

(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
09. Januar 2020 (09.01.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/007490 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H02J 3/32 (2006.01) *H02J* 7/35 (2006.01)
F02B 41/00 (2006.01) *H02J* 15/00 (2006.01)
F02B 43/12 (2006.01) *F02B* 43/10 (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/068409

(22) Internationales Anmeldedatum:
06. Juli 2018 (06.07.2018)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(71) Anmelder: BINDL, Marianne [DE/DE]; Katzelsried 11,
93464 Tiefenbach (DE).

(72) Erfinder: BINDL, Maximilian; Katzelsried 11, 93464
Tiefenbach (DE).

(74) Anwalt: 2S-IP SCHRAMM SCHNEIDER BERTA-
GNOLL PATENT- UND RECHTSANWÄLTE PART
MBB; Postfach 86 02 67, 81629 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,
SA, 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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: POWER SUPPLY SYSTEM

(54) Bezeichnung: ENERGIEVERSORGUNGSSYSTEM

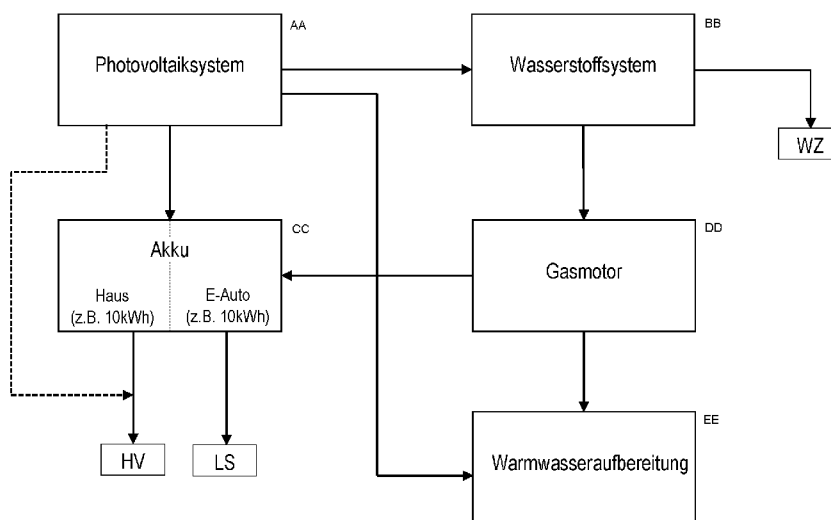


Fig. 2

AA Photovoltaic system
BB Hydrogen system
CC Rechargeable battery
Home (e.g. 10kWh) – Electric car (e.g. 10kWh)
DD Gas-powered engine
EE Hot water preparation

(57) Abstract: Disclosed is a method for controlling and adjusting a power supply system that includes - a photovoltaic system, - a hydrogen system, - a hot water system, - a rechargeable battery, and - an engine.

(57) Zusammenfassung: Bereit gestellt wird ein Verfahren zum Steuern und Regeln eines Energieversorgungssystem, das Energieversorgungssystem - ein Photovoltaiksystem, - ein Wasserstoffsystm, - ein Warmwassersystem, - einen Akkumulator und - einen Motor aufweist.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

Veröffentlicht:

- *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

Energieversorgungssystem

5

Gebiet der Erfindung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Energieversorgungssystem zur Versorgung von Gebäuden mit elektrischer und mit thermischer Energie.

10

Hintergrund der Erfindung

Es ist bekannt, Gebäudedächer mit Photovoltaikanlagen auszustatten, um das Gebäude mit elektrischer Energie zu versorgen. Ein solches aus dem Stand der Technik bekanntes System zur Versorgung eines Gebäudes mit elektrischer Energie mit Hilfe einer Photovoltaikanlage ist in **Fig. 1** gezeigt. Ein solches System besteht im Wesentlichen aus einer Photovoltaikanlage PV, die beispielsweise auf dem Dach des Gebäudes angeordnet werden kann. Die Photovoltaikanlage ist mit einem Wechselrichter WR gekoppelt, der den von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellten Gleichstrom in Wechselstrom umrichtet.

