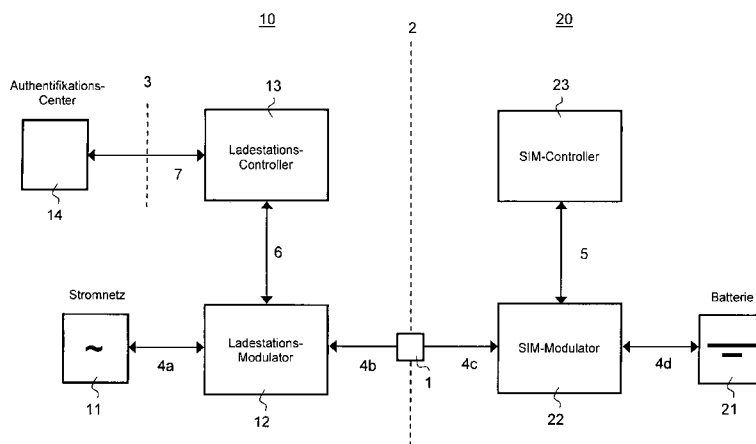


Fig. 1

- 11 Electrical power network
- 12 Charging station modulator
- 13 Charging station controller
- 14 Authentication center
- 21 Battery

(57) Abstract: The invention relates to a device and method for exchanging energy in a controlled manner between an electrical power network and a load. In order to enable a flexible and at the same time secure charging process of rechargeable batteries, a device for exchanging energy in a controlled manner between an electrical power network and a load is provided, comprising a stationary charging station for establishing an energy connection between the electrical power network and a supply point, wherein the charging station has an LS controller for sending and receiving control signals by means of a signal transmission path, and comprising a SIM station installed on the load side for establishing an energy connection between the load and said supply point, wherein the SIM station has a SIM controller for sending and receiving control signal by means of the signal transmission path, wherein the SIM controller sends a SIM identifier associated with the SIM station to the LS controller by means of the signal transmission path at time intervals, wherein the LS controller adds an amount of energy

exchanged or to be exchanged between the electrical power network and the load by means of the energy connection to an energy amount counter associated with the SIM identifier when a SIM identifier is received, and wherein the time intervals are dimensioned in such a way that the amount of energy exchanged or to be exchanged between the electrical power network and the load by means of the energy connection in a time interval is below a specified measurement resolution of the energy amount counter.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/124298 A2



CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher. Um einen flexiblen und gleichzeitig sicheren Ladevorgang von wiederauf ladbaren Batterien zu ermöglichen, ist eine Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher vorgesehen, mit einer stationären Ladestation zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem Versorgungspunkt, wobei die Ladestation einen LS-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst, mit einer verbraucherseitig installierten SIM-Station zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und dem besagten Versorgungspunkt, wobei die SIM-Station einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über die Signalübertragungsstrecke umfasst, wobei der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station zugeordnete SIM-Kennung an den LS-Controller sendet, wobei der LS-Controller bei Empfang einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und wobei die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

614-112WO

22.02.2011

Internationale Patentanmeldung

IFS Informationstechnik GmbH

5

**Vorrichtung und Verfahren zum kontrollierten
Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem
Verbraucher**

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren
zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem
Stromnetz und einem Verbraucher.

Im Zusammenhang mit der fortschreitenden Entwicklung der
15 Elektromobilität entsteht ein wachsender Bedarf an
geeigneten Vorrichtungen, die einen kontrollierten
Energieaustausch zwischen einem Energieerzeuger und einem
Energieverbraucher ermöglichen. Dies gilt insbesondere für
Vorrichtungen zum Laden von wiederaufladbaren Batterien.

20

Aus WO 2000/019580 ist ein Schutzsystem für ein Solarmodul
zum Schutz des Solarmoduls gegen Diebstahl oder gegen eine
unbefugte Nutzung bekannt. Das Solarmodul kann als
Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie
25 verwendet werden. Das Schutzsystem des Solarmoduls umfasst
eine solarmodulseitige Unterbrechungseinrichtung und eine
verbraucherseitige Freigabeeinrichtung. Zum Schutz gegen
eine unbefugte Benutzung des Solarmoduls sendet die
solarmodulseitige Unterbrechungseinrichtung der
30 verbraucherseitigen Freigabeeinrichtung über die
Energieleitung ein erstes Signal und unterbricht die
Energieübertragung der mittels des Solarmoduls erzeugten
Energie zu dem Verbraucher über die Energieleitung, wenn
die solarmodulseitige Unterbrechungseinrichtung innerhalb
35 einer ersten vorbestimmten Zeit kein zweites Signal von der

verbraucherseitigen Freigabeeinrichtung über die Energieleitung empfängt. Die verbraucherseitige Freigabeeinrichtung kann einen Chipkartenleser umfassen. Auf diese Weise kann ein der aufgenommenen Energiemenge
5 entsprechender Geldbetrag von der Chipkarte eines Benutzers sofort abbucht werden.

Eine wichtige Anwendung im Bereich der Elektromobilität sind Batterieladevorrichtungen für Elektrofahrzeuge.

10

Beim Ladevorgang von Elektrofahrzeugen müssen von der Ladestation verschiedene Parameter eingestellt werden, um die Fahrzeugbatterie mit einer bestimmten Energiemenge in einer bestimmten Zeit aufladen zu können. Zu diesen
15 Parametern zählen insbesondere die Ladespannung und der Ladestrom. Es ist grundsätzlich bekannt, diese Parameter über eine fahrzeugseitige Steuereinheit zu steuern. Aus US 5 049 802 ist hierfür eine fahrzeugseitige Funkeinheit bekannt, die Informationen über den momentanen Ladezustand
20 der Fahrzeugbatterie an die Ladestation sendet.

Die Verrechnung der gelieferten Energiemenge wird beim Ladevorgang von Elektrofahrzeugen von einem Verbrauchszähler erfasst. Bei einem Verbrauchszähler
25 handelt es sich um ein integrierendes Messgerät mit Zählwerk zur Messung der elektrischen Arbeit oder der elektrischen Energiemenge. Gleichwertige Begriffe hierfür sind Elektrizitätszähler, Stromzähler, Energiemengenzähler oder Gebührenzähler.

30

Aus DE 20 2005 012 949 U1 ist es bekannt, einen Verbrauchszähler mit einem GSM-Modul auszurüsten, um den Zählerstand des Verbrauchszählers an eine Zentrale übermitteln zu können.

35

Aus EP 2017582 A1 ist es bekannt, Steckdosen mit bargeldlosen Vorab-Bezahlungssystemen auszustatten. Unter anderem wird vorgeschlagen, Parkuhren mit derartigen Steckdosen auszurüsten, damit die Batterie eines Elektrofahrzeugs während der Parkzeit über die in der Parkuhr installierte Steckdose geladen werden kann.

In US 2008/0281663 A1 wird ein System zur Verteilung von Energiemengen zwischen einzelnen Verbrauchern beschrieben. Die Verteilung der Energiemengen erfolgt mit dem Ziel, extreme Lastspitzen im Stromnetz zu vermeiden. Auch Elektrofahrzeuge können in das System einbezogen werden, wobei der Nutzer des Elektrofahrzeugs mit einem mobilen Gerät die Möglichkeit hat, den Energieaustausch hinsichtlich bestimmter Parameter zu beeinflussen.

Beim Ladevorgang von Elektrofahrzeugen besteht ein besonderes Problem allerdings darin, dass ein einmal gestarteter Ladevorgang vor Missbrauch nicht geschützt ist. Sobald das Elektrofahrzeug unbeaufsichtigt ist, kann das Ladekabel von einer nicht befugten Person entfernt und für ein anderes Elektrofahrzeug verwendet werden.

Aus GB 2438979 A ist eine Ladesäule für Elektrofahrzeuge bekannt, bei der der Ladevorgang mit einer Nutzer-Kennung gestartet wird und bei der während des Ladevorgangs das Ladekabel in der Ladesäule mechanisch verriegelt wird. Eine derartige Ladesäule ist damit mechanisch vor Missbrauch geschützt. Der Nachteil einer derartigen Ladesäule besteht wiederum darin, dass verhältnismäßig hohe Kosten für den Aufbau eines flächendeckenden Netzes von entsprechend ausgestalteten Ladesäulen aufgewendet werden müssen.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, einen flexiblen und gleichzeitig sicheren Ladevorgang von wiederaufladbaren Batterien zu ermöglichen.

5 Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher vorgesehen, mit einer stationären Ladestation zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem Versorgungspunkt, wobei die
10 Ladestation einen Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst, und mit einer verbraucherseitig installierten SIM-Station zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und dem
15 besagten Versorgungspunkt, wobei die SIM-Station einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über die Signalübertragungsstrecke umfasst.

Die erfindungsgemäße Lösung ist dadurch gekennzeichnet,
20 dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station zugeordnete SIM-Kennung an den Ladestations-Controller sendet, dass der Ladestations-Controller bei Empfang einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die
25 Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die
30 Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

Eine wesentliche Erkenntnis der Erfindung besteht darin,
35 dass während des Energieaustauschvorgangs seitens des

Verbrauchers laufend eine SIM-Kennung an die stationäre Ladestation übertragen wird. SIM ist eine aus dem Mobilfunkbereich bekannte Abkürzung und steht für Subscriber Identification Module. In diesem Zusammenhang steht SIM für jedes denkbare Modul, das in der Lage ist, eine systemweit eindeutige SIM-Kennung zu generieren. Andere Begriffe für SIM-Kennung sind Identifikationssignal oder Subscriber Identity Number, abgekürzt SIN. Ein Modul, das die besagten Anforderungen erfüllen kann, ist zum Beispiel eine Chipkarte. Das Modul kann aber beispielsweise auch aus einem Fingerabdruck-Lesegerät bestehen.

Die stationäre Ladestation ist in diesem Zusammenhang jede Art von Übergabestelle, bei der elektrische Energie von einem Stromnetz an einen Verbraucher übertragen wird oder bei der umgekehrt elektrische Energie von einem Verbraucher in das Stromnetz eingespeist wird. Die stationäre Ladestation kann stromnetzseitig beispielsweise mit dem üblichen Hausanschluss verschaltet sein, der von einem Energieversorgungsunternehmen gegenüber einem Hausbesitzer bereitgestellt wird.

Der Verbraucher ist in diesem Zusammenhang jede Art von Betriebsmittel, das elektrische Energie benötigt oder das elektrische Energie abgibt, um eine vom Menschen gestellte Aufgabe zu erfüllen.

Der Versorgungspunkt ist in diesem Zusammenhang jede standardisierte Schnittstelle zwischen der Ladestation und dem Verbraucher.

Die SIM-Kennung ist in diesem Zusammenhang jede systemweit eindeutige Kennung, die den Verbraucher bzw. die entsprechende SIM-Station gegenüber anderen Komponenten im System identifiziert. Die SIM-Kennung kann dabei wie in

einem GSM-Netz zeitlich unveränderlich sein. Es ist aber auch möglich, dass die SIM-Kennung sich über die Zeit ändert. Entscheidend für die SIM-Kennung ist lediglich, dass andere Komponenten aufgrund der SIM-Kennung den
5 betreffenden Verbraucher bzw. die betreffende SIM-Station identifizieren dann einen entsprechenden Energiemengenzähler zuordnen können.

Im Allgemeinen kann die Erfindung für die zeitlich
10 begrenzte Energieversorgung mehrerer Verbraucher über einen dafür vorgesehenen öffentlichen Versorgungspunkt verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung kann vorzugsweise als
15 Ladevorrichtung für wiederaufladbare Batterien an dafür vorgesehenen Versorgungspunkten verwendet werden. Bei den Batterien kann es sich beispielsweise um Batterien von Elektrofahrzeugen oder um Batterien von tragbaren elektronischen Geräten handeln. Der Versorgungspunkt ist
20 dann beispielsweise eine herkömmliche 220V-Steckdose, an die verbraucherseitig ein Ladekabel zum Herstellen der Energieverbindung zur Batterie anschließbar ist.

Bei der Verwendung eines Ladekabels kann außerdem die
25 Signalübertragungsstrecke im Bereich der Steckdose mit dem Ladekabel gekoppelt sein. Die Kopplung kann auf der Technologie des sogenannten Powerline Communication Bus (PLC-BUS) basieren. Der PLC-BUS nutzt dabei die Wechselspannung des Stromnetzes als Trägersignal für die zu
30 übertragenden Steuerdaten. Damit kann das Ladekabel sowohl für die bidirektionale Energieübertragung als auch für die bidirektionale Übertragung von Steuersignalen verwendet werden. Der Vorteil der Kopplung besteht unter anderem darin, dass ein Abziehen des Ladekabels von der Steckdose
35 bereits durch eine Überwachung der

Signalübertragungsstrecke erkannt werden kann. Mit der Überwachung der Signalübertragungsstrecke kann damit auch die Funktion der Energieverbindung im Bereich der Steckdose überwacht werden.

5

Die Erfindung ermöglicht für Elektrofahrzeuge einen besonders flexiblen und sicheren Ladevorgang von wiederaufladbaren Batterien. Die mit dem Ladestrom zugeführte Energiemenge wird auf einem Energiemengenzähler verbucht, der in Abhängigkeit von der SIM-Kennung des
10 Elektrofahrzeugs ausgewählt wird. Sobald das Ladekabel von dem Elektrofahrzeug getrennt wird, wird auch der betreffende Energiemengenzähler angehalten. Beim Verbinden des Ladekabels mit einem anderen Elektrofahrzeug wird in
15 Abhängigkeit von der SIM-Kennung ein anderer Energiemengenzähler ausgewählt und gestartet. Ein Missbrauch während eines unbeaufsichtigten Ladevorgangs ist damit ausgeschlossen.

20 Mit der Erfindung können herkömmliche 220V-Systeme kostengünstig aufgerüstet werden. Es ist zum Beispiel denkbar, dass in privaten oder öffentlichen Parkgaragen entsprechende Steckdosen für Elektroautos bereitgestellt werden. Die Nutzung erfolgt durch einfaches Anschließen des
25 Ladekabels an die Steckdose. In diesem Moment wird aufgrund der SIM-Kennung der Energiemengenzähler des betreffenden Elektrofahrzeugs gestartet und gemäß der verbrauchten Energiemenge belastet. Der gesamte Vorgang der Identifikation und Gebührenzahlung kann in der gleichen
30 Weise wie in GSM-Netzen mit der gleichen Sicherheit erfolgen.

Die Erfindung ermöglicht auch eine Umkehrung des Ladevorgangs. Hierbei nutzt der Betreiber des Stromnetzes
35 die Ladekapazität der Fahrzeugbatterie. Dies ist möglich,

da jede angeschlossene Fahrzeugbatterie im Netz angemeldet und somit ansteuerbar ist. Die Summe alle angemeldeten Fahrzeugbatterien im Netz kann als großer Energiespeicher vom Netzbetreiber genutzt werden, um Lastspitzen
5 kostengünstig auszugleichen. Sobald dabei Energie aus der Fahrzeugbatterie entnommen wird, führt dies aus der Sicht des Konsumenten zu positiven Geldbeträgen, beispielsweise in Form von Rückerstattungen oder Rabatten. Wird dagegen Energie zugeführt, dann führt dies aus der Sicht des
10 Konsumenten zu negativen Geldbeträgen, beispielsweise in Form von Kontoabbuchungen.

Zum Herstellen der Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und dem Versorgungspunkt umfasst die stationäre Ladestation
15 entsprechende Gleichrichter bzw. Wechselrichter, deren Einsatz dem Fachmann geläufig ist. In entsprechender Weise können auch in der batterieseitig installierten SIM-Station zum Herstellen der Energieverbindung zwischen der Batterie und dem Versorgungspunkt entsprechende Gleichrichter bzw.
20 Wechselrichter vorgesehen sein. Falls Energie dem Stromnetz entnommen wird, dann ist ein Netzteil mit Gleichrichter erforderlich, um diese Energie der Batterie zuzuführen. Falls dagegen aus der Batterie Energie entnommen wird, dann ist ein Wechselrichter mit Netzteil erforderlich, um diese
25 Energie in das Stromnetz einzuspeisen.

Die Aufgabe der Erfindung wird in entsprechender Weise durch ein Verfahren zum Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher gelöst, bei dem über eine
30 stationäre Ladestation eine Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem Versorgungspunkt hergestellt wird, wobei die Ladestation einen Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst, und bei dem über eine
35 verbraucherseitig installierte SIM-Station eine

Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und dem besagten Versorgungspunkt hergestellt wird, wobei die SIM-Station einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über die Signalübertragungsstrecke umfasst.

5

Die erfindungsgemäße Lösung ist dadurch gekennzeichnet, dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station zugeordnete SIM-Kennung an den Ladestations-Controller sendet, dass der Ladestations-Controller bei Empfang einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

20

Die beiden erfindungswesentlichen Komponenten der Erfindung sind die SIM-Station und die stationäre Ladestation.

Bei der SIM-Station handelt es sich um eine Komponente der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher, wobei die SIM-Station zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und einem stromnetzseitigen Versorgungspunkt geeignet ist und einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst.

