



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 079 242.2**

(22) Anmeldetag: **15.07.2011**

(43) Offenlegungstag: **17.01.2013**

(51) Int Cl.: **H02J 7/00 (2011.01)**

H02J 7/35 (2011.01)

B60L 11/18 (2011.01)

(71) Anmelder:
**Bayerische Motoren Werke Aktiengesellschaft,
80809, München, DE**

(72) Erfinder:
**Krauss, Michael, 81827, München, DE; Zettl,
Maximilian, 81475, München, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 10 2008 059 491	A1
DE 10 2009 027 685	A1
DE 10 2010 015 758	A1
DE 20 2009 011 929	U1
US 2010 / 0 039 062	A1
US 2010 / 0 181 957	A1
US 2011 / 0 055 037	A1
US 2011 / 0 133 689	A1
WO 2010/ 132 443	A1

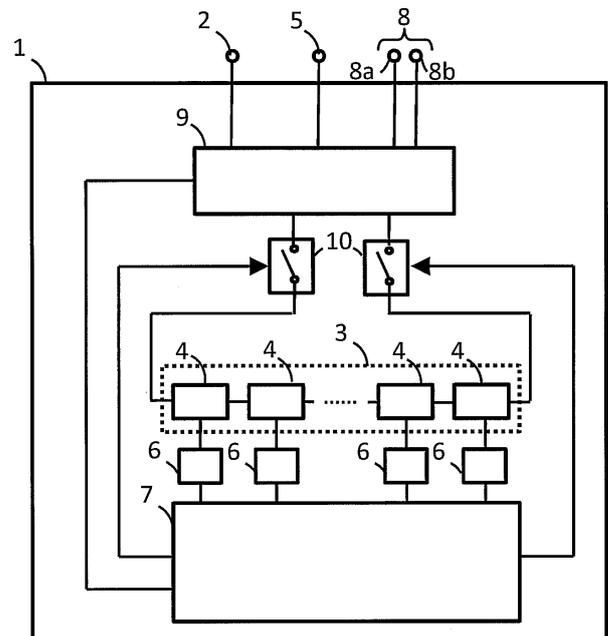
Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Ladestation zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs mit einem Zwischenspeicher zum Speichern von seitens einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie**

(57) Zusammenfassung: Ein Aspekt der Erfindung betrifft eine Ladestation zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs. Die Ladestation umfasst einen elektrischen Zwischenspeicher zum Zwischenspeichern von seitens einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie. Ferner ist eine Schnittstelle zum Anschluss einer Photovoltaikanlage vorgesehen, beispielsweise eine Photovoltaikanlage auf einem Hausdach. Die Ladestation umfasst außerdem eine Elektrofahrzeug-Ladeschnittstelle zum Laden eines Elektrofahrzeugs. Darüber hinaus ist vorzugsweise eine elektrische Stromnetz-Schnittstelle zu einem Stromnetz vorgesehen. Ferner umfasst die Ladestation eine Steuereinrichtung, die den Betrieb der Ladestation steuert. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den Ladezustand des Zwischenspeichers während des Ladens des Zwischenspeichers mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie zu überwachen. Die Steuereinrichtung bewirkt, dass der Zwischenspeicher mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie geladen wird, solange der Ladezustand des Zwischenspeichers nicht einen Zielladezustand erreicht hat. Die Steuereinrichtung bewirkt vorzugsweise außerdem, dass von der Photovoltaikanlage gelieferte Energie über die elektrische Stromnetz-Schnittstelle in das Stromnetz gespeist wird, wenn der Ladezustand den Zielladezustand erreicht hat.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Ladestation zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs, welche einen Zwischenspeicher umfasst, welcher zum Speichern von seitens einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie dient, sowie ein Verfahren zum Laden eines Elektrofahrzeugs.

[0002] Unter Elektrofahrzeugen im Sinne der Anmeldung werden neben klassischen Elektrofahrzeugen auch Elektrofahrzeuge mit Range-Extender als auch Plug-In-Hybrid-Fahrzeuge verstanden.

[0003] Konventionelle Konzepte zur Aufladung von Elektrofahrzeugen sehen typischerweise die direkte Nutzung von Strom aus dem Stromnetz vor. Im Fall einer Stromerzeugung mittels fossiler Energieträger wird CO₂ freigesetzt, so dass mit der Aufladung und Nutzung eines Elektrofahrzeugs CO₂-Emissionen verbunden sind. Ein CO₂-neutraler Betrieb des Fahrzeugs ist somit nicht möglich.

[0004] Aus der Druckschrift DE 20 2009 011 929 U1 ist eine Ladestation für Elektrofahrzeuge bekannt, die ein Photovoltaikelement umfasst. Ferner ist eine Batterieeinheit zur Zwischenspeicherung von Solarstrom aus dem Photovoltaikelement vorgesehen. Die Batterieeinheit ist mit einem Ladegerät verbunden, das eine Wechselspannung für das Aufladen von Elektrofahrzeugen bereitstellt. Die Ladestation kann über eine Stromeinspeisung mit dem Stromversorgungsnetz verbunden sein. Mit der Stromeinspeisung kann überschüssige Energie in das öffentliche Stromversorgungsnetz eingespeist werden.