Der durch den Wechselrichter WR bereitgestellte Wechselstrom kann bei entsprechender Aufbereitung in das öffentliche Stromnetz ÖN eingespeist werden. Alternativ oder zusätzlich kann der von dem Wechselrichter WR bereitgestellte Strom den Verbrauchern in dem Gebäude zugeführt werden, etwa über den Hausverteiler HV. Darüber hinaus kann der von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte Strom in einem Akkumulator gespeichert werden. Der Akkumulator kann dem Gebäude elektrische Energie zur Verfügung stellen, wenn beispielsweise die von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte, elektrische Energie für die Stromversorgung

des Gebäudes nicht ausreicht. Der Bezug von elektrischer Energie aus dem öffentlichen Stromnetz ÖN kann dadurch zumindest solange vermieden werden, solange der Akkumulator ausreichend elektrische Energie zur Verfügung stellt.

- 5 Zur Versorgung des Gebäudes mit Wärmeenergie, etwa für die Warmwasseraufbereitung oder die Gebäudeheizung, ist es bekannt, das Gebäude beispielsweise an ein Fernwärmenetz anzuschließen oder mittels einer Gasheizung die Warmwasseraufbereitung vorzunehmen. Im Falle einer Gasheizung muss das Gebäude in der Regel an das öffentliche Gasnetz angeschlossen werden. Alternativ hierzu kann die
- 10 Warmwasseraufbereitung auch mit Hilfe einer Ölheizung erfolgen, wobei für die Bevorratung des Heizöls ein entsprechend dimensionierter Öltank in oder an dem Gebäude bereitgestellt werden muss.

- Beide Systeme, d.h. das Photovoltaiksystem und das System zum Bereitstellen der
- 15 Wärmeenergie, arbeiten unabhängig voneinander und werden auch unabhängig voneinander betrieben. Das bedeutet, dass der Einsatz dieser genannten Systeme einerseits nicht aufeinander abgestimmt ist und andererseits mögliche Synergien nicht genutzt werden.

- 20 Ein weiterer Nachteil der vorstehend genannten Systeme liegt darin, dass das Gebäude an die öffentliche Infrastruktur (öffentliches Stromnetz, Fernwärmenetz, Gasnetz) angeschlossen sein muss, sodass der Inhaber bzw. Eigentümer des Gebäudes von dem jeweiligen Versorger abhängig ist. Eine autarke Versorgung des Gebäudes mit elektrischer und thermischer Energie ist damit nahezu nicht möglich.

25

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, Lösungen bereitzustellen, die eine autarke Versorgung von Gebäuden mit elektrischer und thermischer Energie ermöglichen, ohne dass die Gebäude an die öffentliche Versorgungsinfrastruktur angeschlossen sein müssen.

5

Erfindungsgemäße Lösung

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einem System und einem Verfahren nach
10 den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den jeweiligen abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bereitgestellt wird demnach ein Verfahren zum Steuern und Regeln eines Energieversorgungssystem, wobei das Energieversorgungssystem

- 15 - ein Photovoltaiksystem,
- ein Wasserstoffsystem,
- ein Warmwassersystem, und
- einen Motor
umfasst, wobei
- 20 - das Photovoltaiksystem eine Photovoltaikanlage, einen mit der Photovoltaikanlage gekoppelten Wechselrichter und einen mit dem Wechselrichter und/oder mit der Photovoltaikanlage gekoppelten Schutzmechanismus umfasst,
- das Wasserstoffsystem eine Wasserstofferzeugungseinrichtung, einen Wasserstofftank und eine Wasserstoffaufbereitungseinrichtung umfasst, wobei
- 25 - mit der Wasserstofferzeugungseinrichtung Wasserstoff erzeugt wird,
- der erzeugte Wasserstoff in dem Wasserstofftank gespeichert wird, und
- mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung der in dem Wasserstofftank gespeicherte Wasserstoff für den Motor aufbereitet wird,
- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank mit einem Heizsystem umfasst,
30 fasst,
wobei