Die erfindungsgemäße Lösung bei der SIM-Station ist dadurch gekennzeichnet, dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-

35

Station zugeordnete SIM-Kennung zum Ansteuern eines der
SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzählers sendet, und
dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die
in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem
5 Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder
auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen
Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

Bei der stationären Ladestation handelt es sich um eine
10 Komponente der erfindungsgemäßen Vorrichtung zum
kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz
und einem Verbraucher, wobei die stationäre Ladestation zum
Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Stromnetz
und einem verbraucherseitigen Versorgungspunkt geeignet ist
15 und einen Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen
von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke
umfasst.

Die erfindungsgemäße Lösung bei der stationären Ladestation
20 ist dadurch gekennzeichnet, dass die über die
Signalübertragungsstrecke empfangenen Steuersignale eine
SIM-Kennung umfassen, die dem Verbraucher zugeordnet ist
und die in zeitlichen Abständen in den Steuersignalen
enthalten ist, dass der Ladestations-Controller bei Empfang
25 einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem
Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder
auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung
zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und dass die
zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem
30 zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem
Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder
auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen
Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

Nach einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass die Ladestation eine Ladestations-Messeinheit zum Messen der Energiemenge umfasst, die über die durch die Ladestation führende Energieverbindung ausgetauscht wird.

5 Die Ladestations-Messeinheit ist ein integrierendes Messgerät mit Zählwerk zur Messung der elektrischen Arbeit oder der Energiemenge. Die in dem Zeitintervall zwischen dem Empfang zweier SIM-Kennungen gemessene Energiemenge kann von dem Ladestations-Controller dazu verwendet werden,

10 um erfindungsgemäß die in dem Zeitintervall gelieferte Energiemenge auf denjenigen Energiemengenzähler aufzuaddieren, der der SIM-Kennung zugeordnet ist.

In entsprechender Weise ist es auch möglich, dass die

15 benötigten Energiemengen-Messwerte von der SIM-Station geliefert werden. In diesem Fall umfasst die SIM-Station eine SIM-Messeinheit zum Messen der Energiemenge, die über die durch die SIM-Station führende Energieverbindung ausgetauscht wird. Auch die SIM-Messeinheit ist ein

20 integrierendes Messgerät mit Zählwerk zur Messung der elektrischen Arbeit oder der Energiemenge. Die in dem Zeitintervall zwischen dem Senden zweier SIM-Kennungen gemessene Energiemenge kann als Messwert von der SIM-Station an die Ladestation gesendet werden. Die Versendung

25 erfolgt im Rahmen der von der SIM-Station an die Ladestation versandten Steuersignale.

Auch eine Kombination beider Ausführungsformen ist möglich. In diesem Fall befindet sich in der Ladestation eine

30 Ladestations-Messeinheit und in der SIM-Station eine SIM-Messeinheit. Wenn beispielsweise im Fall eines Batterieladevorgangs Energie vom Stromnetz zur Batterie übertragen wird, dann verfügt der Ladestations-Controller damit zum einen über einen Messwert seitens der

35 Ladestations-Messeinheit, der der insgesamt abgegebenen

Energiemenge entspricht, und zum anderen über einen Messwert seitens der SIM-Messeinheit, der der tatsächlich verbrauchten Energiemenge entspricht. Hiermit ist die Realisierung einer Zusatzsicherung möglich.

5

Zur Realisierung dieser Zusatzsicherung ist nach einer weiteren bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass die Ladestation einen ansteuerbaren Hauptschalter umfasst, der zwischen Stromnetz und Versorgungspunkt geschaltet ist.

10

Als Beispiel soll wieder ein Batterieladevorgang betrachtet werden. Wenn während dieses Ladevorgangs die von der Ladestations-Messeinheit erfassten Messwerte im Vergleich zu den von der SIM-Messeinheit erfassten und seitens des
15 SIM-Controllers gesendeten Messwerten eine vorgegebene Abweichung überschreiten, dann trennt der Ladestations-Controller die Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und dem Versorgungspunkt durch Ansteuerung des Hauptschalters. Umgekehrt ermöglicht es die Zusatzsicherung, dass mehrere
20 berechnigte Verbraucher, denen jeweils eine SIM-Kennung zugeordnet ist, gleichzeitig an einer Ladestation angeschlossen werden können.

Wenn es sich bei dem Versorgungspunkt beispielsweise um
25 eine einzelne Steckdose handelt, dann können an diese Steckdose mit einem herkömmlichen Steckdosenverteiler mehrere Verbraucher angeschlossen werden. Wenn ein unberechtigter Konsument einen Verbraucher ohne Zwischenschaltung einer SIM-Station an den
30 Steckdosenverteiler anschließt, kann der Ladestations-Controller von diesem Verbraucher keine gültigen Energiemengen-Messwerte erhalten. Als Folge davon stellt die Ladestation eine Abweichung in der Energiemengenbilanz fest und unterbricht durch Betätigen des Hauptschalters die
35 Stromversorgung für alle angeschlossenen Verbraucher.

Daraufhin wird vom Ladestations-Controller wiederholt kontrolliert (beispielsweise mit energiearmen Testströmen), ob die Energiebilanz weiterhin verletzt ist. Erst wenn die Energiemengenbilanz wieder ausgeglichen ist, wird der
5 Hauptschalter zur Übertragung größerer Energiemengen vom Ladestations-Controller wieder geschlossen.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden Figuren erläutert. Es zeigt

10

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer ersten Ausführungsform der Erfindung,

15

Fig. 2 ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 3 ein Blockschaltbild einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

20

Fig. 4 ein Blockschaltbild einer vierten Ausführungsform der Erfindung,

25

Fig. 5 den prinzipiellen Signalfluss zwischen SIM-Controller und Ladestations-Controller bei der sequenziellen Energieversorgung mehrerer Verbraucher,

30

Fig. 6 den prinzipiellen Signalfluss zwischen SIM-Controller und Ladestations-Controller bei der parallelen Energieversorgung mehrerer Verbraucher,

35

Fig. 7 ein mögliches Authentisierungsprotokoll zwischen Ladestations-Controller und SIM-Controller mit anschließendem Datenaustausch,

Fig. 8 ein mögliches Datenprotokoll mit einer Vorab-
Bezahlung nach dem Grundprinzip der digitalen
Signatur, und

5

Fig. 9 ein mögliches Datenprotokoll mit einer Danach-
Bezahlung nach dem Grundprinzip der digitalen
Signatur.

10 Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer ersten
Ausführungsform der Erfindung. Diese Ausführungsform
erstreckt sich auf eine Ladevorrichtung für eine
wiederaufladbare Batterie. Der Energiefluss ist wie bereits
beschrieben in beide Richtungen möglich. Die Wirkungspfeile
15 an dem Stromnetz 11 und an der Batterie 21 zeigen daher in
beide Richtungen.

Da die Steckdose 1 eine Schnittstelle definiert,
orientieren sich die dargestellten Komponenten der
20 Batterieladevorrichtung an der durch die Steckdose 1
gezeichneten Schnittstellenlinie 2.

Links der Schnittstellenlinie 2 befinden sich die
Komponenten der Ladestation 10 mit dem Ladestations-
25 Modulator 12, dem Ladestations-Controller 13 und dem
Authentifikations-Center (AC) 14. Da das Authentifikations-
Center 14 in der Regel für mehrere Ladestationen zuständig
ist, ist zusätzlich die Schnittstelle 3 eingezeichnet. Die
Ladestation 10 ist über das Kabel 4a mit dem Stromnetz 11
30 verbunden.

Rechts der Schnittstellenlinie 2 befinden sich die
Komponenten der SIM-Station 20 mit dem SIM-Modulator 22 und
dem SIM-Controller 23. Die SIM-Station 20 ist über das
35 Kabel 4d mit der Batterie 21 verbunden.

Das Ladekabel 4b, 4c verbindet die Ladestation 10 mit der SIM-Station 20. Der Energiefluss zwischen dem Stromnetz 11 und der Batterie 21 läuft damit über die Kabelkomponenten 5 4a, 4b, 4c, 4d, von denen die Komponenten 4b und 4c das eigentliche Ladekabel auf beiden Seiten der Steckdose 1 darstellen.

Die Energieverbindung kann im einfachsten Fall dadurch 10 hergestellt werden, indem das Ladekabel 4c in die Steckdose 1 eingesteckt wird. Zusätzlich ist es aber auch möglich, dass der Ladestations-Modulator und/oder der SIM-Modulator Leistungsschalter enthalten, die von dem Ladestations-Controller und/oder dem SIM-Controller angesteuert werden.

15

Mit dem SIM-Modulator 22 ist über die Steuerleitung 5 der SIM-Controller 23 verbunden. Der SIM-Controller 23 enthält wie das Mobiltelefon in einem GSM-Netz eine SIM-Karte (Subscriber Identity Module), auf der die SIM-Kennung 20 verschlüsselt gespeichert ist.

Auf der anderen Seite ist mit dem Ladestations-Modulator 12 über die Steuerleitung 6 der Ladestations-Controller 13 verbunden. Der Ladestations-Controller 13 übernimmt in 25 entsprechender Weise die gleichen Funktionen, die eine Basisstation zusammen mit einem Authentifikations-Center in einem GSM-Netz ausführt, um einen sich anmeldenden Benutzer im Netz zu identifizieren. Über die Schnittstelle 3 ist der Ladestations-Controller 13 daher in entsprechender Weise 30 mit dem Authentifikations-Center 14 verbunden. Das Authentifikations-Center 14 ist ein hochsicherheitsrelevanter Bereich mit wichtigen Daten aller Ladestations-Controller und SIM-Controller des Netzes und enthält unter anderem die SIM-Kennungen, die jede SIM-Karte 35 eindeutig im Netz identifizieren. Da das Authentifikations-

Center 14 sich in der Regel in einer von der Ladestation 10
entfernten Zentrale befindet, ist die Schnittstelle 3 eine
für die Fernübertragung geeignete Schnittstelle. Die
Leitung 7 kann damit beispielsweise eine ISDN-Leitung, eine
5 GSM-Leitung oder eine DSL-Leitung sein.

Die Signalübertragungsstrecke wird insgesamt durch die
Steuerleitung 5, das Ladekabel 4b, 4c und die Steuerleitung
6 gebildet. Auf den Abschnitten 4b, 4c des Ladekabels ist
10 die Signalübertragungsstrecke mit der Energieverbindung,
also hier mit dem Ladekabel, gekoppelt.

Sobald die Signalübertragungsstrecke zwischen dem
Ladestations-Modulator 12 und dem SIM-Modulator 22 über das
15 Ladekabel 4b, 4c hergestellt ist, sendet der SIM-Controller
23 die SIM-Kennung aus. Der SIM-Modulator 22 moduliert die
SIM-Kennung auf das Ladekabel 4b, 4c. In entsprechender
Weise demoduliert der Ladestations-Modulator die SIM-
Kennung und leitet die SIM-Kennung an den Ladestations-
20 Controller 13 weiter. Die Übertragung der SIM-Kennung vom
SIM-Controller 23 zum Ladestations-Controller 13 läuft
dabei stets verschlüsselt ab. Hierdurch wird verhindert,
dass die SIM-Kennung auf der Signalübertragungsstrecke,
insbesondere auf der Strecke 4b, 4c des Ladekabels, von
25 einer unbefugten Person abgegriffen und danach für
unbefugte Zwecke verwendet werden kann.

Der Ladestations-Controller 13 verifiziert in einem ersten
Schritt die SIM-Kennung über das Authentifikations-Center
30 14. Handelt es sich um einen im System registrierten
Benutzer, dann schaltet der Ladestations-Controller 13 über
Leistungsschalter die Energieverbindung zwischen dem
Stromnetz 11 und der Batterie 21 frei und steuert außerdem
einen Energiemengenzähler an, der der SIM-Kennung
35 zugeordnet ist. Die zu dem Energiemengenzähler zugehörige

Messeinheit kann sich an einer beliebigen Stelle auf der Leitung 4a, 4b, 4c, 4d zwischen dem Stromnetz 11 und der Batterie 21 befinden, beispielsweise im Ladestations-Modulator 12 oder in der Steckdose 1. Das Zählwerk des
5 Energiemengenzählers, aufgrund dessen dann die Stromgebühren für die verbrauchte Energiemenge berechnet werden, befindet sich dagegen vorzugsweise im Authentifikations-Center 14 und wird dort zentral verwaltet. Falls Energie vom Stromnetz 11 der Batterie 21
10 zugeführt wird, dann wird der Zählerstand in dem Energiemengenzähler erhöht. Falls dagegen Energie aus der Batterie 21 entnommen und umgekehrt dem Stromnetz 11 zugeführt wird, dann wird der Zählerstand in dem Energiemengenzähler erniedrigt.

15

Der SIM-Controller 23 sendet während des Ladevorgangs laufend die SIM-Kennung in kurzen zeitlichen Abständen. Sobald der Ladestations-Controller 13 die SIM-Kennung nicht mehr empfängt, wird die Ansteuerung des entsprechenden
20 Energiemengenzählers gestoppt. Dies kann im einfachsten Fall dadurch geschehen, indem das Ladekabel 4c aus der Steckdose 1 gezogen wird. Es ist aber auch möglich, dass der Benutzer mit dem SIM-Controller 23 über weitere Telekommunikationsmittel verbunden ist und damit die
25 Aussendung der SIM-Kennung beeinflussen kann. In der gleichen Weise ist es möglich, dass der Benutzer über den SIM-Controller 23 einen Leistungsschalter ansteuert, der sich im SIM-Modulator 22 befindet, um die Stromzufuhr zu unterbrechen. Schließlich ist es auch möglich, dass der
30 Benutzer vom SIM-Controller 23 zum Ladestations-Controller 13 Steuersignale sendet, die im Ladestations-Controller eine Schaltaktion auslösen, sodass über im Ladestations-Modulator 12 befindliche Leistungsschalter die Stromzufuhr unterbrochen wird.

35

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer zweiten Ausführungsform der Erfindung. Auch diese Ausführungsform erstreckt sich auf eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie. Die zweite Ausführungsform ist dabei prinzipiell mit der ersten Ausführungsform identisch, sodass gleiche Komponenten auch mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet sind. Mit den zusätzlich eingezeichneten Komponenten kann die Ladevorrichtung der zweiten Ausführungsform von mehreren Konsumenten gleichzeitig benutzt werden. Eine derartige Ladevorrichtung kann demnach als öffentliche Steckdose für die verschiedensten Ladevorgänge eingesetzt werden.

Es besteht bereits jetzt ein Bedarf an öffentlichen Steckdosen, um wiederaufladbare Batterien aufzuladen. Das Problem bei öffentlichen Steckdosen ist die Abrechnung der zur Verfügung gestellten Energiemenge. In Bibliotheken werden öffentliche Steckdosen zum Betreiben von tragbaren Computern in der Regel kostenlos zur Verfügung gestellt. Die hiermit verbundenen Stromkosten müssen dann vom Bibliotheksbetreiber getragen werden. Die Bereitstellung von öffentlichen Steckdosen in Parkgaragen für Elektroautos scheitert bisher daran, dass die verbrauchte Energiemenge nicht abrechenbar ist. Bei den hier verbrauchten Energiemengen ist es für einen Parkgaragenbetreiber im Gegensatz zu einem Bibliotheksbetreiber nicht mehr akzeptabel, dass die öffentlichen Steckdosen wie in einer Bibliothek kostenlos zur Verfügung gestellt werden.

Die zweite Ausführungsform gemäß Fig. 2 stellt eine Lösung dieses Problems dar.

Bei der Steckdose 1 soll es sich demnach um eine öffentliche Steckdose handeln, die von einem Parkgaragenbetreiber für das Laden der Batterien von

Elektroautos zur Verfügung gestellt wird. Die Steckdose 1 ist dabei als Dreifachstecker mit den einzelnen Steckdosen 1a, 1b und 1c ausgeführt. An der Steckdose 1 können demnach drei Elektroautos gleichzeitig angeschlossen werden. In
5 Fig. 2 ist nur ein angeschlossenes Elektroauto dargestellt, wobei die Komponenten rechts von der Schnittstellenlinie 2 in dem Elektroauto verbaut sind, also die SIM-Station 20, die Batterie 21 und der Chipkarten-Leser 24 mit einer Chipkarte 25.

10

Die Komponenten zwischen der Schnittstellenlinie 2 und der Schnittstellenlinie 3 sind im Technikraum der Parkgarage verbaut. Standardmäßig verfügt der Technikraum über einen Hausanschluss zum Stromnetz 11, wobei der Stromverbrauch
15 über einen Elektrizitätszähler 16 in der üblichen Weise abgerechnet wird. Die 220V-Stromversorgung der Parkgarage erfolgt über den Strang 9.