[0005] In der Druckschrift DE 10 2010 015 758 A1 ist eine Ladestation zum Laden eines Elektrofahrzeug beschrieben, die elektrische Energie aus verschiedenen Energiequellen zwischenspeichern kann, insbesondere aus einem Solarzellensystem und einem öffentlichen Stromnetz.

[0006] Aus der Druckschrift DE 10 2009 027 685 A1 ist eine solargestützte Batterieladevorrichtung für ein Elektrofahrzeug bekannt. Ein Solarmodul erzeugt eine Gleichspannung, die in einen Zwischenspeicher geleitet wird. Wenn ausreichend Energie in dem Zwischenspeicher angesammelt worden ist, kann mit dieser der Hochvoltpeicher eines Elektrofahrzeugs aufgeladen werden.

[0007] In der Druckschrift US 2010/0181957 A1 ist ein Lade-System zum Aufladen einer Mehrzahl von Elektrofahrzeugen beschrieben, welches Solarmodule umfasst. Wenn ein geringer Ladebedarf an dem Lade-System besteht, beispielsweise am Wochenende, wird überschüssige Solarenergie in das Stromnetz geleitet.

[0008] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine alternative Ladestation für ein Elektrofahrzeug anzugeben, welche von einer Photovoltaikanlage bereitgestellter Energie zum Aufladen des Elektrofahrzeugs nutzt. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung, ein alternatives Ladeverfahren anzugeben.

[0009] Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst.

[0010] Ein erster Aspekt der Erfindung betrifft eine Ladestation zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs.

[0011] Die Ladestation umfasst einen elektrischen Zwischenspeicher zum Zwischenspeichern von seitens einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie. Ferner ist eine Schnittstelle zum Anschluss einer Photovoltaikanlage vorgesehen, beispielsweise eine Photovoltaikanlage auf einem Hausdach. Die Ladestation umfasst außerdem eine Elektrofahrzeug-Ladeschnittstelle zum Laden eines Elektrofahrzeugs. Darüber hinaus ist vorzugsweise eine elektrische Stromnetz-Schnittstelle zu einem Stromnetz vorgesehen. Ferner umfasst die Ladestation eine Steuereinrichtung, die den Betrieb der Ladestation steuert. Die Steuereinrichtung ist dazu eingerichtet, den Ladezustand des Zwischenspeichers während des Ladens des Zwischenspeichers mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie zu überwachen. Die Steuereinrichtung bewirkt, dass der Zwischenspeicher mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie geladen wird, solange der Ladezustand des Zwischenspeichers nicht einen Zielladezustand erreicht hat, beispielsweise 100%. Die Steuereinrichtung bewirkt vorzugsweise außerdem, dass von der Photovoltaikanlage gelieferte Energie über die elektrische Stromnetz-Schnittstelle in das Stromnetz gespeist wird, wenn der Ladezustand den Zielladezustand erreicht hat.

[0012] Mit einer derartigen Ladestation kann beispielsweise die tagsüber durch die Photovoltaikanlage gewonnene Energie in dem Zwischenspeicher zwischengespeichert werden. Bei Erreichen des Zielladezustands des Zwischenspeichers (beispielsweise am Nachmittag) wird die von der Photovoltaikanlage erzeugte Energie dann in das Stromnetz eingespeist. Das Elektrofahrzeug kann abends nach der Rückkehr von der Arbeit über den Zwischenspeicher geladen werden, ohne dass dabei die Photovoltaikanlage noch Leistung liefern muss.

[0013] Vorzugsweise ist der Zielladezustand so gewählt, dass die beim Zielladezustand im Zwischenspeicher enthaltene Energiemenge zum vollständigen Aufladen des elektrischen Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ausreicht. Beispielsweise wird der Zielladezustand so gewählt, dass beim Zielladezustand die Energiemenge in dem Zwischenspeicher gleich der maximal zulässige Energiekapazität des

Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ist (oder alternativ größer als die maximal zulässige Energiekapazität ist).

[0014] Es ist von Vorteil, wenn die Energiekapazität des Zwischenspeichers größer gleich der Energiekapazität des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ist.

[0015] Außerdem sollte vorzugsweise gelten:

$$U_{\min, \text{nutz, zwischenspeicher}} \geq U_{\max, \text{fahrzeug}}$$

[0016] Hierbei beschreiben $U_{\min, \text{nutz, zwischenspeicher}}$ die minimale Nutzspannung des Zwischenspeichers und $U_{\max, \text{fahrzeug}}$ die maximale Spannung des Fahrzeugenergiespeichers. Durch diese Auslegung kann die Umsetzung des Energiewandlers am Eingang des Zwischenspeichers vereinfacht realisiert werden, da auf eine aufwendige Step-up-Konvertierung verzichtet werden kann. Sollte das Fahrzeug über eine Gleichspannungs-Ladeschnittstelle verfügen, kann die Energie des Zwischenspeichers ohne weitere Pegelwandlung über eine Gleichspannungs-Schnittstelle direkt in den Speicher transferiert werden.