- der Motor mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung gekoppelt ist, wobei der Motor mit dem aufbereiteten Wasserstoff betrieben wird,
- das Photovoltaiksystem über einen ersten Schaltschrank oder über eine erste Steuerung mit dem Wasserstoffsystem gekoppelt wird,
- 5 - das Photovoltaiksystem über den ersten Schaltschrank oder über die erste Steuerung mit dem Warmwassersystem gekoppelt ist, wobei über den ersten Schaltschrank oder über die erste Steuerung der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom dem Heizsystem zugeführt wird,
- wobei ein zweiter Schaltschrank oder eine zweite Steuerung vorgesehen ist, die
10 mit der Wasserstofferzeugungseinrichtung, mit dem Motor, mit dem Wasserstofftank und mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung gekoppelt wird, und wobei der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung
 - den von dem Photovoltaiksystem erzeugten elektrischen Strom zum Speichern
15 einem Akkumulator zuführt oder zum Verbrauch einem Hausverteiler zuführt,
 - den von dem Photovoltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom
 - dem Wasserstoffsystem zum Erzeugen von Wasserstoff und/oder
 - dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank befindlichen Wassers
- 20 zuführt,
- den in dem Akkumulator gespeicherten elektrischen Strom zum Verbrauch dem Hausverteiler zuführt, wenn das Photovoltaiksystem nicht ausreichend elektrischen Strom für die an dem Hausverteiler angeschlossenen Verbraucher liefert, und
- 25 - den Motor startet, um mit einem Generator des Motors elektrischen Strom zu erzeugen und den erzeugten elektrischen Strom dem Hausverteiler oder dem Akkumulator zuführt.

Vorteilhaft ist es, wenn der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung die
30 Wasserstofferzeugung, die Wasserstoffaufbereitung und die Zufuhr des aufbereiteten Wasserstoffes zu dem Motor zu steuert.

Weiter vorteilhaft ist es, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung den Motor startet, um mit einem Generator des Motors elektrischen Strom zu erzeugen und den erzeugten elektrischen Strom dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank befindlichen Wassers zuführt, wenn der von dem Photovoltaiksystem und/oder von dem Akkumulator bereitgestellte elektrische Strom nicht ausreicht, um das Wasser auf eine vorbestimmte Temperatur zu erwärmen.

Vorteilhaft ist es zudem, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung den Motor startet, um mit der von dem Motor abgegebenen thermischen Energie das in dem Wassertank befindliche Wasser zu erwärmen.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die thermische Energie des Motors

- über einen Wärmetauscher, der mit einem Kühler des Motors und mit dem Wassertank gekoppelt ist, und/oder
- über ein Brennwertgerät, das mit einem Auspuff des Motors und mit dem Wassertank gekoppelt ist,

dem Wasser in dem Wassertank zugeführt wird.

Vorteilhaft ist es, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung über eine Kommunikationsverbindung mit dem zweiten Schaltschrank oder der zweiten Steuerung verbunden ist, wobei über die Kommunikationsverbindung Daten ausgetauscht werden, die für die Steuerung des Energieversorgungssystems benötigt werden.

Weiter kann es vorteilhaft sein, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung den von dem Photo-

voltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom dann dem Wasserstoffsystem zum Erzeugen von Wasserstoff zuführt, wenn das in dem Wassertank befindliche Wasser eine vorbestimmte Temperatur erreicht hat.

- 5 In einer Ausgestaltung der Erfindung kann es vorteilhaft sein, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung den von dem Photovoltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank befindlichen Wassers zuführen, wenn das in dem Wassertank befindliche Wasser
10 eine vorbestimmte Temperatur erreicht hat und der Wasserstofftank vollständig gefüllt ist, wobei das Wasser in dem Wassertank auf eine Temperatur oberhalb der vorbestimmten Temperatur erwärmt wird.

- In dem Wassertank kann ein Temperatursensor angeordnet sein, wobei das Zuführen des elektrischen Stromes zu dem Warmwassersystem in Abhängigkeit von der
15 gemessenen Temperatur erfolgt.

- Vorteilhaft ist es, wenn der erste Schaltschrank oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank oder die zweite Steuerung einer Starterbatterie des Motors elektrischen Strom zuführt, um die Starterbatterie zu laden.
20

- Das Energieversorgungssystem kann eine Wasserstoffzapfsäule aufweisen, die mit dem Wasserstofftank und/oder mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung gekoppelt ist, wobei der Wasserstoffzapfsäule Wasserstoff aus dem Wasserstofftank oder
25 aufbereiteter Wasserstoff aus der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung zum Betanken eines mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeuges zugeführt wird.

- Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn die dem Fahrzeug zugeführte Wasserstoffmenge über eine Abrechnungseinrichtung der Wasserstoffzapfsäule abgerechnet wird.
30

Das Energieversorgungssystem kann eine Ladestation zum Laden eines Energiespeichers eines elektrisch betriebenen Fahrzeuges aufweisen, wobei der Ladestation der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom direkt zugeführt wird und/oder der in dem Akkumulator gespeicherte elektrische Strom zugeführt wird, wobei zunächst der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom direkt der Ladestation zugeführt wird und der in dem Akkumulator gespeicherte elektrische Strom nur dann der Ladestation zugeführt wird, wenn das Photovoltaiksystem nicht genügend elektrischen Strom zum Aufladen des Energiespeichers des Fahrzeuges bereitstellt.

10

Der dem Fahrzeug zugeführte elektrische Strom kann über eine Abrechnungseinrichtung der Ladestation abgerechnet werden.

15

Kurzbeschreibung der Figuren

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sowie konkrete Ausführungsbeispiele der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigt:

20

Fig. 1 ein Blockschaltbild eines Photovoltaiksystems nach dem Stand der Technik;

Fig. 2 die wesentlichen Elemente des erfindungsgemäßen Systems als Blockschaltbild;

25

Fig. 3 ein detailliertes Blockschaltbild des erfindungsgemäßen Systems;

Fig. 4 ein erstes Teilsystem des erfindungsgemäßen Systems umfassend das Photovoltaiksystem, das Wasserstoffsystem und den Gasmotor; und

Fig. 5 ein zweites Teilsystem des erfindungsgemäßen Systems umfassend das Photovoltaiksystem und die Warmwasseraufbereitung.

30

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Fig. 2 zeigt als Blockschaltbild die wesentlichen Komponenten des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems, mit dem eine autarke Versorgung von Gebäuden mit elektrischer und thermischer Energie ermöglicht wird.

Im Wesentlichen umfasst das erfindungsgemäße Energieversorgungssystem ein Photovoltaiksystem, einen mit dem Photovoltaiksystem gekoppelten Akkumulator zum Speichern des von dem Photovoltaiksystem bereitgestellten elektrischen Stroms, ein Wasserstoffsystem zum Erzeugen von Wasserstoff und zur Aufbereitung des erzeugten Wasserstoffes für den Gasmotor, einen Gasmotor, dem der von dem Wasserstoffsystem erzeugte und aufbereitete Wasserstoff zugeführt wird, und eine Warmwasseraufbereitung, mit der Warmwasser für das Gebäude bereitgestellt wird.

Der von dem Photovoltaiksystem erzeugte Strom wird in dem Akkumulator gespeichert, von wo aus er dem Hausverteiler HV zugeführt werden kann. Vom Hausverteiler HV aus wird der elektrische Strom in an sich bekannter Weise bis zu den elektrischen Verbrauchern im Gebäude geführt. Alternativ oder zusätzlich kann der von dem Photovoltaiksystem erzeugte Strom auch direkt dem Hausverteiler HV zugeführt werden, d.h. er wird nicht in dem Akkumulator gespeichert.

Der Akkumulator kann auch elektrischen Strom zum "Betanken" eines E-Autos zur Verfügung stellen. Hierbei kann der Akkumulator mit einer Ladestation LS gekoppelt sein. Alternativ oder zusätzlich kann der von dem Photovoltaiksystem erzeugte Strom auch direkt der Ladestation LS zugeführt werden, d.h. er wird nicht in dem Akkumulator gespeichert.

Wird der elektrische Strom des Akkumulators sowohl dem Hausverteiler als auch der Ladestation LS zugeführt, dann sollte der Akkumulator entsprechend größer

dimensioniert werden. Vorteilhaft ist es hierbei wenn der Akkumulator beispielsweise 10 kWh für den Hausverteiler und 10 kWh für die Ladestation zur Verfügung stellt. Der Akkumulator kann hierbei modular so aufgebaut sein, dass er n (z.B. vier) Speichermodule mit einer bestimmten Nennkapazität aufweist, wobei jedes Speichermodul austauschbar sein kann. Zudem kann der Akkumulator um weitere Speichermodule erweitert werden, etwa wenn zusätzliche Verbraucher im Haus vorgesehen werden oder mehr als ein E-Auto gleichzeitig geladen werden sollen.

Die Steuerung des erfindungsgemäßen Systems ist hierbei so vorgesehen, dass zuerst die Speichermodule für den Hausverteiler HV vollständig geladen werden, bevor die Speichermodule für das Laden der E-Autos geladen werden. Damit wird der Hausverteiler priorisiert behandelt.