Ausgehend von dieser Infrastruktur ist es leicht möglich,
20 die Komponenten für die erfindungsgemäße Ladevorrichtung nachzurüsten. Hierzu werden hinter dem Haushaltszähler 16 ein Abzweig 17, ein ansteuerbarer Leistungsschalter 18 und die Ladestation 10 vorgesehen. Die Ladestation 10 kann sich dabei in einem Gehäuse befinden, das eine vergleichbare
25 Größe wie das Gehäuse des handelsüblichen Elektrizitätszählers 16 aufweist. Die Ladestation 10 ist auf der Stromnetzseite über das Kabel 4a mit dem Leistungsschalter 18 und auf der Steckdosenseite mit der Steckdose 1 über das Kabel 4b verbunden.

30

Der Leistungsschalter 18 wird über die Steuerleitung 8 vom Ladestations-Controller 13 angesteuert. Der Leistungsschalter 18 kann dabei auch im Gehäuse der Ladestation 10 integriert sein.

35

Zum Betreiben der Ladestation 10 muss die Ladestation 10 danach lediglich noch an die Telekommunikationsleitung 7 angeschlossen werden, wobei die Telekommunikationsleitung 7 die Ladestation 10 mit dem entfernt gelegenen
5 Authentifikations-Center 14 verbindet.

Bei der Beschreibung der ersten Ausführungsform gemäß Fig. 1 wurde es offen gelassen, auf welche Weise die Energiemenge bestimmt wird, die laufend auf den der SIM-
10 Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert wird. Bei der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 2 sind für diesen Zweck eine Ladestations-Messeinheit 19 in der Ladestation 10 und eine SIM-Messeinheit 29 in der SIM-Station 20 vorgesehen.

15 Bei der Ladestations-Messeinheit 19 und der SIM-Messeinheit 29 handelt es sich jeweils um ein integrierendes Messgerät mit Zählwerk zur Messung der elektrischen Arbeit oder der Energiemenge. Für derartige Messgeräte sind entsprechende
20 integrierte Schaltkreise verfügbar. Von außen werden diese Schaltkreise mit Spannungsteiler-Shunts und Stromwandlern beschaltet. Stromwandler sind Bausteine, die einen Strom in eine dazu proportionale Spannung wandeln, wie z.B. Hall-Sensoren bei Wechsel- und/oder Gleichströmen oder Miniatur-
25 Trafos bei reinen Wechselströmen. Die anliegenden Werte für den gelieferten Strom und die gelieferte Spannung werden in dem Schaltkreis über Analog-Digital-Wandler einer Recheneinheit zur Berechnung der momentan verbrauchten Leistung zugeführt. Das integrierende Zählwerk addiert alle
30 berechneten Leistungswerte über die Zeit auf und liefert damit einen digitalen Wert für die abgegebene Energiemenge.

Die in dem Authentifikations-Center 14 befindlichen Energiemengenzähler, auf die in Abhängigkeit von der SIM-
35 Kennung die Energiemengen laufend aufaddiert werden, sind

als Positionen 15 und 15' dargestellt. Da von dem Ladestations-Controller 13 die digitalen Werte der jeweiligen Energiemenge bereits bereitgestellt werden, handelt es sich bei den Energiemengenzählern 15 und 15' um
5 reine Zählwerke ohne weitere Messfunktion. Die Zählwerke können beispielsweise als digitale Konten auf einer Datenverarbeitungsanlage vom Authentifikations-Center 14 verwaltet werden, wobei eine monatliche Abrechnung gegenüber dem jeweiligen Konsumenten ähnlich wie bei
10 Mobiltelefonen im GSM-Netz erfolgt.

Fahrzeugseitig ist die SIM-Station über die Leitung 17 mit einem Chipkarten-Leser 24 verbunden, dem eine SIM-Karte 25 zugeführt werden kann. Hauptaufgabe der SIM-Karte 25 ist
15 die Authentifikation der SIM-Station 20 gegenüber dem Authentifikations-Center 14. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass sich der Nutzer selbst gegenüber der SIM-Karte 25 mit seiner Personal Identification Number (PIN) identifiziert. Neben der Authentifikation kann die SIM-
20 Karte 25 auch noch für verschiedene andere Dienste genutzt werden, insbesondere für die Protokollierung der einzelnen Ladevorgänge.

Für die Ausführung des Chipkarten-Lesers 24 sind
25 verschiedene Varianten denkbar. Eine Variante besteht darin, dass der Chipkartenleser 24 im Gehäuse der SIM-Station 20 integriert ist, wobei das Gehäuse der SIM-Station nicht größer sein muss als das Gehäuse eines einfachen Dreifach-220V-Verteilers.

30 Eine andere Variante besteht darin, dass das Mobiltelefon des betreffenden Konsumenten einschließlich der in dem Mobiltelefon bereits vorhandenen SIM-Karte für die SIM-Station 20 verwendet wird. Die Verbindung 17 kann dabei
35 leitungsgebunden (z.B. USB) oder alternativ drahtlos (z.B.

GSM bzw. W-LAN für längere Distanzen oder Blue-Tooth für kürzere Distanzen) ausgeführt sein. Die SIM-Kennung wird dabei über die Verbindung 17 vom Mobiltelefon an den SIM-Controller 23 verschlüsselt übertragen. Bei dieser Variante
5 ist es möglich, dass das bereits verfügbare Authentifikations-Center des GSM-Betreibers zusätzlich auch vom Stromnetzbetreiber genutzt wird, indem der GSM-Betreiber die Energiemengenzähler 15 und 15' im Auftrag des Stromnetzbetreibers verwaltet. Der Konsument erhält dann
10 mit seiner monatlichen Mobilfunkrechnung die darin integrierte Rechnung für die verbrauchten Energiemengen an öffentlichen Steckdosen.

Der Ladestations-Modulator 12 und der SIM-Modulator 22
15 basieren vorzugsweise auf der bereits etablierten Technologie des sogenannten Powerline Communication Bus (PLC-BUS). Der PLC-BUS nutzt dabei die Wechselspannung des Stromnetzes als Trägersignal für die zu übertragenden Steuerdaten. Damit kann das Ladekabel 4b, 4c sowohl für die
20 bidirektionale Energieübertragung als auch für die bidirektionale Übertragung von Steuersignalen verwendet werden.

Ohne Beschränkung der Allgemeinheit wird der Energiefluss
25 im Folgenden nur in eine Richtung, also von dem Stromnetz 11 zur Batterie 21, beschrieben. Alle Beschreibungen gelten in entsprechender Weise aber auch für die bereits erwähnte umgekehrte Richtung des Energieflusses, also von der Batterie 21 zum Stromnetz 11.

30 Die Wirkungspfeile von dem Stromnetz 11 zur Batterie 21 sind demnach einseitig eingezeichnet, weil ein Energiefluss hier nur in einer Richtung vom Stromnetz 11 zur Batterie 21 angenommen wird. Unabhängig davon werden über das Ladekabel
35 4b, 4c, also zwischen der Ladestation 10 und der SIM-

Station 20, allerdings immer auch bidirektionale Steuersignale übertragen. Die Wirkungspfeile zeigen daher auf dieser Teilstrecke in beide Richtungen.

5 Sobald durch Einstecken des Ladekabels 4c in die Steckdose 1a die Signalübertragungsstrecke zwischen der SIM-Station 20 und der Ladestation 10 hergestellt ist, findet zunächst die Authentifizierung der SIM-Station 20 in der gleichen
10 Weise statt, wie dies bereits bei der ersten Ausführungsform beschrieben wurde. Danach wird von der Ladestation 10 der Leistungsschalter 18 zum Herstellen der Energieverbindung geschlossen.

Gleichzeitig ist es allerdings nunmehr möglich, dass die
15 Batterien von zwei weiteren Elektroautos an die Steckdosen 1b und 1c angeschlossen werden. Um dabei einen Missbrauch auszuschließen, findet in dem Ladestations-Controller 13 ein Abgleich der gemessenen Energiemengen statt.

20 Die von dem Stromnetz 11 über die Leitung 4a gelieferte Energiemenge wird zunächst von der Ladestations-Messeinheit 19 gemessen und über die Leitung 6a an den Ladestations-Controller weitergeleitet.

25 Die von jedem Elektroauto zum Laden der jeweiligen Batterie 21 verbrauchte Energiemenge wird darüber hinaus von jeder SIM-Messeinheit 29 gemessen und über die Leitung 5a an den SIM-Controller 23 weitergeleitet. Mit jeder Übertragung einer SIM-Kennung überträgt der SIM-Controller 23 auch den
30 Wert der seit der letzten Übertragung gemessenen Energiemenge an den Ladestations-Controller 13. Im Ladestations-Controller 13 kann damit quasi laufend ein Abgleich der gemessenen Energiemengen stattfinden. Sobald eine vorgegebene Abweichung überschritten wird, steuert der
35 Ladestations-Controller 13 über die Steuerleitung 8 den

Leistungsschalter 18 an und unterbricht die Stromversorgung für alle an der öffentlichen Steckdose 1 angeschlossenen Verbraucher. Der Ladestations-Controller 13 und der Ladestations-Modulator 12 verfügen dabei über eine vom
5 Leistungsschalter 18 unabhängige Stromversorgung. Daraufhin wird vom Ladestations-Controller 13 wiederholt kontrolliert (beispielsweise mit energiearmen Testströmen), ob die Energiebilanz weiterhin verletzt ist. Erst wenn die Energiemengenbilanz wieder ausgeglichen ist, wird der
10 Hauptschalter 18 zur Übertragung größerer Energiemengen vom Ladestations-Controller 13 wieder geschlossen.

Die Ursache für die Überschreitung der Abweichung kann insbesondere darin liegen, dass ein Verbraucher an eine der
15 Steckdosen 1a, 1b und 1c angeschlossen wurde, der sich nicht authentifizieren konnte. In diesem Fall wird an die SIM-Controller der übrigen Verbraucher, die vom System bereits authentifiziert waren, eine Nachricht gesendet. Diese Nachricht kann in geeigneter Weise an die
20 betreffenden Konsumenten weitergeleitet werden, beispielsweise durch eine SMS-Nachricht auf das Mobiltelefon des betreffenden Konsumenten. Zusätzlich ist es auch denkbar, dass vor Ort an der öffentlichen Steckdose ein Alarm ausgelöst wird, um unbefugte Konsumenten davon
25 abzuhalten, die öffentliche Steckdose ohne Zwischenschaltung einer SIM-Station zu nutzen oder die bestimmungsgemäße Nutzung der öffentlichen Steckdose zu stören.

30 Falls der Ladestations-Controller 13 dagegen Abweichungen feststellt, die unterhalb der vorgegebenen Abweichung liegen, dann werden die Verbrauchswerte der einzelnen Verbraucher proportional so verteilt, dass die an die Energiemengenzähler 15, 15' gesendeten Messwerte in der

Summe mit der von der Ladestations-Messeinheit 19 gemessenen Energiemenge übereinstimmen.

Durch die Bereitstellung der öffentlichen Steckdose 1
5 entstehen für den Parkhausbetreiber zunächst höhere Stromkosten, die über den Elektrizitätszähler 16 abgerechnet werden. Zur Rückerstattung dieser Kosten verwaltet das Authentifikations-Center 14 daher innerhalb der Energiemengenzähler 15, 15' auch einen
10 Energiemengenzähler für die Ladestation 10, sodass der Stromnetzbetreiber eine monatliche Abrechnung gegenüber dem Parkhausbetreiber vornehmen kann. Um für den Parkhausbetreiber einen Anreiz zur Installation der öffentlichen Steckdose zu schaffen, wird der
15 Rückerstattungsbetrag dabei über dem tatsächlich verbrauchten Betrag liegen. Auch entsprechende Rabattsysteme ähnlich wie bei der Installation von Solarmodulen sind denkbar.

20 Fig. 3 zeigt ein Blockschaltbild einer dritten Ausführungsform der Erfindung. Wie die erste und die zweite Ausführungsform erstreckt sich auch die dritte Ausführungsform auf eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie. Die dritte Ausführungsform
25 stellt allerdings eine Variante der ersten und zweiten Ausführungsform dar, bei der die Übertragung der Steuersignale abseits vom Ladekabel 4b, 4c erfolgt.

Für die Übertragung der Steuersignale zwischen dem
30 Ladestations-Controller 13 und dem SIM-Controller 23 ist eine von dem Ladekabel 4b, 4c getrennte Signalübertragungsstrecke 5 vorgesehen. Die Signalübertragungsstrecke 5 kann dabei leitungsgebunden (z.B. USB) oder alternativ drahtlos (z.B. W-LAN für längere

Distanzen oder Blue-Tooth für kürzere Distanzen) ausgeführt sein.

In der Steckdose 1 sind die Messeinheit des
5 Energiemengenzählers und ein Leistungsschalter integriert. Die in Fig. 2 beschriebenen Signale über die Leitungen 6a und 8 werden jetzt über die zwischen der Steckdose 1 und dem Ladestations-Controller 13 verlegte Leitung 6b übertragen.

10

Alle übrigen Funktionsabläufe der ersten Ausführungsform und der zweiten Ausführungsform lassen sich auf die dritte Ausführungsform übertragen. Alternativ ist es bei der dritten Ausführungsform allerdings auch denkbar, dass die
15 Energie zwischen dem Stromnetz 11 und der Batterie 21 drahtlos übertragen wird. Weitere Einzelheiten zur drahtlosen Energieübertragung werden im Zusammenhang mit der vierten Ausführungsform beschrieben.

20 Fig. 4 zeigt ein Blockschaltbild einer vierten Ausführungsform der Erfindung. Auch die vierte Ausführungsform erstreckt sich auf eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie. Entsprechend zur zweiten Ausführungsform ist in der Ladestation 10 eine
25 Ladestations-Messeinheit und in der SIM-Station 20 eine SIM-Messeinheit vorgesehen. Die vierte Ausführungsform unterscheidet sich von der zweiten Ausführungsform allerdings wiederum dadurch, dass die Steuersignale abseits von dem Ladekabel 4b, 4c übertragen werden. Die
30 Steuersignale werden demnach nicht mehr wie in Fig. 2 dargestellt über die Leitungen 5, 4c, 4b und 6, sondern direkt über die getrennte Signalübertragungsstrecke 5 übertragen. Auch hier kann die Signalübertragungsstrecke 5 leitungsgebunden (z.B. USB) oder alternativ drahtlos (z.B.

W-LAN für längere Distanzen oder Blue-Tooth für kürzere Distanzen) ausgeführt sein.

Alle übrigen Funktionsabläufe der zweiten Ausführungsform
5 lassen sich auf die vierte Ausführungsform übertragen.
Alternativ ist es bei der vierten Ausführungsform
allerdings auch denkbar, dass die Energie zwischen dem
Stromnetz 11 und der Batterie 21 drahtlos übertragen wird.
Für die drahtlose Energieübertragung kommen insbesondere
10 induktive Prinzipien in Betracht. Beispielsweise kann sich
in einer Parkgarage in der Mitte eines Stellplatzes ein
Versorgungspunkt 1 befinden, der aus einer Primärspule
besteht, die im Boden eingelassen ist. Am Unterbau des
darüber stehenden Elektrofahrzeugs befindet sich eine
15 Sekundärspule, die die aufgenommene Energie über die SIM-
Messeinheit 29 an die Batterie 21 abgibt. Die
Energieverbindung 4c ist damit drahtlos ausgeführt. Der
Versorgungspunkt 1 kann sich auch über mehrere Stellplätze
erstrecken, sodass über die Wirkungspfeile 1a, 1b und 1c
20 gleichzeitig Energie an mehrere Elektrofahrzeuge abgegeben
werden kann. Die Erfassung des Energiemengenverbrauchs
erfolgt dabei wie in der zweiten Ausführungsform bereits
beschrieben über die in den SIM-Stationen befindlichen SIM-
Messeinheiten 29. Mit jeder Übertragung einer SIM-Kennung
25 wird auch die von der SIM-Messeinheit 29 gemessene
Energienmenge an den Ladestations-Controller 13 gesendet.
Bei Empfang einer SIM-Kennung addiert der Ladestations-
Controller 13 die über die SIM-Station 23 gelieferte
Energienmenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten
30 Energiemengenzähler auf. Eine missbräuchliche
Energieabnahme wird wie in der zweiten Ausführungsform
bereits beschrieben über einen in dem Ladestations-
Controller 13 stattfindenden Energiemengenabgleich
verhindert, indem bei einer Verletzung der
35 Energiemengenbilanz der Hauptschalter 18 geöffnet und die

Energieübertragung über den Versorgungspunkt 1 unterbrochen wird.

Auch im Rahmen der drahtlosen Energieübertragung ist es
5 denkbar, dass die Signalübertragungsstrecke im Bereich des
Versorgungspunkts 1 mit der Energieverbindung gekoppelt
ist. Die Steuersignale werden dann unter Einsatz
entsprechender Modulatoren zwischen dem SIM-Controller 23
und dem Versorgungspunkt 1 drahtlos und zwischen dem
10 Versorgungspunkt 1 und dem Ladestations-Controller 13 über
das Ladekabel 4b übertragen. Ähnlich wie bei der bereits
beschriebenen Kopplung zwischen Signalübertragungsstrecke
und Ladekabel besteht der Vorteil der Kopplung darin, dass
ein Wegfahren des Elektrofahrzeugs vom Versorgungspunkt
15 bereits durch eine Überwachung der
Signalübertragungsstrecke erkannt werden kann. Mit der
Überwachung der Signalübertragungsstrecke kann somit die
Position des Elektrofahrzeugs und damit auch die Funktion
der Energieverbindung im Bereich des Versorgungspunkts 1
20 überwacht werden.