[0017] Vorzugsweise ist die Ladestation zum Aufladen von Elektrofahrzeugen mit unterschiedlicher Kapazität des elektrischen Energiespeichers geeignet. Hierfür lässt sich der Zielladezustand auf die Kapazität des elektrischen Energiespeichers in dem angeschlossenen Elektrofahrzeug anpassen. Die Anpassung kann in der Weise passieren, dass der Fahrzeugnutzer über eine Eingabeschnittstelle Information zur Kapazität des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs, zum Typ des Energiespeichers oder Information über den Fahrzeugtyp tätigt. In den letzten beiden Fällen kann die Ladestation beispielsweise anhand der eingegebenen Information die Kapazität des Energiespeichers anhand einer Lookup-Tabelle auslesen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Ladestation selbstständig über eine Datenverbindung zum Elektrofahrzeug derartige Information abrufen, anstatt dass diese Information seitens des Fahrzeugnutzers eingegeben wird.

[0018] Vorzugsweise handelt es sich bei dem Zwischenspeicher um eine Batterie, beispielsweise um eine Li-Ionen-Batterie.

[0019] Das System ist besonders effizient, wenn für den Zwischenspeicher bereits bekannte Batteriezellen benutzt werden, idealerweise die gleichen Zellen, wie sie auch im Fahrzeug verbaut sind. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, dass die Überwachung des Zwischenspeichers im Wesentlichen durch dieselbe Elektronik, wie sie im Fahrzeug zum Überwachen des Fahrzeugspeichers verbaut ist, erfolgen kann. Der Zwischenspeicher umfasst daher Batteriezellen, die vorzugsweise vom gleichen Batteriezellentyp mit

gleicher nominaler Zellenspannung und gleiche nominaler Zellen-Kapazität wie bei dem Elektrofahrzeug sind. Es ist noch vorteilhafter, wenn im Zwischenspeicher aussortierte Batteriezellen verwendet werden, die die hohen Anforderungen für die Verwendung im Hochvoltpeicher des Elektrofahrzeugs nicht erfüllen, jedoch für einen Einsatz im stationären Bereich noch geeignet sind.

[0020] Vorzugsweise ist die Anzahl der Batteriezellen des Zwischenspeichers größer gleich der Anzahl der Batteriezellen des Kraftfahrzeugs.

[0021] Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform wird überschüssige Energie in das Stromnetz gespeist. Dazu wird seitens der Steuereinheit geprüft, ob die elektrische Leistung der Photovoltaikanlage größer als ein Grenzwert für die Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers ist. Ein Teil der elektrischen Leistung der Photovoltaikanlage wird über die elektrische Stromnetz-Schnittstelle in das Stromnetz geliefert, wenn die elektrische Leistung der Photovoltaikanlage größer als der Grenzwert für die Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers ist; beispielsweise wird genau die elektrische Leistung in das Stromnetz gespeist, die über den Grenzwert für die Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers hinausgeht.

[0022] Ein zweiter Aspekt der Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs. Gemäß dem Verfahren wird ein Zwischenspeicher mit von einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie geladen. Der Ladezustand des Zwischenspeichers wird während des Ladens überwacht. Von der Photovoltaikanlage gelieferte Energie wird in ein Stromnetz gespeist, wenn der Ladezustand des Zwischenspeichers einen Zielladezustand erreicht hat. Das Elektrofahrzeug kann über die in dem Zwischenspeicher gespeicherte Energie geladen werden; hierzu ist jedoch nicht zwingend notwendig, dass der Zwischenspeicher den Zielladezustand schon erreicht hat.

[0023] Die vorstehenden Ausführungen zur erfindungsgemäßen Ladestation nach dem ersten Aspekt der Erfindung gelten in entsprechender Weise auch für das erfindungsgemäße Ladeverfahren nach dem zweiten Aspekt der Erfindung.

[0024] Die Erfindung wird nachfolgend unter Zuhilfenahme auf die beigefügten Zeichnungen anhand eines Ausführungsbeispiels beschrieben. In diesen zeigen:

[0025] [Fig. 1](#) ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße Ladestation zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs; und

[0026] [Fig. 2](#) ein Ausführungsbeispiel zum Laden des Zwischenspeichers.

[0027] **Fig. 1** zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße nutzerindividuelle Ladestation **1** zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs. Die Ladestation umfasst eine Schnittstelle **2** zum Anschluss einer Photovoltaikanlage (nicht dargestellt) mit handelsüblichen Solarzellen, die beispielsweise auf dem Hausdach des Fahrzeugnutzers installiert ist. Über die Schnittstelle **2** kann ein Zwischenspeicher **3** mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie geladen werden. Bei der Schnittstelle **2** kann es sich um eine Wechselstrom-Schnittstelle oder um eine Gleichstrom-Schnittstelle handeln, je nachdem, ob der von den Photovoltaikzellen gelieferte Gleichstrom in der Photovoltaikanlage in Wechselstrom umgewandelt wird oder nicht.