Es kann auch ein Akkumulator mit lediglich einem Speichermodul vorgesehen sein. In diesem Fall ist die Steuerung des erfindungsgemäßen Systems so ausgestaltet, dass ein E-Auto nur so lange mit dem Akkumulator geladen werden kann, solange ein bestimmter Ladewert des Akkumulators nicht unterschritten wird. Dadurch wird ebenfalls gewährleistet, dass für den Hausverteiler immer genügend elektrische Energie von dem Akkumulator zur Verfügung gestellt werden kann.

Eine Steuereinheit, die mit Bezug auf Fig. 3 näher beschrieben wird, kann so ausgelegt sein, dass sie selbständig entscheidet, ob der von dem Photovoltaiksystem bereitgestellte elektrische Strom dem Akkumulator zugeführt und dort gespeichert wird, oder ob der Strom direkt dem Hausverteiler HV / Ladestation LS zugeführt wird. Beispielsweise kann diese Steuereinheit so ausgelegt sein, dass sie die elektrischen Verbraucher in dem Gebäude priorisiert behandelt, d.h. beispielsweise bei einem erhöhten Bedarf an elektrischer Energie den von dem Photovoltaiksystem erzeugten Strom nicht in dem Akkumulator speichert, sondern direkt dem Hausverteiler HV zuführt. Überschüssiger Strom kann hingegen im Akkumulator gespeichert werden.

Ferner ist es gemäß der Erfindung vorgesehen, dass der von dem Photovoltaiksystem erzeugte Strom (oder ein Teil des von dem Photovoltaiksystem erzeugten Stroms) dem Wasserstoffsystem zugeführt wird. Mit dem Wasserstoffsystem wird Wasserstoff erzeugt, beispielsweise mittels Wasserelektrolyse, wofür elektrischer Strom benötigt ist. Der von dem Wasserstoffsystem erzeugte Wasserstoff wird mittels einer Wasserstoffaufbereitung so aufbereitet, dass er im Gasmotor des erfindungsgemäßen Systems als Kraftstoff verwendet werden kann. Beispielsweise kann bei der Wasserstoffaufbereitung dem erzeugten Wasserstoff Sauerstoff zugegeben werden, um ein für den Gasmotor optimales und homogenes Kraftstoff-Gemisch zu erhalten. Zusätzlich oder alternativ kann der erzeugte Wasserstoff auch in Wasserstofftanks gelagert bzw. gespeichert werden.

Das Wasserstoffsystem kann mit einer Wasserstoffzapfsäule WZ gekoppelt sein, um mit Wasserstoff betriebene Automobile zu betanken.

Mit dem Gasmotor, der mit dem von dem Wasserstoffsystem erzeugten Wasserstoff betrieben wird, wird die Warmwasseraufbereitung für das Gebäude durchgeführt. Beispielsweise kann der Wasserkreislauf des Kühlers des Gasmotors genutzt werden, um über einen Wärmetauscher thermische Energie dem Wasserkreislauf des Gebäudes zuführen. Alternativ oder zusätzlich kann mit einem Generator, der von dem Gasmotor betrieben wird, auch ein Heizstab betrieben werden, mit dem in einem Wassertank befindliches Wasser erwärmt wird.

Zusätzlich oder alternativ kann der Generator des Gasmotors auch mit dem Akkumulator gekoppelt sein, um den Akkumulator aufzuladen, etwa dann, wenn das Photovoltaiksystem aufgrund schlechter Witterungsbedingungen oder nachts keinen elektrischen Strom erzeugt. Der von dem Akkumulator erzeugte elektrische Strom kann auch direkt dem Hausverteiler zugeführt werden.

Darüber hinaus ist es erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Strom des Photovoltaiksystems (oder ein Teil des von dem Photovoltaiksystem erzeugten Stroms) für

die Warmwasseraufbereitung verwendet wird. Hierzu kann das Photovoltaiksystem direkt mit der Warmwasseraufbereitung gekoppelt sein, beispielsweise mit einem oder mehreren Heizstäben eines Wassertanks, zum Aufheizen des sich im Wassertank befindlichen Wassers.