Fig. 5 zeigt den prinzipiellen Signalfluss zwischen SIM-
Controller und Ladestations-Controller bei der
sequenziellen Energieversorgung mehrerer Verbraucher. Bei
25 den Verbrauchern kann es sich beispielsweise um
wiederaufladbare Batterien handeln. Zunächst wird der
Verbraucher 1 zum Zeitpunkt t_1 an eine öffentliche
Steckdose angeschlossen und zum Zeitpunkt t_2 wieder von der
öffentlichen Steckdose getrennt. Vom Stromnetz 11 wird in
30 dem Zeitraum t_2-t_1 die Energiemenge bereitgestellt, die der
Fläche unter dem trapezförmigen Verlauf in dem Leistungs-
Zeit-Diagramm zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2
entspricht.

Unmittelbar nach dem Zeitpunkt t_1 erfolgt zunächst die Authentisierung des Verbrauchers 1. Danach sendet der SIM-Controller 23 des Verbrauchers 1 in zeitlichen Abständen Δt über die Signalübertragungsstrecke 5 an den Ladestations-Controller 13 die der SIM-Station zugeordnete SIM-Kennung. Bei Empfang einer SIM-Kennung addiert der Ladestations-Controller 13 die in dem zeitlichen Abstand Δt an den Verbraucher 1 gelieferte Energiemenge auf den Energiemengenzähler 15 auf, wobei der Energiemengenzähler 15 der SIM-Kennung des Verbrauchers 1 zugeordnet ist. Die Addition kann auch erst in dem Ladestations-Controller 13 zwischengespeichert werden. Diese Zwischenspeicherung hat die gleiche Wirkung wie das direkte Aufaddieren auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler. Nach Beendigung der Energieübertragung wird dann zum Zeitpunkt t_2 die zunächst zwischengespeicherte und jetzt bereits insgesamt aufaddierte Energiemenge auf den Energiemengenzähler 15 des Verbrauchers 1 aufaddiert.

Der zeitliche Abstand Δt bestimmt die Messauflösung des Energiemengenzählers 15. Unter der Messauflösung wird dabei die kleinste anzeigbare Änderung bei der Anzeige der Energiemenge auf einem Energiemengenzähler verstanden. Wenn es sich bei den Energiemengenzählern 15, 15' um geeichte Messgeräte handelt, ist die Messauflösung in der Regel aufgrund gesetzlicher Vorgaben vorgegeben, wobei die einzuhaltende Messauflösung wiederum eine Funktion des Zählerstands sein kann.

Die zeitlichen Abstände Δt werden von der erfindungsgemäßen Ladevorrichtung derart bemessen, dass die in einem zeitlichen Abstand Δt über die SIM-Station gelieferte Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt. Die vorgegebene Messauflösung entspricht dabei vorzugsweise der Messauflösung aufgrund

gesetzlicher Vorgaben. Auf der anderen Seite ist es nicht erforderlich, die zeitlichen Abstände Δt deutlich unterhalb der gesetzlichen Vorgaben zu bemessen, da dann die Rechenkapazitäten der SIM-Controller 23, 23' und des Ladestations-Controllers 13 unnötig belastet werden bzw. durch zusätzlich erforderliche Rechenkapazitäten unnötige Kosten entstehen. Man kann davon ausgehen, dass mit den üblicherweise verfügbaren Rechenkapazitäten zeitliche Abstände Δt in einem Bereich von einigen Zehntel-Sekunden zu noch vertretbaren Kosten realisiert werden können. Zur Optimierung ist es auch denkbar, dass die zeitlichen Abstände Δt nicht regelmäßig, sondern von SIM-Kennung zu SIM-Kennung variabel ausgelegt und adaptiv berechnet werden. Es ist auch denkbar, dass die in den zeitlichen Abständen Δt gemessenen Energiemengen durch geeignete Algorithmen über die Zeit interpoliert und/oder gefiltert werden. Insgesamt entsprechen dabei die Zusammenhänge zwischen dem tatsächlichen Energiemengenverbrauch der jeweiligen Verbraucher und dem vom Ladestations-Controller 13 erfassten Energiemengenverbrauch den Gesetzmäßigkeiten zwischen einem analogen Messsignal und den durch einen Analog-Digital-Wandler einem Prozessor zugeführten digitalen Messwerten. Die zeitlichen Abstände Δt entsprechen dabei dann der Abtastrate des Analog-Digital-Wandlers. Alle aus der Messtechnik bekannten Gesetzmäßigkeiten zur Behandlung von analog zu digital gewandelten Messwerten sind daher auf die von dem Ladestations-Controller verwalteten Energiemengen-Messwerte entsprechend anwendbar, wie beispielsweise die Anti-Aliasing-Filterung, die Bemessung der Abtastrate oder die Prädiktion zukünftiger Messwerte.

Zum Zeitpunkt t_3 wird der Verbraucher 2 an die öffentliche Steckdose angeschlossen und wird zum Zeitpunkt t_4 von der öffentlichen Steckdose wieder getrennt. Vom Stromnetz 11

wird in dem Zeitraum t_4-t_3 dabei die Energiemenge bereitgestellt, die der Fläche unter dem trapezförmigen Verlauf in dem Leistungs-Zeit-Diagramm zwischen den Zeitpunkten t_3 und t_4 entspricht. Die Übertragung der SIM-Kennungen von Verbraucher 2 erfolgt über die
5 Signalübertragungsstrecke 5'. Die gemessenen Energiemengen werden vom Ladestations-Controller 13 auf den Energiemengenzähler 15' aufaddiert. Ansonsten ist der Funktionsablauf zu dem bereits mit Bezug zum Verbraucher 1
10 beschriebenen Funktionsablauf identisch.

Fig. 6 zeigt den prinzipiellen Signalfluss zwischen SIM-Controller und Ladestations-Controller bei der parallelen Energieversorgung mehrerer Verbraucher. Bei den
15 Verbrauchern kann es sich beispielsweise um wiederaufladbare Batterien handeln. Der Unterschied zu dem in Fig. 5 dargestellten Signalfluss besteht darin, dass der Verbraucher 1 und der Verbraucher 2 zum Zeitpunkt t_1 über einen Verteilerstecker gleichzeitig an die öffentliche
20 Steckdose angeschlossen werden. Beide Verbraucher werden zum Zeitpunkt t_4 auch gleichzeitig wieder von der öffentlichen Steckdose getrennt. Vom Stromnetz 11 wird in dem Zeitraum t_4-t_1 dabei die Energiemenge bereitgestellt, die der Fläche unter dem trapezförmigen Verlauf in dem
25 Leistungs-Zeit-Diagramm zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_4 entspricht. Seitens des Stromnetzes 11 kann dabei nicht unterschieden werden, ob die Energiemenge an den Verbraucher 1 oder an den Verbraucher 2 geliefert wird. Die Unterscheidung erfolgt dadurch, dass in den SIM-Controllern
30 23 und 23' jeweils SIM-Messeinheiten integriert sind, so wie dies gemäß der zweiten Ausführungsform gemäß Fig. 2 beschrieben ist. Die von den SIM-Messeinheiten erfassten Messwerte werden zusammen mit den SIM-Kennungen über die Signalübertragungsstrecken 5 und 5' an den Ladestations-
35 Controller 13 übertragen und dann vom Ladestations-

Controller 13 auf die Energiemengenzähler 15 und 15' entsprechend aufaddiert. Ansonsten ist der Funktionsablauf zu dem bereits mit Bezug zu Fig. 4 beschriebenen Funktionsablauf identisch.

5

Die erfindungsgemäße Ladevorrichtung ermöglicht die Realisierung weiterer Sicherungsmaßnahmen bei der Ladung von wiederaufladbaren Batterien an öffentlichen Steckdosen.

10 Eine wichtige Sicherungsmaßnahme betrifft die Sicherung gegen das unerlaubte Abziehen des Ladekabels während des Ladevorgangs. Diese Sicherung kann vom Benutzer nach dem Starten des Ladevorgangs zusätzlich aktiviert werden. Soweit es sich um das Laden der Batterie eines Elektroautos
15 handelt, kann die Aktivierung mit dem Abschließen des Elektroautos und die Deaktivierung mit dem Aufschließen des Elektroautos gekoppelt werden. Falls das Ladekabel bei verschlossenem Elektroauto abgezogen wird, dann kann ein Alarm wie bei einer handelsüblichen Kfz-Diebstahlsicherung
20 ausgelöst werden. Zusätzlich oder alternativ kann auch eine entsprechende SMS-Nachricht auf das Mobiltelefon des betreffenden Konsumenten gesendet werden. Außerdem ist es denkbar, dass der SIM-Controller gesperrt wird und nur durch Eingabe der PIN des betreffenden Konsumenten wieder
25 aktiviert werden kann.

Wenn die SIM-Kennungen über das Ladekabel übertragen werden, dann kann das Abziehen des Ladekabels sofort und zuverlässig seitens des Ladestations-Controllers erkannt
30 werden, da das Protokoll zur Übertragung der SIM-Kennungen auf unzulässige Weise unterbrochen wird. Wenn die SIM-Kennungen abseits vom Ladekabel übertragen werden, dann muss auf der Strecke des Ladekabels eine zusätzliche Einheit vorgesehen werden, die das Abziehen des Ladekabels
35 erkennt.

Zur Optimierung des Ladevorgangs ist es außerdem zweckmäßig, dass zwischen dem SIM-Controller 23 und dem Ladestations-Controller 13 Steuersignale ausgetauscht werden, die den Ladevorgang selber betreffen, wie dies
5 beispielsweise in der US 5 049 802 beschrieben ist. Die Steuerung des Ladezustands kann auch in Abhängigkeit von der Zeit erfolgen, um zum Beispiel günstige Nachttarife ausnutzen zu können. Außerdem kann der Ladezustand der
10 Batterie zweckmäßigerweise auf das Mobiltelefon des betreffenden Konsumenten übertragen werden.

Fig. 7 zeigt ein mögliches Authentisierungsprotokoll zwischen dem Ladestations-Controller und dem SIM-Controller
15 mit anschließendem Datenaustausch. Die dargestellten Komponenten erstrecken sich in gleicher Weise wie in den Ausführungsformen der Figuren 1 - 4 wieder auf eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie. Gleiche Komponenten sind daher wieder mit gleichen Bezugsziffern
20 bezeichnet.

Als Authentifikations-Mittel ist in dem SIM-Controller 23 eine Chipkarte vorgesehen. Zweck der Authentisierung ist es, dass sowohl der Ladestations-Controller 13 und der SIM-
25 Controller 23 feststellen, ob der jeweils andere Kommunikationspartner ein echter Kommunikationspartner ist. Hierzu müssen beide Kommunikationspartner einen gemeinsamen Schlüssel besitzen, der mithilfe des Authentisierungsverfahrens generiert und überprüft wird.
30 Dieser Schlüssel wird im Folgenden hier als Key bezeichnet.

Eine Key-Authentisierung ist wesentlich sicherer als eine einfache PIN-Überprüfung. Bei einer PIN-Überprüfung wird die sogenannte PIN lediglich im Klartext zur Chipkarte
35 gesendet, sodass ein Angreifer durch Abhören sehr einfach

die PIN erfahren kann. Bei der Key-Authentisierung ist es hingegen nicht möglich, durch Abhören der Signalübertragungsstrecke den gemeinsamen Key herauszufinden.

5

Die Key-Authentisierung von Geräten ist grundsätzlich bekannt und ist beispielsweise in der Normenreihe ISO/IEC 9798 beschrieben. Hinsichtlich der Art der Authentisierung wird vor allem zwischen dem jeweils verwendeten Algorithmus (z.B. symmetrisch, asymmetrisch) und der Übertragungsrichtung (einseitig, gegenseitig) unterschieden.

Das in der Fig. 7 dargestellte Protokoll basiert auf der gegenseitigen symmetrischen Authentisierung mit dem sogenannten Challenge-Response-Verfahren, wie diese durch den Befehl MUTUAL AUTHENTICATE nach ISO/IEC 7816-8 realisiert werden kann. Dabei stellt der eine Kommunikationspartner dem Gegenüber eine zufällig erzeugte Frage (Challenge). Der Gegenüber berechnet mit einem Algorithmus eine Antwort und sendet sie an den Fragesteller zurück (Response). In dem Protokoll gemäß Fig. 7 wird die Challenge zuerst von dem Ladestations-Controller 13 erzeugt. Der Key der gesamten Signalübertragung berechnet sich dabei aus der Kartenummer der Chipkarte und dem Hauptschlüssel, der dem Ladestations-Controller 13 bekannt ist.

Die beschriebene Funktionalität der Authentisierung wird im Folgenden aus der Sicht der Ladestation 10 nur mit Bezug auf den Ladestations-Controller 13 beschrieben. Wie aber bereits im Zusammenhang mit dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 erwähnt, kann sich die Funktionalität in entsprechender Weise auch auf den Ladestations-Controller

13 und ein weiter entfernt gelegenes Authentifikations-Center 14 verteilen.

Zuerst wird von dem Ladestations-Controller 13 mit dem
5 Steuersignal 31 die Kartenummer des SIM-Controllers 23 angefordert (Befehl GET CHIP NUMBER).

Nachdem der Ladestations-Controller 13 mit dem Steuersignal
32 die Kartenummer erhalten hat, berechnet der
10 Ladestations-Controller 13 anhand des im Ladestations-Controller 13 vorhandenen Hauptschlüssels den individuellen Authentisierungsschlüssel der Chipkarte, der dann als Key für die gesamte Signalübertragung verwendet wird.

15 Mit dem Steuersignal 33 fordert der Ladestations-Controller 13 außerdem von dem SIM-Controller 23 eine Zufallszahl an (Befehl ASK RANDOM).

Diese Zufallszahl Z_SIM wird von dem SIM-Controller 23 mit
20 dem Steuersignal 34 an den Ladestations-Controller 13 gesendet. Nach Erhalt der Zufallszahl Z_SIM erzeugt der Ladestations-Controller 13 zusätzlich die Zufallszahl Z_LS.

Im nächsten Schritt setzt der Ladestations-Controller 13
25 die Zufallszahlen Z_LS und Z_SIM hintereinander, verschlüsselt sie mit dem Key und sendet diesen Block mit dem Steuersignal 35 zum SIM-Controller 23. Der SIM-Controller 23 kann den erhaltenen Block entschlüsseln und prüfen, ob die zuvor an den Ladestations-Controller 13
30 gesendete Zufallszahl mit der zurückerhaltenen übereinstimmt. Ist dies der Fall, weiß der SIM-Controller 23, dass der Ladestations-Controller 13 den geheimen Key besitzt. Damit ist der Ladestations-Controller 13 gegenüber dem SIM-Controller 23 authentisiert.

Im letzten Schritt der Authentisierung vertauscht der SIM-Controller die beiden Zufallszahlen, verschlüsselt sie mit dem geheimen Key und schickt das Ergebnis mit dem Steuersignal 36 zum Ladestations-Controller 13. Der
5 Ladestations-Controller 13 entschlüsselt den erhaltenen Block und vergleicht die zuvor an den SIM-Controller 23 gesendete Zufallszahl mit der erhaltenen. Stimmt diese mit der vormals gesendeten überein, so ist auch der SIM-Controller 23 gegenüber dem Ladestations-Controller 13
10 authentisiert. Damit ist die gegenseitige Authentisierung abgeschlossen.

Nach der Authentisierung können zwischen dem Ladestations-Controller 13 und dem SIM-Controller 23 auf sichere Weise
15 Datenpakete D_SIM bzw. D_LS ausgetauscht werden, die jeweils mit dem geheimen Key verschlüsselt werden, so wie dies mit den Steuersignalen 37, 38 und 39 in Fig. 7 dargestellt ist. Um die Sicherheit weiter zu erhöhen, ist es auch möglich, dass der Key nach jeder Übertragung eines
20 Steuersignals nach einem bestimmten Schema weiter verändert wird. Beispielsweise kann der Key nach jeder Übertragung eines Steuersignals jeweils um 1 inkrementiert werden, wie dies in Fig. 7 dargestellt ist.

25 Seitens des SIM-Controllers 23 werden an den Ladestations-Controller 13 erfindungsgemäß vor allem die SIM-Kennungen übertragen. Als SIM-Kennung kann beispielsweise eine bestimmte Nummer vereinbart werden. Im Allgemeinen ist die Art der SIM-Kennung aber beliebig, da jede mit dem Key
30 verschlüsselte Kennung eine systemweit eindeutige Kennung darstellt und damit als SIM-Kennung geeignet ist. Die SIM-Kennung kann demnach auch veränderlich ausgestaltet sein. Beispielsweise kann es sich um einen bestimmten Zählerstand handeln, der nach jeder Übertragung um 1 inkrementiert
35 wird. Entscheidend für die SIM-Kennung ist lediglich, dass

der Ladestations-Controller 13 die empfangene und mit dem Key entschlüsselte Kennung als SIM-Kennung erkennt und daraufhin die zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder neu
5 auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert.