[0028] Beispielsweise kann die tagsüber durch die angeschlossene Photovoltaikanlage gewonnene Energie in dem Zwischenspeicher **3** zwischengespeichert werden, während sich das Elektrofahrzeug nicht an der Ladestation befindet. Bei dem Zwischenspeicher handelt es sich vorzugsweise um eine Li-Ionen-Batterie, die eine Mehrzahl von Batteriezellen **4** umfasst. Eine geladene Batteriezelle **4** liefert beispielsweise eine Nennspannung von 3,6 V. Die Batteriezellen **4** sind typischerweise in Serie geschaltet, so dass sich durch eine Serienschaltung derartige Batteriezellen **4** eine Hochvoltspannung von beispielsweise 200 V bis 350 V ergibt. Beispielsweise werden 80 Batteriezellen **4** in Serie geschaltet. Die Batteriezellen **4** sind typischerweise in Modulen (nicht dargestellt) angeordnet, die jeweils eine bestimmte Anzahl (beispielsweise 16) von Zellen **4** aufnehmen. Für den Zwischenspeicher **3** werden vorzugsweise Li-Ionen-Zellen **4** vom gleichen Typ wie in dem angeschlossenen Elektrofahrzeug verwendet. Dabei ist es von Vorteil, wenn solche Li-Ionen-Zellen **4** verwendet werden, die sich nicht für die Verwendung im Energiespeicher des Elektrofahrzeugs eignen, nämlich ausortierte Batteriezellen, die die hohen Anforderungen für die Verwendung im Hochvoltpeicher des Elektrofahrzeugs nicht erfüllen, jedoch für einen Einsatz im stationären Bereich noch geeignet sind.

[0029] Für die Aufladung des Hochvolt-Zwischenspeichers **3** wird ein intelligentes Regelkonzept verwendet, das eine Aufladung auf einen Zielladezustand (beispielsweise auf 100%) ermöglicht. Darüber hinaus seitens der Photovoltaikanlage gelieferte elektrische Energie kann zur weiteren Nutzung in ein Stromnetz eingespeist werden, beispielsweise in das Hausstromnetz oder in das öffentliche Stromnetz. Hierzu ist eine Schnittstelle **5** zum Anschluss an ein Stromnetz vorgesehen.

[0030] Die Aufladung des Hochvoltspeichers des Elektrofahrzeugs erfolgt nach Anschluss des Elektrofahrzeugs an eine Ladeschnittstelle **8** beispielsweise über Nacht durch eine an das Ladekonzept des Fahrzeugs angepasste Aufladereinrichtung im Fahr-

zeug. Die Ladeschnittstelle **8** umfasst beispielsweise eine Wechselspannung-Ladeschnittstelle **8a** und optional eine Gleichspannungs-Schnellladeschnittstelle **8b**.

[0031] Die Ladestation umfasst ferner eine elektronische Steuereinrichtung **7**, welche den Energiefluss steuert, insbesondere das Laden des Zwischenspeichers **3** und die Speisung überschüssiger Leistung in das Stromnetz. Ferner ist eine Interface-Elektronik **9** vorgesehen, die von der Steuereinrichtung **7** gesteuert wird. Die Interface-Elektronik **9** dient insbesondere der Anpassung von Spannungsniveaus und der Wandlung zwischen Gleichspannung und Wechselspannung. Die Interface-Elektronik **9** wandelt beispielsweise die seitens des Zwischenspeichers **3** gelieferte Gleichspannung in eine Wechselspannung zum Laden des Elektrofahrzeugs über die Wechselstrom-Ladeschnittstelle **8a**. Außerdem kann die Interface-Elektronik **9** dafür vorgesehen werden, von der Photovoltaikanlage gelieferten Wechselstrom in Gleichstrom zum Laden des Zwischenspeichers **3** umzuwandeln.

[0032] Außerdem sind Schutzschalter **10** vorgesehen, über die sich im Bedarfsfall zu Sicherheitszwecken der Zwischenspeicher **3** vom Rest der Anlage **1** trennen lässt.

[0033] Zum Aufladen des Zwischenspeichers **3** der Ladestation **1** – beispielsweise tagsüber – wird fortlaufend der Ladezustand (SOC – State of Charge) des Zwischenspeichers **3** bestimmt. Je nach aktuellem Ladezustand des Zwischenspeichers **3** wird die durch die Photovoltaikanlage erzeugte Energie entweder nur zum Laden des Zwischenspeichers **3** (sofern der Zwischenspeicher **3** die angebotene elektrische Leistung aufnehmen kann) oder zum Einspeisen in das angeschlossene Stromnetz verwendet (sofern der Zwischenspeicher den Zielladezustand erreicht hat). Zur Bestimmung des Ladezustands des Zwischenspeichers **3** kann beispielsweise das für das Elektrofahrzeug entwickelte Batterie-Steuergerät mit angepassten Software-Funktionen genutzt werden. Der Wechsel zwischen dem Laden des Zwischenspeichers **3** und anschließenden Einspeisen der Leistung in das angeschlossene Stromnetz wird vorzugsweise automatisch von der Ladestation **1** gesteuert. Dabei wird beispielsweise der Zustand der Zellen **4** in der Ladestation **1** kontinuierlich mit Zellüberwachungselektroniken **6** überwacht. Zusätzlich werden die Gesamtbatteriespannung und der Batteriestrom in einer Steuereinheit **7** gemessen. Mit diesen Werten wird in der Steuereinheit **7** anhand der Zell- und Gesamtbatteriespannungen und der Temperaturen der Ladezustand der Batterie **3** bestimmt. Mithilfe dieser Werte können auch weitere Informationen wie der Innenwiderstand und der SOH (State of Health) des Energiespeichers **3** bestimmt werden.

[0034] Solange im automatischen Betrieb die anlageninternen Zellen **4** nicht auf einen Zielladezustand aufgeladen sind, wird die Energie ausschließlich zum Laden der Zellen **4** in der Anlage **1** genutzt, sofern die angebotene elektrische Leistung nicht die maximal zulässige Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers **3** übersteigt. Wenn die angebotene elektrische Leistung die maximal zulässige Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers **3** überschreitet, kann der überschüssige Teil auch in das angeschlossene Stromnetz gespeist werden.