Im Folgenden wird die zeitliche Dimensionierung des in Fig. 7 dargestellten Datenprotokolls anhand von exemplarischen
10 Zahlenwerten weiter erläutert.

Wenn man davon ausgeht, dass die Datenübertragung über ein angeschlossenes Ladekabel mit der bereits erwähnten PLC-Technik erfolgt, dann lassen sich mit dieser Technologie
15 Taktraten im Bereich von einigen MHz realisieren. Der Verbindungsaufbau im Rahmen des Befehls MUTUAL AUTHENTICATE dauert dann je nach der installierten Rechenleistung im Ladestations-Controller 13 und im SIM-Controller 23 einige Sekunden (z.B. 4 Sekunden). Während dieser Verzögerungszeit
20 können grundsätzlich auch nicht authentifizierte Verbraucher an den Ladestations-Controller 13 angeschlossen sein und minimale Mengen von Energie beziehen, bis der Ladestations-Controller 13 die mangelnde Befugnis erkannt hat und über einen entsprechenden Schalter die Energieversorgung sperrt.
25 Dieser minimale Verlust wird vom System üblicherweise toleriert. Es ist aber denkbar, dass bei einem wiederholten unbefugten Gebrauch der Ladestations-Controller die Energieversorgung dauerhaft sperrt und die unbefugte Benutzung dann an das Authentifikations-Center 14 meldet.

30

Nach der erfolgten Authentisierung müssen im Rahmen der übertragenen Datenpakete in einem weiteren Schritt die zeitlichen Abstände Δt zwischen den SIM-Kennungen erfindungsgemäß derart bemessen sein, dass die in einem
35 zeitlichen Abstand Δt zwischen der Ladestation 10 und der

SIM-Station 20 über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

- 5 Im Folgenden wird die Dimensionierung der zeitlichen Abstände Δt anhand eines Ladevorgangs eines Elektrofahrzeugs exemplarisch erläutert. Als Elektrofahrzeug wird ein zweitüriges Kleinfahrzeug mit einer Leistung von 30 kW zugrunde gelegt. Die
- 10 Batteriekapazität betrage 16 kWh. Seitens des Ladestations-Controllers wird für den Ladevorgang eine übliche Haushaltssteckdose mit 220V/16A zur Verfügung gestellt. Für eine komplette Voll-Ladung der Fahrzeugbatterie werden bei Verwendung dieser Haushaltssteckdose 8 Stunden benötigt.
- 15 Wenn man vereinfachend annimmt, dass der Energieaustausch über die Zeit gleich verteilt ist, dann wird die Fahrzeugbatterie mit einer gleichbleibenden Leistung von 2 kW geladen. Für das Laden der Fahrzeugbatterie pro Stunde wird also eine Energiemenge E_{Stunde} von 2 kWh bzw. 2000 Wh
- 20 ausgetauscht.

Die geforderte Auflösung des Energiemengenzählers ΔE_{max} betrage nunmehr 0,5 Wh. Wenn man einen Preis für die Kilowatt-Stunde von beispielsweise 25 Cent annimmt, dann

25 entspricht dies einer preislichen Auflösung von 0,0125 Cent. Damit gilt für den maximalen zeitlichen Abstand Δt_{max} :

$$\Delta t_{\text{max}} = \frac{\Delta E_{\text{max}}}{E_{\text{Stunde}}} \cdot 3600 \text{ Sekunden} = 0,9 \text{ s}$$

- 30 Wenn der Ladestations-Controller 13 die Energiemenge E_{Stunde} laufend bestimmt, dann ist es optional auch möglich, Δt_{max} laufend anzupassen und zu optimieren. Diese Optimierung ist auch für weitere Verbraucher möglich, die zusätzlich zu einem bereits bestehenden Verbraucher angeschlossen werden.

Wenn man hier beispielsweise annimmt, dass an den in Fig. 2 dargestellten Verteilerstecker 1 jetzt neben dem Elektroauto ein Notebook angeschlossen wird, dann ist es selbstverständlich möglich, den Ladevorgang des Notebook-Akkus parallel mit einem anderen Wert von Δt_{\max} zu steuern.

Die Kapazität des Notebook-Akkus betrage 80 Wh. Für eine komplette Voll-Ladung wird eine Stunde benötigt. Wenn auch hier wieder der Energieaustausch über die Zeit gleich verteilt ist, dann erfolgt der Ladevorgang mit einer gleichbleibenden Leistung von 80 W. Für das Laden des Akkus wird also pro Stunde eine Energiemenge E_{Stunde} von 80 Wh ausgetauscht. Bei einer geforderten Auflösung des Energiemengenzählers ΔE_{\max} von erneut 0,5 Wh gilt damit für den maximalen zeitlichen Abstand Δt_{\max} :

$$\Delta t_{\max} = \frac{\Delta E_{\max}}{E_{\text{Stunde}}} \cdot 3600 \text{ Sekunden} = 22,5 \text{ s}$$

Würde man dagegen beim Laden des Notebook-Akkus den für das Elektrofahrzeug berechneten Wert von $\Delta t=0,9 \text{ s}$ verwenden, dann müssten hierfür unnötige Rechenkapazitäten bereitgestellt werden.

Welche Messauflösung mit Bezug auf den Energiemengenzähler vorgegeben wird, kann von gesetzlichen Vorgaben genauso abhängen wie vom konkreten Anwendungsfall. Es ist auch denkbar, dass zunächst die preisliche Auflösung vorgegeben wird und dass daraus dann die Messauflösung des Energiemengenzählers ermittelt wird. Beispielsweise kann man 1 Cent als preisliche Auflösung fordern. Wenn man auch hier einen Preis für die Kilowatt-Stunde von 25 Cent annimmt, dann müsste die geforderte Auflösung des Energiemengenzählers ΔE_{\max} mindestens 40 Wh betragen. Die

oben berechneten zeitlichen Abstände Δt_{\max} erhöhen sich damit noch einmal beträchtlich.

Für das Laden der Fahrzeugbatterie wird pro Stunde auch
5 hier eine Energiemenge E_{Stunde} von 2 kWh bzw. 2000 Wh ausgetauscht. Damit gilt jetzt für den maximalen zeitlichen Abstand Δt_{\max} beim Laden der Fahrzeugbatterie:

$$\Delta t_{\max} = \frac{\Delta E_{\max}}{E_{\text{Stunde}}} \cdot 3600 \text{ Sekunden} = 72 \text{ s}$$

10

Beim Notebook-Akku erfolgt der Ladevorgang dagegen mit einer Energiemenge E_{Stunde} von 80 Wh. Damit gilt nunmehr beim Laden des Notebook-Akkus für den maximalen zeitlichen Abstand Δt_{\max} :

15

$$\Delta t_{\max} = \frac{\Delta E_{\max}}{E_{\text{Stunde}}} \cdot 3600 \text{ Sekunden} = 1800 \text{ s} = 30 \text{ min}$$

Zwischen dem Empfang zweier SIM-Kennungen kann der zeitliche Abstand Δt beim Laden des Notebook-Akkus also bis
20 zu 30 min betragen, um noch eine preisliche Auflösung von 1 Cent zu erreichen.

Beim Empfang einer SIM-Kennung wird eine ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung
25 zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert. Handelt es sich beim Aufaddieren dabei um die Energiemenge, die vor dem Empfang der aktuellen SIM-Kennung seit der letzten SIM-Kennung geliefert wurde, dann wird dies als Danach-
Bezahlung bezeichnet. Handelt es sich dagegen beim
30 Aufaddieren um die Energiemenge, die nach dem Empfang der SIM-Kennung voraussichtlich bis zur nächsten SIM-Kennung geliefert werden wird, dann wird dies als Vorab-Bezahlung bezeichnet.

Wenn die zeitlichen Abstände Δt derart gewählt sind, dass die preisliche Auflösung deutlich unter 1 Cent liegt, dann sind zwischen der Danach-Bezahlung und der Vorab-Bezahlung kaum Unterschiede feststellbar. Wenn dagegen die zeitlichen
5 Abstände Δt derart gewählt sind, dass die preisliche Auflösung 1 Cent übersteigt, dann ist der Betreiber des Stromnetzes zunehmend an einer Vorab-Bezahlung interessiert, während der Benutzer zunehmend die Danach-Bezahlung bevorzugen wird.

10

Beide Varianten können allerdings unabhängig von der Wahl der zeitlichen Abstände Δt sowohl für den Betreiber als auch für den Benutzer akzeptabel und vorteilhaft ausgestaltet werden, wenn der Datenaustausch auf der
15 Signalübertragungstrecke nach dem Grundprinzip der digitalen Signatur durchgeführt wird.

Eine digitale Signatur ist ein kryptografisches Verfahren, beim dem zu einer Nachricht bzw. zu bestimmten Daten eine
20 Zahl berechnet wird. Mit der digitalen Signatur ist es dabei möglich, dass die Urheberschaft und die Zugehörigkeit der Daten sicher überprüft werden kann, auch wenn die Daten selber unverschlüsselt übertragen werden. Die Speicherung und die Benutzung des geheimen Signaturschlüssels erfolgt
25 seitens des Benutzers in der Regel mit einer Chipkarte. Für diese auch als Signaturkarte bezeichnete Chipkarte gelten im Zusammenhang mit der digitalen Signatur die internationalen Normen ISO/IEC 7816-4 und ISO/IEC 7816-8. Für das Authentisierungsverfahren zwischen der
30 Signaturkarte und der äußeren Umgebung gilt außerdem die Norm ISO/IEC 14888. Darüber hinaus ist es im Allgemeinen üblich, dass eine digitale Signatur gemäß dem X.509 ITU-T-Standard übertragen wird.

Fig. 8 zeigt ein mögliches Datenprotokoll mit einer Vorab-
Bezahlung nach dem Grundprinzip der digitalen Signatur. Die
dargestellten Komponenten erstrecken sich in gleicher Weise
wie in den Ausführungsformen der Figuren 1 - 4 wieder auf
5 eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie.
Gleiche Komponenten sind daher wieder mit gleichen
Bezugsziffern bezeichnet.

Das Verfahren der digitalen Signatur unterliegt
10 gesetzlichen Rahmenbedingungen. Viele Signaturgesetze (z.B.
das deutsche Signaturgesetz) fordern dabei den Betrieb
einer unabhängigen Zertifizierungsstelle, die von der
zuständigen Behörde genehmigt werden muss. Diese
Zertifizierungsstelle wird in Fig. 8 als Trust-Center 14a
15 bezeichnet.

Zum Aufbau des Datenprotokolls muss zunächst die
Signalübertragungsstrecke zwischen dem Ladestations-
Controller 13 und dem SIM-Controller 23 physikalisch
20 hergestellt sein. Dies erfolgt in der Weise, wie dies
anhand der Ausführungsbeispiele der Figuren 1 - 4
beschrieben wurde, bei einer Übertragung über das Ladekabel
also zum Beispiel durch Einstecken des Ladekabels.

25 Sodann werden zum weiteren Aufbau des Datenprotokolls die
im Folgenden beschriebenen Schritte 1 - 4 mit dem Ziel
durchgeführt, die sogenannten Zertifikate des Ladestations-
Controllers 13 und des SIM-Controllers 23 zu validieren.
Die gültigen Zertifikate bestätigen, dass der jeweils
30 andere Kommunikationspartner ein echter
Kommunikationspartner ist. Außerdem werden die validierten
Zertifikate benötigt, um die später ausgetauschten
digitalen Signaturen zu überprüfen.

Die Schritte 1 - 4 sind in Fig. 8 nicht weiter dargestellt und laufen im Einzelnen wie folgt ab:

1. Sitzungsanfrage des SIM-Controllers 23 beim
5 Ladestations-Controller 13.

In diesem Schritt wird die generelle Zulässigkeit zum Aufbau eines Datenprotokolls überprüft. Die Anfrage des SIM-Controllers 23 enthält dabei zum Beispiel die
10 folgenden Informationen:

- Kennung des gewünschten Authentifikations-Centers 14, d.h. der gewünschte Betreiber eines Stromnetzes.
- Energiemenge, die insgesamt voraussichtlich
15 benötigt wird.
- Zeitraum, in dem die Energiemenge geliefert werden soll.

2. Weiterleitung der Sitzungsanfrage vom Ladestations-
20 Controller 13 zum Authentifikations-Center 14.

Der Ladestations-Controller 13 ergänzt die Sitzungsanfrage zunächst um weitere Informationen seines Einzugsbereichs (wie etwa die Anzahl der bereits
25 angeschlossenen SIM-Controller und die aktuell an diese SIM-Controller gelieferte Energiemenge) und leitet die Sitzungsanfrage dann an das gewünschte Authentifikations-Center 14 weiter. Als Antwort erhält der Ladestations-Controller 13 vom Authentifikations-
30 Center 14 die Bestätigung für die generelle Zulässigkeit zum Aufbau eines Datenprotokolls (oder in Ausnahmefällen die Ablehnung, z.B. bei einer Überlastung des Stromnetzes).

3. Validierung des Zertifikats des Ladestations-
Controllers 13.

5 Der Ladestations-Controller 13 sendet sein Zertifikat
an den SIM-Controller 23. Der SIM-Controller 23
validiert das Zertifikat des Ladestations-Controllers
13 mit einem Prüfauftrag, der über die
Signalübertragungsstrecke zum Ladestations-Controller
13 und weiter über die Leitung 7a zum Trust-Center 14a
10 gesendet wird. Das Prüfergebnis wird vom Trust-Center
14a zurück zum SIM-Controller 23 übermittelt.

4. Validierung des Zertifikats des SIM-Controllers 23.

15 Der SIM-Controller 23 sendet sein Zertifikat an den
Ladestations-Controller 13. Der Ladestations-Controller
13 validiert das Zertifikat des SIM-Controllers 23 mit
einem Prüfauftrag, der über die Leitung 7a zum Trust-
Center 14a gesendet wird. Das Prüfergebnis wird vom
20 Trust-Center 14a zurück zum Ladestations-Controller 13
übermittelt.

Erweisen sich beide Zertifikate als gültig, dann ist das
Datenprotokoll zwischen dem Ladestations-Controller 13 und
25 dem SIM-Controller 23 aufgebaut.

Der nunmehr beginnende kontrollierte Energieaustausch mit
Vorab-Bezahlung läuft zyklisch ab und beginnt mit einer
Anfrage 41 vom SIM-Controller 23 an den Ladestations-
30 Controller 13. Die Anfrage enthält die gewünschte
Energienmenge innerhalb des zeitlichen Abstands Δt . Die
Anfrage 41 wird vom Ladestations-Controller 13 über die
Leitung 7 an das Authentifikations-Center 14
weitergeleitet.

35

Wenn die Anfrage 41 vom Authentifikations-Center 14 bestätigt wurde, sendet der Ladestations-Controller 13 ein entsprechendes Angebot 42 an den SIM-Controller 23. Kann die Anfrage 41 vom Authentifikations-Center 14 dagegen nur
5 eingeschränkt bestätigt werden, dann wird das an den SIM-Controller 23 gesendete Angebot 42 vom Ladestations-Controller 13 entsprechend modifiziert. In jedem Fall wird das Angebot mit einer eindeutigen Angebotsnummer verbunden, um den gesamten Bestellvorgang systemweit eindeutig
10 identifizieren zu können. Die Angebotsnummer kann dabei zum Beispiel nach dem sogenannten GUID-Standard (globally unique identifier) erzeugt werden.

Es ist denkbar, dass die Schritte 41 und 42 mehrfach
15 wiederholt werden, bis der SIM-Controller schließlich ein akzeptables Angebot 42 erhält.

Der SIM-Controller 23 erstellt sodann auf dem empfangenen Angebot 42 eine digitale Signatur 43 und erzeugt dadurch
20 eine Annahme mit Bezahlung. Die beim Ladestations-Controller 13 empfangene digitale Signatur 43 hat dabei die Funktion der erfindungsgemäßen SIM-Kennung. Der Ladestations-Controller 13 leitet demnach erfindungsgemäß die digitale Signatur 43 über die Leitung 7 an das
25 Authentifikations-Center 14 weiter. Im Authentifikations-Center 14 wird die digitale Signatur 43 zunächst verifiziert. Sodann wird die gemäß dem Angebot 42 auszutauschende Energiemenge auf einen Energiemengenzähler 15 aufaddiert, der der digitalen Signatur 43 - also der
30 erfindungsgemäßen SIM-Kennung - zugeordnet ist.

Das Authentifikations-Center 14 bestätigt über die Leitung 7 an den Ladestations-Controller 13 die verbuchte Energiemenge, woraufhin der Ladestations-Controller 13 die

Lieferung 44 der vereinbarten Energiemenge in der vereinbarten Zeit Δt durchführt.