[0035] Vorzugsweise wird nur überschüssige Energie über die Schnittstelle **5** in das Stromnetz eingespeist, beispielsweise wenn der Zielladezustand erreicht worden ist oder wenn die angebotene elektrische Leistung die maximal zulässige Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers **3** überschreitet.

[0036] Dadurch wird erreicht, dass zuerst der Zwischenspeicher **3** der Anlage **1** aufgeladen wird und mit der in dem Zwischenspeicher **3** gespeicherten Energie unabhängig von der aktuellen Wetterlage oder Tageszeit das Fahrzeug mit dem im Zwischenspeicher **3** zwischengespeicherten Solarstrom geladen werden kann.

[0037] Die beim Zielladezustand im Zwischenspeicher **3** enthaltene Energiemenge ist so vorzugsweise so groß, dass diese zum im Wesentlichen vollständigen Aufladen des elektrischen Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ausreicht.

[0038] Ein Beispiel für einen derartigen automatischen Betrieb der Ladestation **1** ist in [Fig. 2](#) dargestellt. In Schritt **100** wird geprüft, ob die von der Photovoltaikanlage aktuell gelieferte elektrische Leistung P_{VA} größer als die maximale Leistungsaufnahme P_{max} des Zwischenspeichers **3** ist. Wenn dies nicht der Fall ist, kann die gesamte von der Photovoltaikanlage gelieferte elektrische Leistung dazu verwendet werden, den Zwischenspeicher **3** zu laden (s. Schritt **110**). Wenn die aktuelle Leistung P_{VA} größer als die maximale Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers **3** ist (s. Schritt **120**), wird ein Teil der von Photovoltaikanlage gelieferte elektrische Leistung P_{VA} zum Laden des Zwischenspeichers **3** verwendet und der überschüssige Teil der Leistung P_{VA} in das Stromnetz gespeist, beispielsweise wird der Zwischenspeicher mit der Leistung P_{max} geladen und die Leistung $P_{VA} - P_{max}$ über den Anschluss **5** in das elektrische Stromnetz gespeist. Während des Ladens des Zwischenspeichers **3** wird kontinuierlich der Ladezustand des Zwischenspeichers überwacht. Hierbei wird geprüft, ob der aktuelle Ladezustand $SOC_{aktuell}$ einen Zielladezustand SOC_{ziel} (beispielsweise $SOC_{ziel} = 100\%$) erreicht hat (s. Schritte **130** und **140**). Solange der Ladezustand $SOC_{aktuell}$ des Zwischenspeichers **3** nicht den Zielladezustand SOC_{ziel} erreicht hat, wird der Zwischenspeicher **3** weiter-

hin geladen. Sobald der Ladezustand $SOC_{aktuell}$ den Zielladezustand SOC_{ziel} erreicht hat, wird das Laden des Zwischenspeichers **3** unterbrochen und die von der Photovoltaikanlage gelieferte elektrische Energie über die Schnittstelle **5** im Wesentlichen vollständig in das Stromnetz gespeist (s. Schritte **150** und **160**).

[0039] Vorzugsweise ist die Ladestation **1** zum Aufladen von Elektrofahrzeugen mit unterschiedlicher Kapazität des elektrischen Energiespeichers geeignet. Hierfür ist vorzugsweise der Zielladezustand SOC_{ziel} auf die Kapazität des elektrischen Energiespeichers in dem angeschlossenen Elektrofahrzeug anpassbar. Beispielsweise wird der Zielladezustand SOC_{ziel} unter der Prämisse angepasst, dass beim jeweiligen Zielladezustand SOC_{ziel} die Energiemenge in dem Zwischenspeicher **3** gleich der zulässigen Energiekapazität des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ist. Der Zielladezustand SOC_{ziel} ist dabei vom Nutzer über ein Interface parametrierbar und kann somit auf die jeweilige in Fahrzeug verbauete Batteriegröße angepasst werden. Die Anpassung kann beispielsweise in der Weise passieren, dass der Fahrzeugnutzer über eine Eingabeschnittstelle Information zur Kapazität des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs, zum Typ des Energiespeichers oder Information über den Fahrzeugtyp tätigt. In den letzten beiden Fällen kann die Ladestation **1** beispielsweise anhand der eingegebenen Information die Kapazität des Energiespeichers anhand einer Lookup-Tabelle auslesen. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass die Ladestation **1** selbstständig über eine Datenverbindung zum Elektrofahrzeug derartige Information abrufen, anstatt dass diese Information seitens des Fahrzeugnutzers eingegeben wird.

[0040] Gemäß [Fig. 1](#) umfasst die Ladestation **1** zum Laden des Elektrofahrzeugs vorzugsweise nicht nur eine Wechselstrom-Ladeschnittstelle **8a**, sondern auch eine Gleichstrom-Schnellladeschnittstelle **8b** zum direkten Laden der Fahrzeugbatterie des Elektrofahrzeugs mit Gleichstrom. Von dem Zwischenspeicher **3** gelieferte Gleichspannung kann dabei ohne Wechselrichtung als Gleichspannung über die Gleichstrom-Ladeschnittstelle **8b** in den Speicher des Elektrofahrzeugs gespeist werden; es entfällt hierbei die Wandlung des von dem Zwischenspeichers **3** gelieferten Gleichstroms in Wechselstrom in der Ladestation **1** und die Wandlung des Wechselstroms in Gleichstrom im Ladegerät des Fahrzeugs. Hierdurch kann eine Schnellladefunktion zwischen den beiden Speichern umgesetzt werden, ohne dass ein Starkstromanschluss hierfür notwendig ist. Dies ist besonders in ländlichen Gegenden vorteilhaft.