Soweit auch der SIM-Controller 23 über einen
5 Energiemengenzähler verfügt, wie dies anhand von Fig. 2
bzw. Fig. 4 beschrieben wurde, findet im Schritt 45 eine
Kontrolle statt, und zwar zeitlich parallel zu der
Lieferung 44. Hierzu fordert der Ladestations-Controller 13
von dem SIM-Controller 23 den aktuellen Zählerstand der
10 SIM-Messeinheit 29 an und vergleicht diesen Zählerstand mit
dem Zählerstand der eigenen Ladestations-Messeinheit 19.
Falls die festgestellte Differenz einen vorgegebenen Betrag
überschreitet, kann eine komplette oder teilweise
Rückabwicklung der überschüssigen Bezahlung auf der
15 Grundlage der systemweit eindeutigen Angebotsnummer
erfolgen. Überschüssige Lieferungen werden dagegen
grundsätzlich zu Lasten des Betreibers des Stromnetzes
verbucht und können zu einer Abschaltung durch Ansteuerung
des Leistungsschalters 18 führen.

20 Nach der erfolgten Kontrolle 45 oder auch bereits zeitlich
parallel dazu beginnen die Schritte 41 - 45 wieder von vorn
mit einer neuen Anfrage 41 des SIM-Controllers 23. Bevor
die aktuelle Lieferung 44 abgeschlossen ist, liegt auf
25 diese Weise beim Ladestations-Controller 13 bereits wieder
eine Bestätigung für die nächste Lieferung vor, sodass die
nächste Lieferung nahtlos beginnen kann, sobald die
aktuelle Lieferung 44 abgeschlossen ist.

30 Bei Störungen im gesamten Ablauf verfügt der Ladestations-
Controller 13 über die anhand von Fig. 2 und Fig. 4
beschriebene Abschaltungsmöglichkeit durch Ansteuerung des
Leistungsschalters 18. Mögliche Ursachen für eine
Abschaltung können sein:

35

- Der SIM-Controller 23 beantwortet die Anfrage des Ladestations-Controllers 13 nach Ablesen des Zählerstands nicht, z.B. aufgrund einer Trennung der Signalübertragungsstrecke.
- 5
- Die Zählerstände der Ladestations-Messeinheit 19 und der SIM-Messeinheit 29 weichen zu stark voneinander ab.
 - Der SIM-Controller 23 beantwortet das Angebot 42 des Ladestations-Controllers 13 nicht.
- 10
- Die digitale Signatur 43 des SIM-Controllers 23 ist ungültig.
- 15
- Sobald der SIM-Controller 23 schließlich in einer Anfrage 41 oder auch in einer digital signierten Ablehnung eines Angebots 42 anzeigt, dass die Lieferung der gewünschten Energiemenge abgeschlossen ist, leitet der Ladestations-Controller 13 einen ordentlichen Abbau des Datenprotokolls
- 20 ein.
- Fig. 9 zeigt ein mögliches Datenprotokoll mit einer Danach-Bezahlung nach dem Grundprinzip der digitalen Signatur. Die dargestellten Komponenten erstrecken sich in gleicher Weise
- 25 wie in den Ausführungsformen der Figuren 1 - 4 wieder auf eine Ladevorrichtung für eine wiederaufladbare Batterie. Gleiche Komponenten sind daher wieder mit gleichen Bezugsziffern bezeichnet.
- 30
- Die anhand von Fig. 8 beschriebenen Schritte zum Aufbau und zum Abbau des Datenprotokolls gelten in der gleichen Weise auch bei Fig. 9. Der einzige Unterschied beim Datenprotokoll gemäß Fig. 9 gegenüber dem Datenprotokoll gemäß Fig. 8 ist der Ablauf der dargestellten Schritte
- 35 51 - 56 zur Durchführung einer Danach-Bezahlung.

Auch hier laufen die Schritte zyklisch ab und beginnen mit einer Anfrage 51 vom SIM-Controller 23 an den Ladestations-Controller 13. Die Anfrage enthält die gewünschte

5 Energiemenge innerhalb des zeitlichen Abstands Δt . Die Anfrage 51 wird vom Ladestations-Controller 13 über die Leitung 7 an das Authentifikations-Center 14 weitergeleitet.

10 Wenn die Anfrage 51 vom Authentifikations-Center 14 bestätigt wurde, sendet der Ladestations-Controller 13 ein entsprechendes Angebot 52 an den SIM-Controller 23. Kann die Anfrage 51 vom Authentifikations-Center 14 dagegen nur eingeschränkt bestätigt werden, dann wird das an den SIM-

15 Controller 23 gesendete Angebot 52 vom Ladestations-Controller 13 entsprechend modifiziert. In jedem Fall wird das Angebot mit einer eindeutigen Angebotsnummer verbunden, um den gesamten Bestellvorgang systemweit eindeutig identifizieren zu können. Die Angebotsnummer kann dabei zum

20 Beispiel nach dem sogenannten GUID-Standard (globally unique identifier) erzeugt werden.

Es ist denkbar, dass die Schritte 51 und 52 mehrfach wiederholt werden, bis der SIM-Controller schließlich ein

25 akzeptables Angebot 52 erhält.

Der SIM-Controller 23 sendet sodann zur Bestätigung des Angebots 52 die Annahme 53 an den Ladestations-Controller 13, woraufhin der Ladestations-Controller 13 die Lieferung

30 54 der vereinbarten Energiemenge in der vereinbarten Zeit Δt durchführt und eine Rechnung an den SIM-Controller 23 sendet.

Der SIM-Controller 23 erstellt sodann auf der empfangenen

35 Rechnung eine digitale Signatur 55 und erzeugt dadurch die

SIM-Kennung für die Bezahlung. Die beim Ladestations-Controller 13 empfangene digitale Signatur 55 hat somit die Funktion der erfindungsgemäßen SIM-Kennung. Der Ladestations-Controller 13 leitet daraufhin erfindungsgemäß die digitale Signatur 55 über die Leitung 7 an das Authentifikations-Center 14 weiter. Im Authentifikations-Center 14 wird die digitale Signatur 55 verifiziert und dann die gemäß dem Angebot 52 gelieferte Energiemenge auf einen Energiemengenzähler 15 aufaddiert, der der digitalen Signatur 55 - also der erfindungsgemäßen SIM-Kennung - zugeordnet ist.

Soweit auch der SIM-Controller 23 über einen Energiemengenzähler verfügt, wie dies anhand von Fig. 2 bzw. Fig. 4 beschrieben wurde, findet im Schritt 56 eine Kontrolle statt, und zwar zeitlich parallel zu der Lieferung 54. Hierzu fordert der Ladestations-Controller 13 von dem SIM-Controller 23 den aktuellen Zählerstand der SIM-Messeinheit 29 an und vergleicht diesen Zählerstand mit dem Zählerstand der eigenen Ladestations-Messeinheit 19. Falls die festgestellte Differenz einen vorgegebenen Betrag überschreitet, kann eine komplette oder teilweise Rückabwicklung der überschüssigen Bezahlung auf der Grundlage der systemweit eindeutigen Angebotsnummer erfolgen. Überschüssige Lieferungen werden dagegen grundsätzlich zu Lasten des Betreibers des Stromnetzes verbucht und können zu einer Abschaltung durch Ansteuerung des Leistungsschalters 18 führen.

Nach der erfolgten Kontrolle 56 oder auch bereits zeitlich parallel dazu beginnen die Schritte 51 - 56 wieder von vorn mit einer neuen Anfrage 51 des SIM-Controllers 23. Bevor die aktuelle Lieferung 54 abgeschlossen ist, liegt auf diese Weise beim Ladestations-Controller 13 bereits wieder eine Bestätigung für die nächste Lieferung vor, sodass die

nächste Lieferung nahtlos beginnen kann, sobald die aktuelle Lieferung 54 abgeschlossen ist.

Für die anhand von Fig. 8 und Fig. 9 beschriebenen Schritte
5 der Vorab-Bezahlung und der Danach-Bezahlung sind selbstverständlich verschiedene Varianten denkbar. Beispielsweise ist es möglich, dass die Anfrage 41 bzw. die Anfrage 51 nur einmalig zu Beginn des gesamten Datenprotokolls durchgeführt wird, sodass innerhalb der
10 zeitlichen Abstände Δt direkt mit dem Angebot 42 bzw. dem Angebot 52 begonnen wird.

Bei der Vorab-Bezahlung gemäß Fig. 8 könnte innerhalb der zeitlichen Abstände Δt sogar auch ganz auf die Anfrage 41
15 und das Angebot 42 verzichtet werden. Statt dessen wird sofort mit einem Auftrag und mit einer Bezahlung 43 begonnen, infolgedessen dann die Lieferung 44 erfolgt.

Bei der Danach-Bezahlung gemäß Fig. 9 könnten
20 beispielsweise die Schritte von Angebot 52 und Annahme 53 übersprungen werden. Es ist auch denkbar, dass direkt mit einer Lieferung und einer Rechnung 54 begonnen wird, infolgedessen dann die Bezahlung 55 erfolgt.

25 Die Vorteile des Grundprinzips der digitalen Signatur gemäß Fig. 8 und Fig. 9 gegenüber dem Authentisierungsprotokoll gemäß Fig. 7 bestehen zunächst einmal darin, dass die auf der Signalübertragungstrecke übertragenen Informationen nicht verschlüsselt werden müssen, da diese Informationen
30 (also Energiemenge, Lieferzeit, etc.) in der Regel nicht vertraulich sind. Entscheidend ist nur, dass die Echtheit der Informationen seitens des Ladestations-Controllers 13 bzw. seitens des SIM-Controllers 23 sicher überprüft werden kann, was nach dem Grundprinzip der digitalen Signatur

gegenüber der Key-Authentisierung effektiver möglich ist. Hierdurch können Rechenkapazitäten eingespart werden.

Die Abfolge von Bezahlen und Liefern nach dem Grundprinzip
5 der digitalen Signatur ermöglicht es außerdem, dass die
zeitlichen Abstände Δt und damit auch die vorzugebende
Messauflösung des Energiemengenzählers gegenüber der Key-
Authentisierung weiter vergrößert werden können, da bei
festgestellten Abweichungen eine effektivere Rückabwicklung
10 der überschüssigen Bezahlung möglich ist. Die vorgegebene
Messauflösung und damit auch die zeitlichen Abstände Δt
können dann im Prinzip soweit vergrößert werden, wie dies
der damit steigende Aufwand der erforderlichen
Rückabwicklungen infolge von festgestellten Abweichungen
15 zwischen der Ladestations-Messeinheit 19 und der SIM-
Messeinheit 29 noch zulässt. Neben der erforderlichen
Rückabwicklung müssen dabei auch die Verluste beim
Betreiber des Stromnetzes einkalkuliert werden, die dann
entstehen, wenn unbefugte Verbraucher an eine Ladestation
20 10 angeschlossen werden und innerhalb des zeitlichen
Abstands Δt zunächst einmal eine bestimmte Energiemenge
beziehen können, bevor die mangelnde Befugnis durch die
Ladestation 10 festgestellt und die Abschaltung über den
Leistungsschalter 18 erfolgen kann.

25 Die Abfolge von Bezahlen und Liefern nach dem Grundprinzip
der digitalen Signatur hat außerdem den Vorteil, dass
sämtliche Funktionen eines Smart Grid auf einfache Weise
realisiert werden können, wie dies zum Beispiel in US
30 2008/0281663 A1 beschrieben ist. Insbesondere ist es
möglich, dass Lieferverzögerungen seitens des Betreibers
des Stromnetzes zu Beginn des Datenprotokolls ausgehandelt
werden können. Informationen über Art und Umfang der vom
Benutzer tolerierten Lieferverzögerung können
35 beispielsweise in der ersten Sitzungsanfrage des SIM-

Controllers 23 enthalten sein, sodass die tatsächliche
Lieferung dann unter optimaler Vermeidung von Lastspitzen
im Stromnetz erfolgen kann. Der Benutzer kann für die
resultierenden Verzögerungen vom Betreiber des Stromnetzes
5 durch besonders günstige Tarife entschädigt werden, sodass
eine derartige Lieferung nach dem Prinzip des Smart Grid
auch eine Minimierung des Endpreises zur Folge hat, den der
Benutzer für die Lieferung zahlen muss.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch
zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher,
5
mit einer stationären Ladestation zum Herstellen einer
Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem
Versorgungspunkt, wobei die Ladestation einen
Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen von
10 Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke
umfasst, und
mit einer verbraucherseitig installierten SIM-Station
zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem
15 Verbraucher und dem besagten Versorgungspunkt, wobei
die SIM-Station einen SIM-Controller zum Senden und
Empfangen von Steuersignalen über die
Signalübertragungsstrecke umfasst,
20 **dadurch gekennzeichnet,**
dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über
die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station
zugeordnete SIM-Kennung an den Ladestations-Controller
25 sendet,
dass der Ladestations-Controller bei Empfang einer
SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem
Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte
30 oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-
Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert,
und
dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind,
35 dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem

Stromnetz und dem Verbraucher über die
Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende
Energienmenge unterhalb einer vorgegebenen
Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

5

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die Ladestation eine Ladestations-Messeinheit zum
Messen der Energiemenge umfasst, die über die durch
die Ladestation führende Energieverbindung
ausgetauscht wird.

10

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die SIM-Station eine SIM-
Messeinheit zum Messen der Energiemenge umfasst, die
über die durch die SIM-Station führende
Energieverbindung ausgetauscht wird.

15

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
dass die von der SIM-Station an die Ladestation
gesandten Steuersignale die von der SIM-Messeinheit
erfassten Messwerte umfassen.

20

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,
dass die Ladestation einen ansteuerbaren Hauptschalter
umfasst, der zwischen Stromnetz und Versorgungspunkt
geschaltet ist.

25

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass der Ladestations-Controller die Energieverbindung
zwischen dem Stromnetz und dem Versorgungspunkt durch
Ansteuerung des Hauptschalters trennt, wenn die von
der Ladestations-Messeinheit erfassten Messwerte im
Vergleich zu den von der SIM-Messeinheit erfassten und
seitens des SIM-Controllers gesendeten Messwerten eine
vorgegebene Abweichung überschreiten.

30

35

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verbraucher eine wiederaufladbare Batterie ist.
- 5
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Versorgungspunkt eine Steckdose ist, an die verbraucherseitig ein Ladekabel zum Herstellen der Energieverbindung zur Batterie anschließbar ist.
- 10
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Signalübertragungsstrecke im Bereich der Steckdose mit dem Ladekabel gekoppelt ist.
- 15
10. Verfahren zum Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher,
- bei dem über eine stationäre Ladestation eine Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem
- 20 Versorgungspunkt hergestellt wird, wobei die Ladestation einen Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst, und
- bei dem über eine verbraucherseitig installierte SIM-Station eine Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und dem besagten Versorgungspunkt hergestellt wird, wobei die SIM-Station einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen
- 30 über die Signalübertragungsstrecke umfasst,
- dadurch gekennzeichnet,**
- dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über
- 35 die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station

zugeordnete SIM-Kennung an den Ladestations-Controller sendet,

5 dass der Ladestations-Controller bei Empfang einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und

10 dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

11. SIM-Station für eine Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher, wobei die SIM-Station zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Verbraucher und einem stromnetzseitigen Versorgungspunkt geeignet ist und einen SIM-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst,

dadurch gekennzeichnet,

30 dass der SIM-Controller in zeitlichen Abständen über die Signalübertragungsstrecke eine der SIM-Station zugeordnete SIM-Kennung zum Ansteuern eines der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzählers sendet, und

35 dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem

Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

5

12. Stationäre Ladestation für eine Vorrichtung zum kontrollierten Energieaustausch zwischen einem Stromnetz und einem Verbraucher, wobei die stationäre Ladestation zum Herstellen einer Energieverbindung zwischen dem Stromnetz und einem verbraucherseitigen Versorgungspunkt geeignet ist und einen Ladestations-Controller zum Senden und Empfangen von Steuersignalen über eine Signalübertragungsstrecke umfasst,

10

15 **dadurch gekennzeichnet,**

dass die über die Signalübertragungsstrecke empfangenen Steuersignale eine SIM-Kennung umfassen, die dem Verbraucher zugeordnet ist und die in zeitlichen Abständen in den Steuersignalen enthalten ist,

20

dass der Ladestations-Controller bei Empfang einer SIM-Kennung eine zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge auf einen der SIM-Kennung zugeordneten Energiemengenzähler aufaddiert, und

25

30 dass die zeitlichen Abstände derart bemessen sind, dass die in einem zeitlichen Abstand zwischen dem Stromnetz und dem Verbraucher über die Energieverbindung ausgetauschte oder auszutauschende Energiemenge unterhalb einer vorgegebenen Messauflösung des Energiemengenzählers liegt.

35

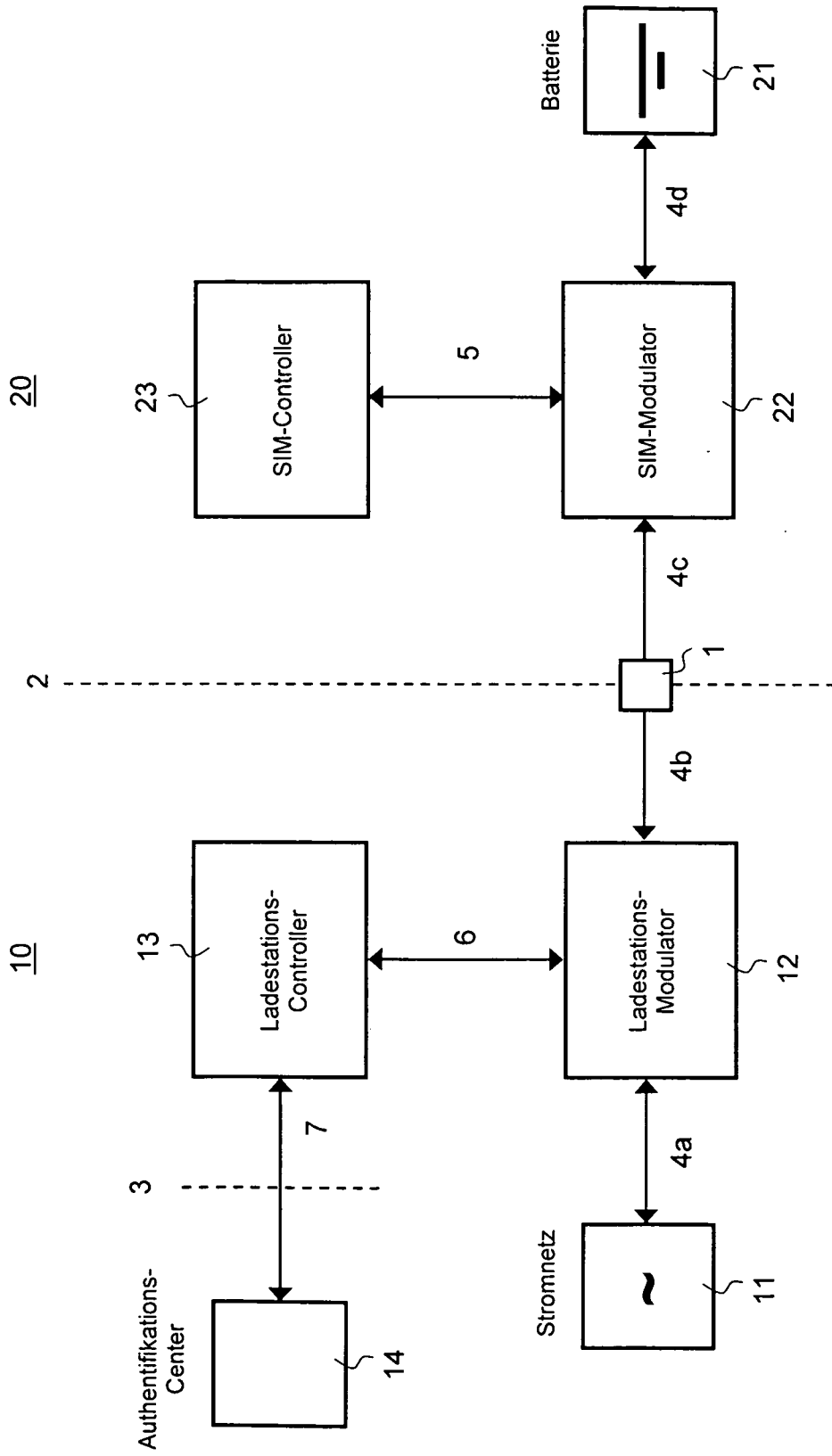


Fig. 1

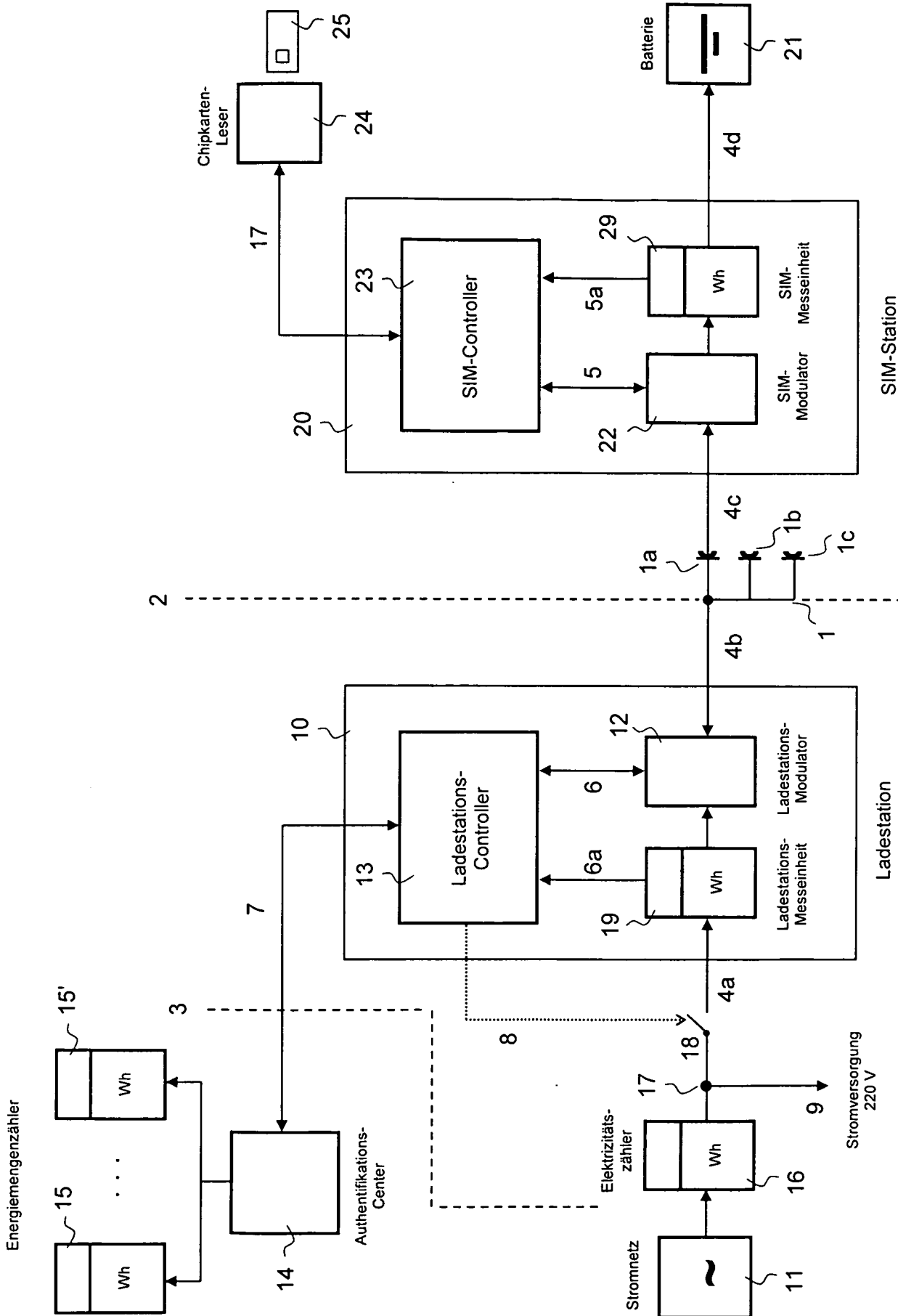


Fig. 2

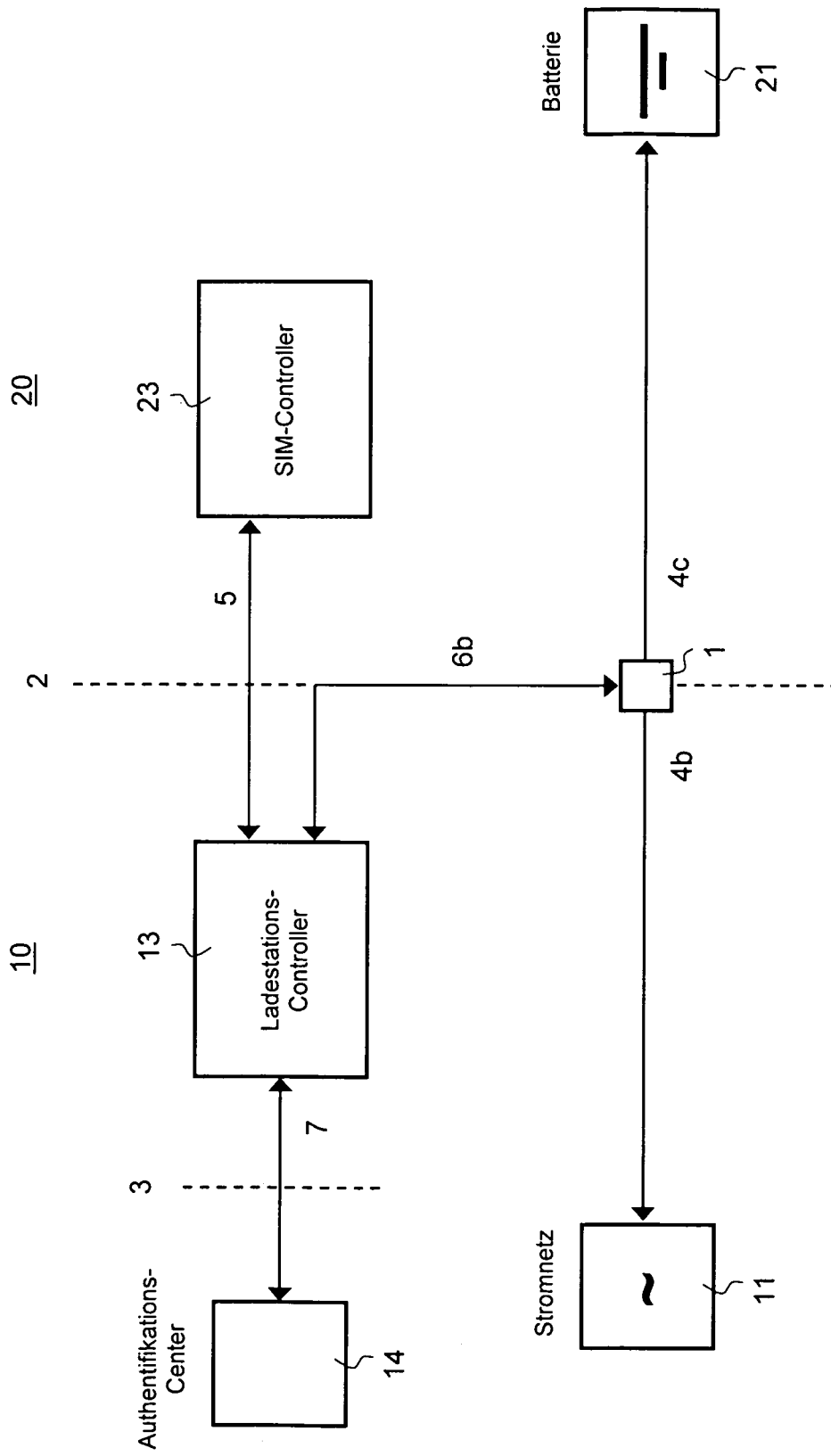


Fig. 3

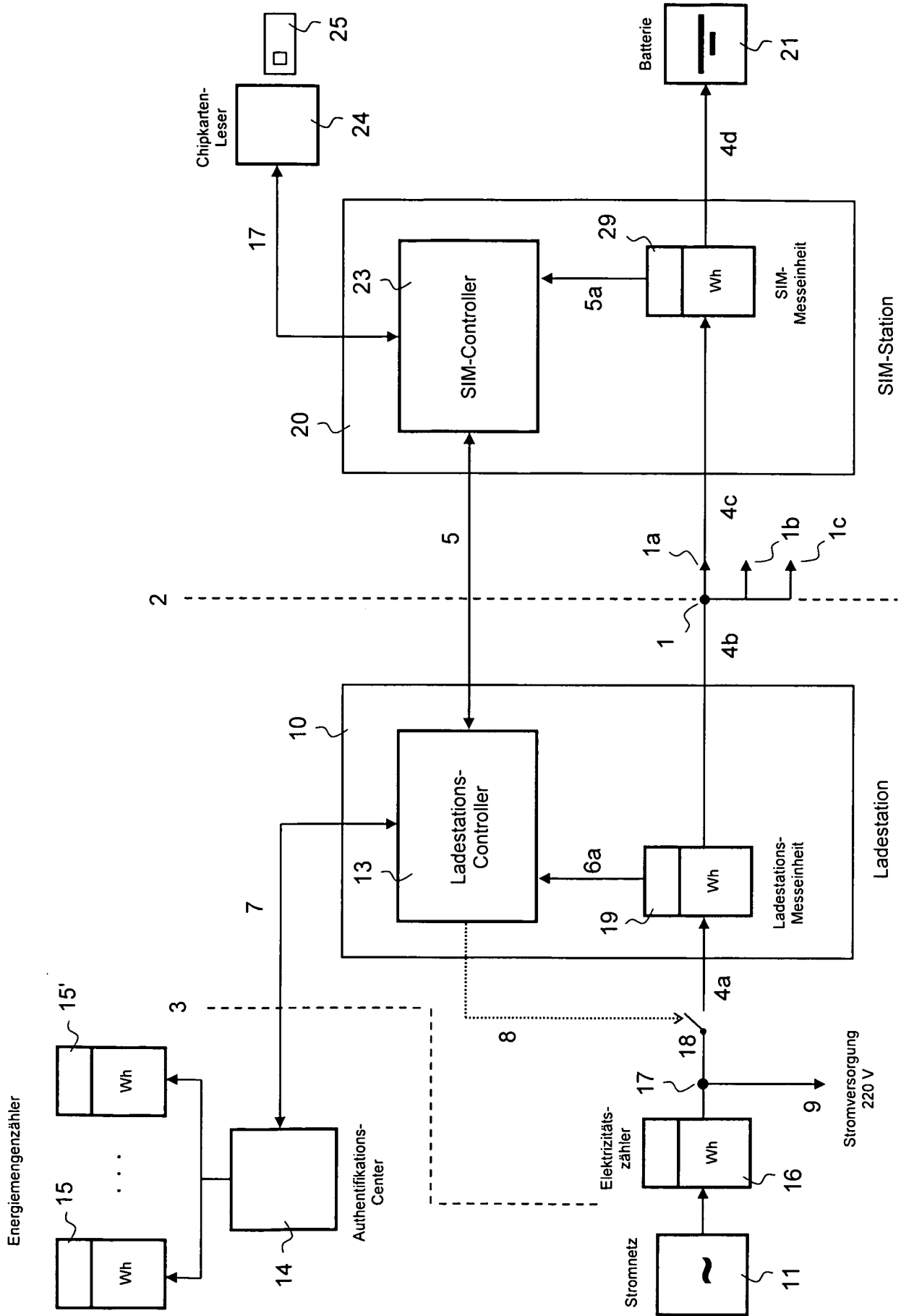


Fig. 4

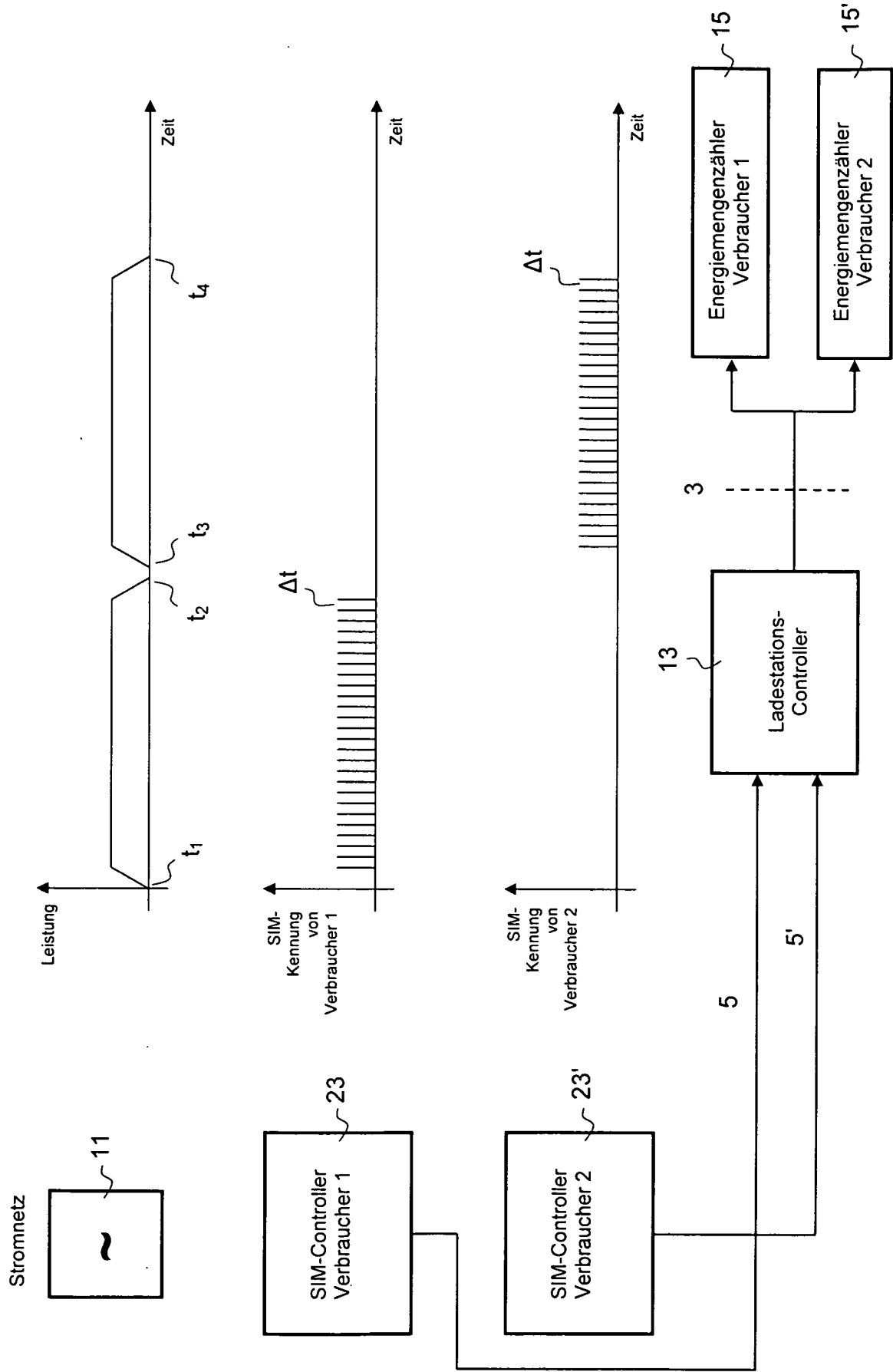