[0041] Solange sich die Anlage **1** im vorstehend beschriebenen automatischen Betrieb befindet und der Nutzer keinen anderen Betriebsmodus auswählt hat, versucht die Anlage **1** automatisch, wenn Solarener-

gie zur Verfügung steht, den Zwischenspeicher **3** aufzuladen.

[0042] Neben dem automatischen Betrieb verfügt die Anlage **1** über weitere Betriebsmodi. Vorzugsweise weist die Anlage **1** folgende Betriebsmodi auf:

- Automatischer Betrieb: Nach einem zweistufigen Ansatz wird der Zwischenspeicher **3** mit der von der Photovoltaikanlage gelieferten elektrischer Energie geladen, solange der Zielladezustand SOC_{Ziel} nicht erreicht worden ist. Bei Erreichen des Zielladezustands SOC_{Ziel} wird die von der Photovoltaikanlage gelieferte Energie in das Stromnetz gespeist wird.
- Laden des Zwischenspeichers **3** mit dem von der Photovoltaikanlage gelieferten Solarstrom
- Einspeisen der der Photovoltaikanlage gelieferte Energie in das Stromnetz ohne vorheriges Laden des Zwischenspeichers **3**
- Aufladen der Batterie des Elektrofahrzeugs mit der in dem Zwischenspeicher **3** gespeicherten Energie
- Einspeisen des von der Photovoltaikanlage gelieferten Solarstroms in das Stromnetz, wobei bei Spitzenlast die in dem Zwischenspeicher **3** gespeicherte Energie zur Stützung verwendet wird.
- Einspeisen der in dem Zwischenspeicher **3** gespeicherten Energie in das Stromnetz
- direktes Einspeisen des von der Photovoltaikanlage gelieferten Solarstromes in das Elektrofahrzeug (ohne Aufladen des Zwischenspeichers)

[0043] Ferner kann optional auch ein dritter Lademodus zum Laden des Akkus des Elektromotors vorgesehen werden, bei dem statt der Energie des Zwischenspeichers **3** oder des direkt von der Photovoltaikanlage gelieferten Solarstroms Energie aus dem Stromnetz zum Laden des Elektrofahrzeugs verwendet wird.

[0044] Zum Wechsel zwischen diesen Betriebsmodi wird dem Nutzer eine MMI-Schnittstelle (MMI – Mensch-Maschine-Interface) zur Verfügung gestellt. Die MMI-Schnittstelle muss nicht zwingend in der Anlage integriert sein. Die MMI-Schnittstelle kann auch über ein externes Gerät realisiert werden, beispielsweise über ein externes Gerät (z. B. Personal Computer, Smartphone), welches mit der Anlage über eine Datenverbindung (beispielsweise WLAN, Internet etc.) in Verbindung steht. Bei der Verwendung eines Smartphones kann beispielsweise vorgesehen sein, dass der Nutzer die Anlage über eine Applikation für ein Smartphone steuert. Über die MMI-Schnittstelle kann optional auch die Anlage parametrisiert werden.

[0045] Vorzugsweise verfügt die Anlage somit über die folgenden Schnittstellen:

- die Schnittstelle **2** zu der Photovoltaikanlage zum Laden des Zwischenspeichers
- die Wechselspannungs-Schnittstelle **5** zum Einspeisen des überschüssigen Solarstromes in das Stromnetz
- die Wechselspannungs-Schnittstelle **8a** zum Anstecken des Ladekabels für das Elektrofahrzeug
- eine optionale Gleichspannungs-Schnittstelle **8b** zum direkten Laden des Fahrzeuges mit Gleichstrom (Schnelllademodus)
- eine MMI-Schnittstelle (als Teil der Ladestation **1** und/oder extern)
- eine insbesondere drahtlose Datennetz-Schnittstelle, beispielsweise zum Verbinden des Anlage **1** mit dem Internet.

[0046] Die vorstehend beschriebene Ladestation ermöglicht eine autarke und bei reiner Verwendung von Solarenergie CO₂-neutrale Energieversorgung zur Aufladung eines Elektrofahrzeugs durch den Fahrzeugnutzer über eine Photovoltaikanlage, die beispielsweise auf dem Hausdach oder auf dem Grundstück installiert ist. Bei der Verwendung von Solarenergie fallen darüber hinaus keine weiteren Kosten zur Energiebereitstellung an.

[0047] Die Ladestation ermöglicht eine gezielte Nutzung der über die Solarmodule erzeugten elektrischen Energie zur Aufladung des Zwischenspeichers so lange, bis der Zwischenspeicher einen Zielladezustand erreicht hat, insbesondere den Energieinhalt erreicht hat, der zum im Wesentlichen vollständigen Aufladen der Fahrzeugbatterie ausreicht. Anschließend erfolgt eine automatische Umschaltung in der Weise, dass der über die Solarmodule erzeugte Stroms in das Stromnetz gespeist wird.

[0048] Durch die gezielte Systemabstimmung auf die im Elektrofahrzeug verbaute Hochvolt-Batterie wird eine optimale Ausnutzung der Solarmodule gewährleistet. Die Ladestation eignet sich beispielsweise als Sonderausstattungsangebot für Elektrofahrzeuge.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 202009011929 U1 [\[0004\]](#)
- DE 102010015758 A1 [\[0005\]](#)
- DE 102009027685 A1 [\[0006\]](#)
- US 2010/0181957 A1 [\[0007\]](#)

Patentansprüche

1. Ladestation (1) zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs, umfassend

- einen elektrischen Zwischenspeicher (3),
- eine Schnittstelle (2) zum Anschluss einer Photovoltaikanlage,
- eine Elektrofahrzeug-Ladeschnittstelle (8) zum Laden eines Elektrofahrzeugs und
- eine Steuereinrichtung (7),

wobei die Steuereinrichtung (7) dazu eingerichtet ist, – den Ladezustand des Zwischenspeichers (3) während des Ladens des Zwischenspeichers mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie zu überwachen, und

- zu steuern, dass der Zwischenspeicher (3) mit von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie geladen wird, solange der Ladezustand des Zwischenspeichers (3) nicht einen Zielladezustand erreicht hat.

2. Ladestation nach Anspruch 1, wobei die Ladestation ferner umfasst:

- eine elektrische Stromnetz-Schnittstelle (5) zu einem Stromnetz,

und die Steuereinrichtung (7) dazu eingerichtet ist, zu steuern, dass von der Photovoltaikanlage gelieferte Energie über die elektrische Stromnetz-Schnittstelle (5) in das Stromnetz gespeist wird, wenn der Ladezustand den Zielladezustand erreicht hat.

3. Ladestation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die beim Zielladezustand im Zwischenspeicher (3) enthaltene Energiemenge zum im Wesentlichen vollständigen Aufladen des elektrischen Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ausreicht.

4. Ladestation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ladestation (1) zum Aufladen von Elektrofahrzeugen mit unterschiedlicher Kapazität des elektrischen Energiespeichers geeignet ist und der Zielladezustand auf die Kapazität des elektrischen Energiespeichers in dem angeschlossenen Elektrofahrzeug anpassbar ist.

5. Ladestation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der Zwischenspeicher (3) Batteriezellen (4) umfasst, welche vom gleichen Batteriezellentyp wie im Energiespeicher des Elektrofahrzeug sind.

6. Ladestation nach Anspruch 5, wobei die Batteriezellen (4) im Zwischenspeicher Batteriezellen sind, die ein oder mehrere Anforderungen für die Verwendung im Hochvoltpeicher des Elektrofahrzeugs nicht erfüllen.

7. Ladestation nach Anspruch 2 oder einem auf Anspruch 2 rückbezogenen vorhergehenden Ansprü-

che, wobei die Steuereinrichtung (7) dazu eingerichtet ist,

- zu prüfen, ob die elektrische Leistung der Photovoltaikanlage größer als ein Grenzwert für die Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers (3) ist,
- zu steuern, dass ein Teil der elektrischen Leistung der Photovoltaikanlage über die elektrische Stromnetz-Schnittstelle (5) in das Stromnetz geliefert wird, wenn die elektrische Leistung der Photovoltaikanlage größer als der Grenzwert für die Leistungsaufnahme des Zwischenspeichers ist.

8. Ladestation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Ladestation eine Gleichspannungs-Ladeschnittstelle (8b) zum Laden eines Elektrofahrzeugs mit Gleichspannung aufweist.

9. Ladestation nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die minimale Nutzspannung des Zwischenspeichers gleich oder größer als die maximale Spannung des Energiespeichers des Elektrofahrzeugs ist.

10. Verfahren zum Aufladen eines Elektrofahrzeugs, umfassend die Schritte:

- Laden eines Zwischenspeichers (3) mit von einer Photovoltaikanlage gelieferter Energie und Überwachen des Ladezustands des Zwischenspeichers während des Ladens;
- Speisen von der Photovoltaikanlage gelieferter Energie in ein Stromnetz, wenn der Ladezustand des Zwischenspeichers (3) einen Zielladezustand erreicht hat; und
- Laden des Elektrofahrzeugs mit von in dem Zwischenspeicher (3) gespeicherter Energie.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