Fig. 5

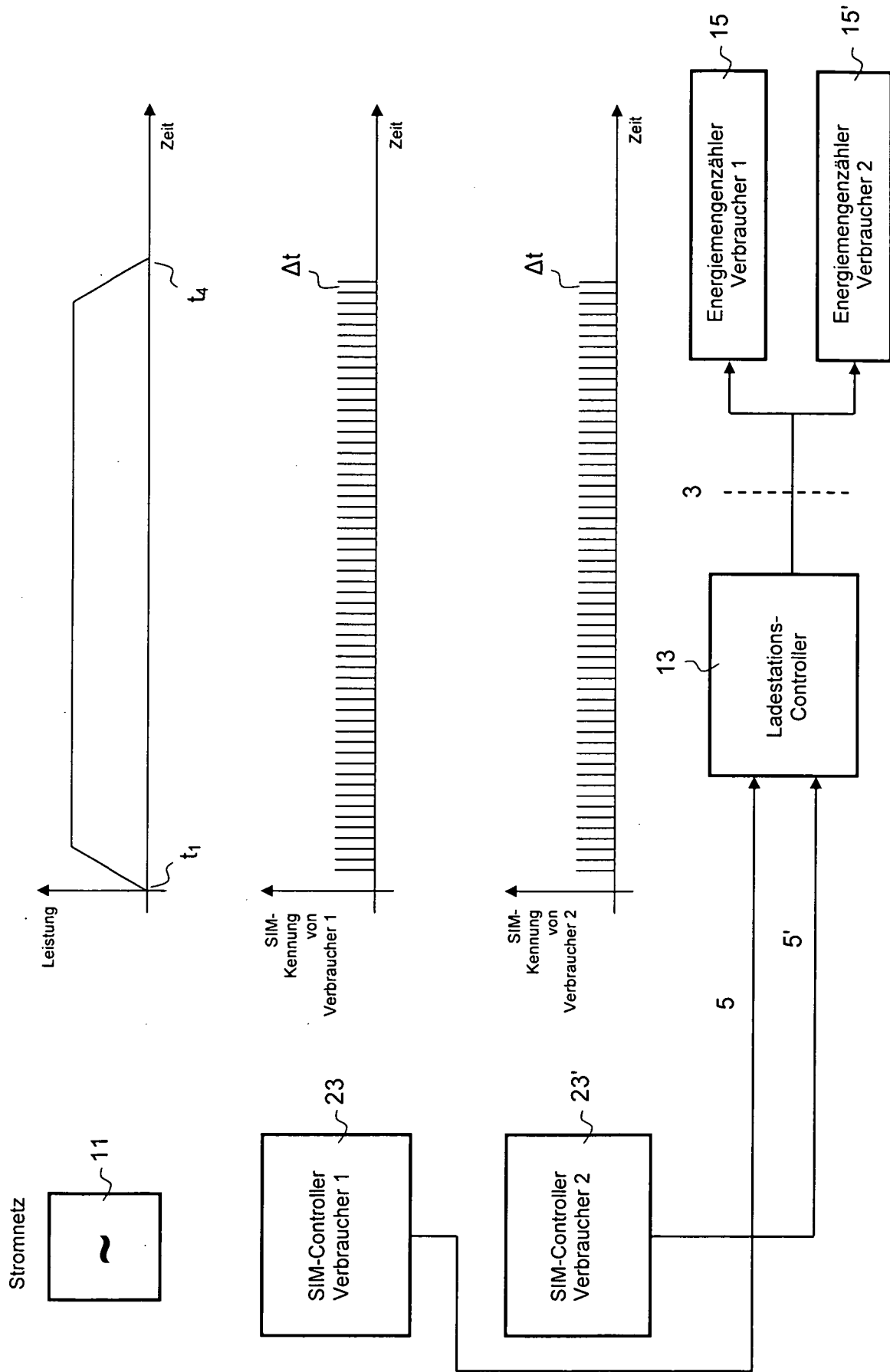


Fig. 6

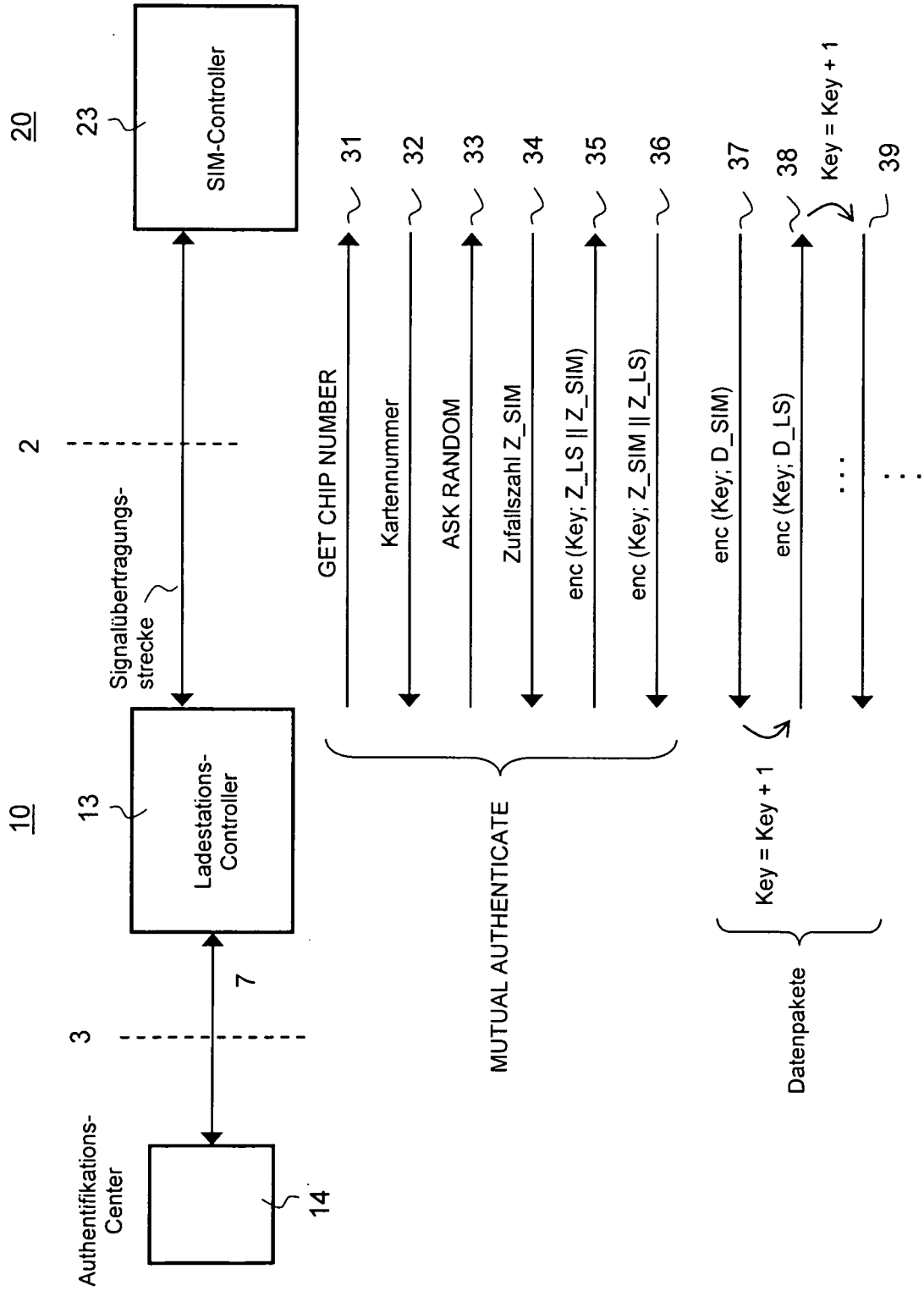


Fig. 7

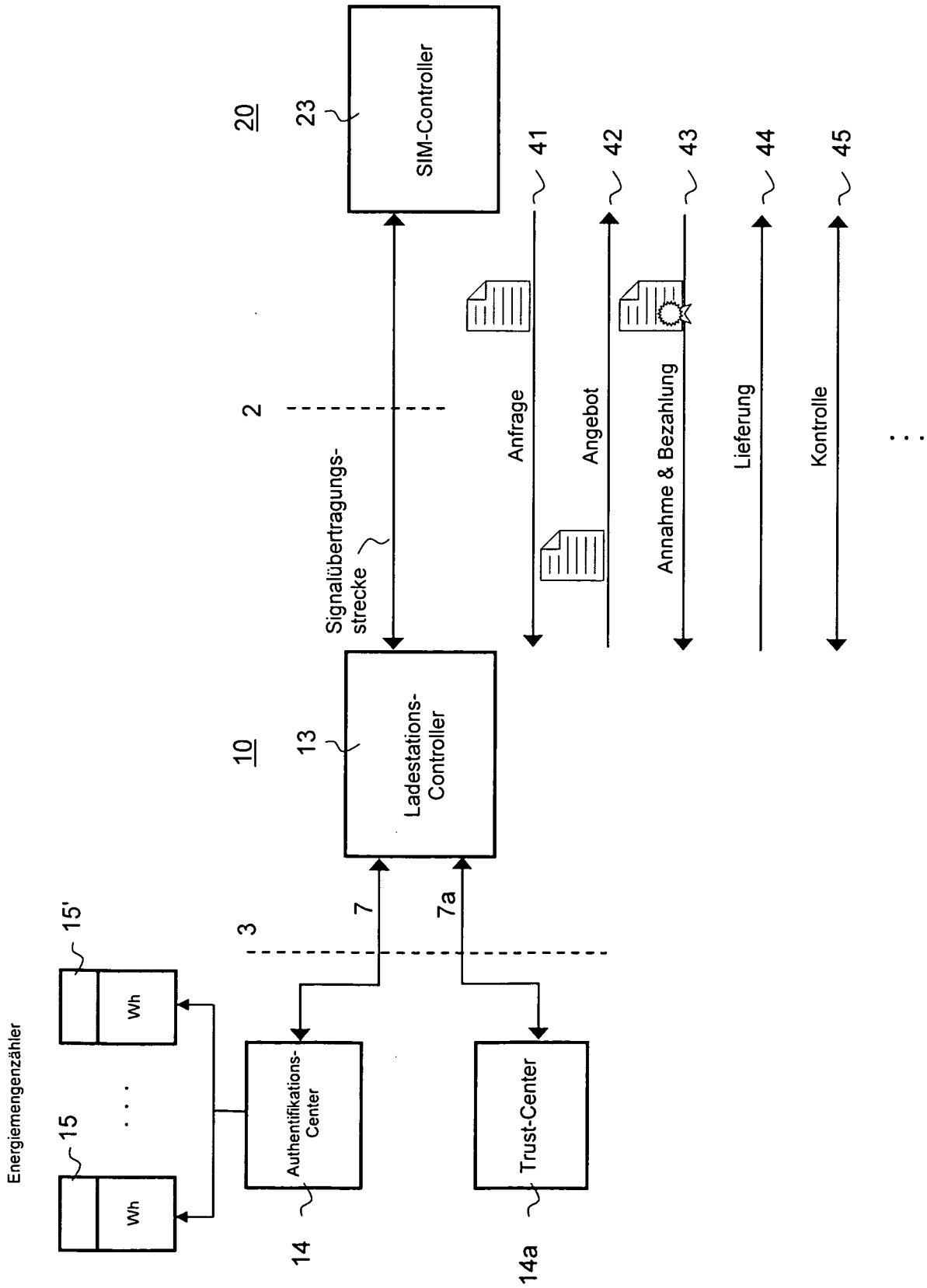


Fig. 8

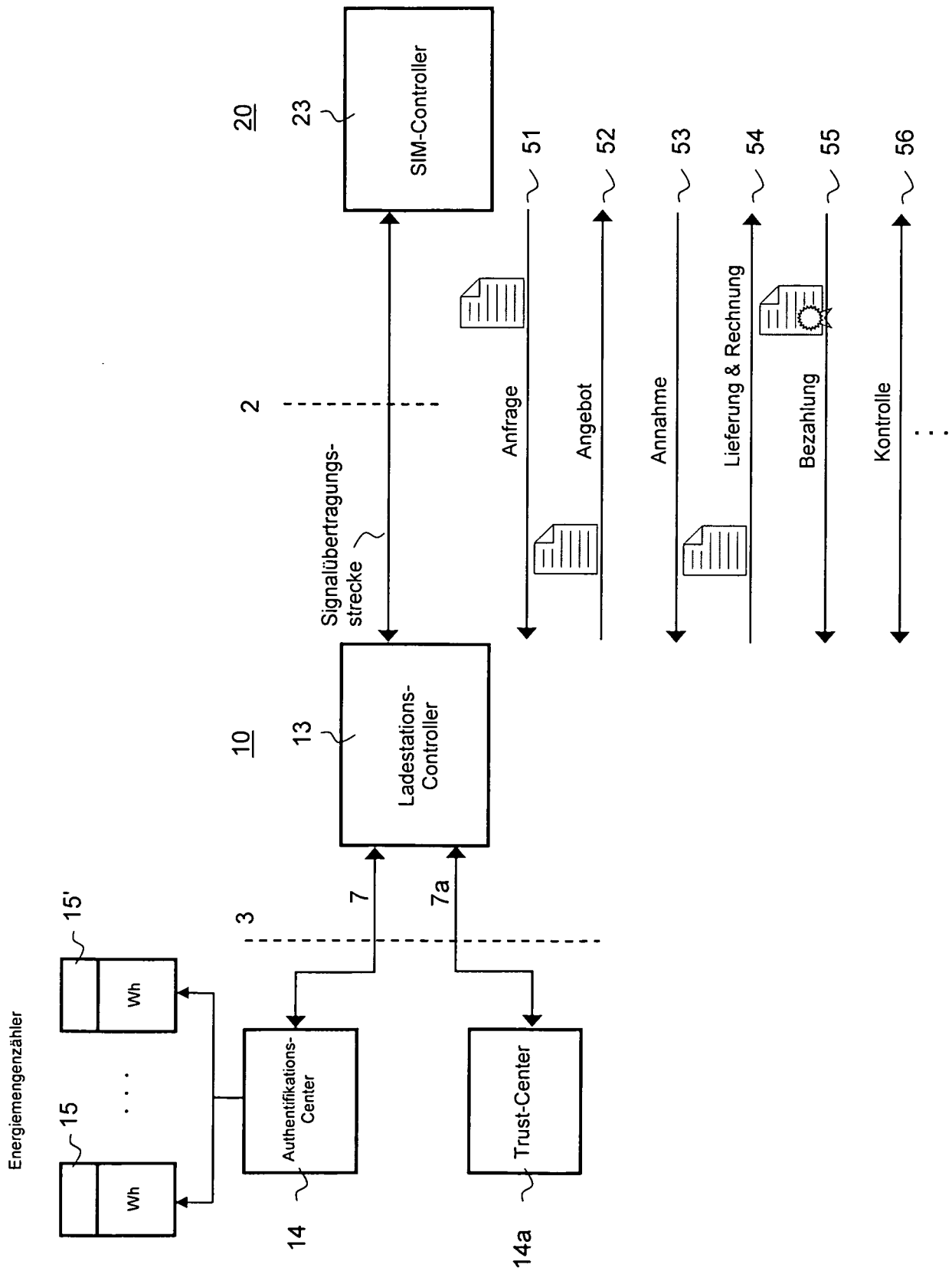


Fig. 9