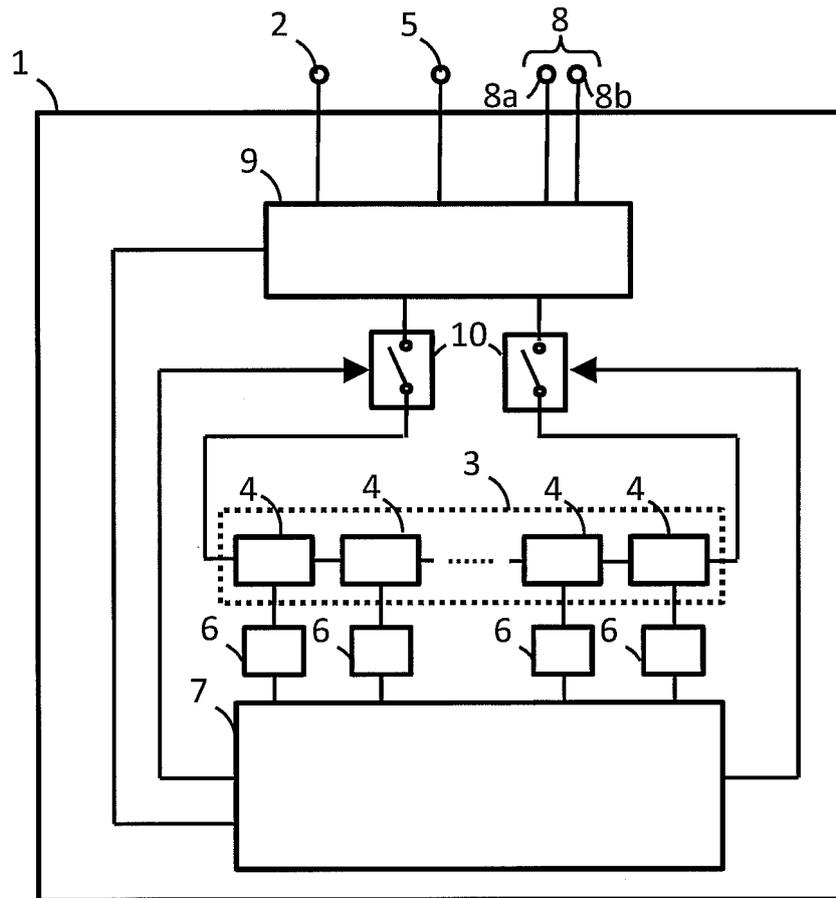


Fig. 1

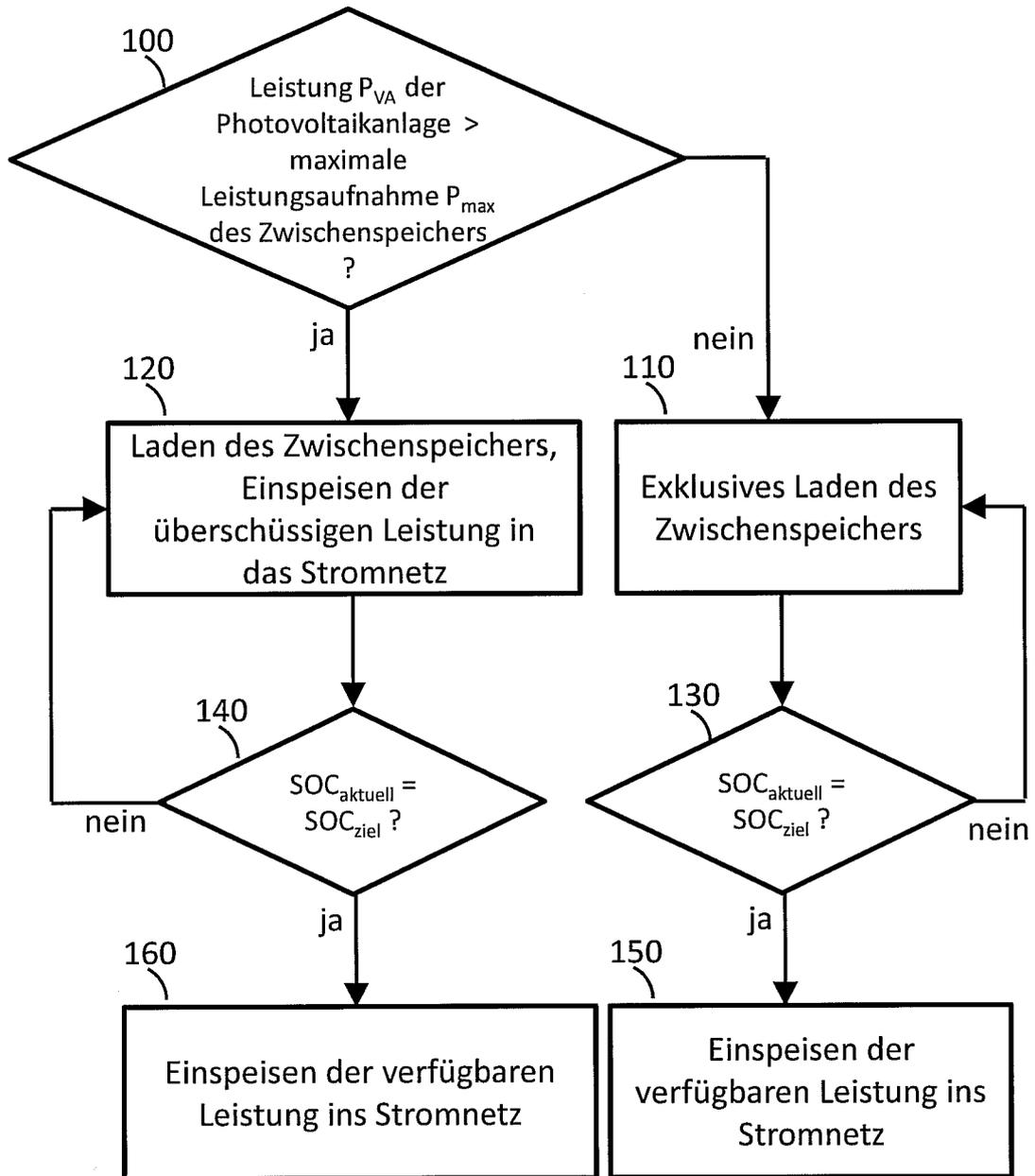


Fig. 2