5

Wie aus Fig. 2 ersichtlich, wird mit den dort gezeigten Komponenten und dem erfindungsgemäßen Zusammenwirken der einzelnen Komponenten (inklusive der dafür erforderlichen Steuerung) eine autarke Versorgung eines Gebäudes mit elektrischer und thermischer Energie ermöglicht. Weder für die elektrische noch für die thermische Energie sind Anschlüsse an die öffentliche Versorgungsinfrastruktur notwendig. Diese autarke Versorgung eines Gebäudes mit elektrischer und thermischer Energie wird aufgrund des nachfolgend beschriebenen Ablaufs möglich:

10

- Das Photovoltaiksystem erzeugt elektrischen Strom, der im Akkumulator gespeichert wird, oder alternativ dem Hausverteiler HV zum Verbrauch zugeführt wird.

15

- Erzeugt das Photovoltaiksystem überschüssige elektrische Energie, wird diese verwendet, um mit Hilfe des Wasserstoffsystems Wasserstoff zu erzeugen, der in einem Wasserstofftank gespeichert werden kann und bei Bedarf aus dem Wasserstofftank dem Gasmotor zugeführt werden kann. Darüber hinaus kann der von dem Photovoltaiksystem erzeugte überschüssige Strom für die Warmwasseraufbereitung verwendet werden.

20

Wofür der überschüssige Strom des Photovoltaiksystems verwendet wird, wird mit Hilfe einer intelligenten Steuereinrichtung entschieden. Wenn beispielsweise das Wasser in dem Wassertank bereits die Höchsttemperatur erreicht hat, kann die Steuerung veranlassen, dass mit dem überschüssigen Strom Wasserstoff erzeugt wird. Die Steuerung kann hier so eingestellt sein, dass zunächst das Wasser in dem Wassertank auf eine Maximaltemperatur gebracht wird, bevor mit dem überschüssigen Strom des Photovoltaiksystems Wasserstoff erzeugt

25

30

5 wird. Ferner kann die Steuerung so eingestellt sein, dass für den Fall, dass das Wasser in dem Tank bereits die Höchsttemperatur erreicht hat und die Wasserstofftanks voll sind, die maximal zulässige Höchsttemperatur des Wassers im Wassertank kurzzeitig erhöht werden kann, um mit dem überschüssigen Strom des Photovoltaiksystems das Wasser noch weiter zu erhitzen.

- Liefert das Photovoltaiksystem keinen elektrischen Strom, wird der im Gebäude benötigte Strom vom Akkumulator bereitgestellt. Zusätzlich oder alternativ kann der benötigte Strom auch vom Generator des Gasmotors bereitgestellt werden.
- 10
- Liefert das Photovoltaiksystem keinen elektrischen Strom und unterschreitet die Temperatur des Wassers im Wasserstofftank eine vorbestimmte Minimaltemperatur, veranlasst die intelligente Steuerung das Starten des Gasmotors, mit dessen Hilfe das Wasser in dem Wassertank erwärmt wird. Die von einem Generator des Gasmotors bereitgestellte, elektrische Energie kann neben dem Erwärmen
- 15 des Wassers auch zum Aufladen des Akkumulators verwendet werden.

Gemäß einer in Fig. 2 nicht gezeigten Ausgestaltung der Erfindung kann es zudem vorgesehen sein, dass die in dem Akkumulator gespeicherte elektrische Energie

20 zum Aufwärmen des Wassers in dem Wassertank verwendet wird. Dies kann beispielsweise dann vorteilhaft sein, wenn der Gasmotor ausfällt und das Photovoltaiksystem keinen elektrischen Strom liefert und die Minimaltemperatur des Wassers in dem Wassertank unterschritten wird. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dass sämtliche Bedingungen eintreten, die ein Erwärmen des Wassers mit dem Akkumulator

25 notwendig machen, ist allerdings äußerst gering, sodass dies lediglich als Notfalllösung angesehen wird.

Die genannte Ladestation LS und/oder die genannte Wasserstoffzapfsäule WZ können ein Abrechnungssystem aufweisen oder mit einem Abrechnungssystem gekop-

pelt sein, um den entnommenen elektrischen Strom bzw. den entnommenen Wasserstoff direkt bezahlen zu können, beispielsweise mittels einer Kreditkarte oder dergleichen.

5 **Fig. 3** zeigt eine detaillierte Darstellung des in Fig. 2 gezeigten Blockschaltbildes.

Das Photovoltaiksystem umfasst eine Photovoltaikanlage PV, die im Wesentlichen aus einem Verbund von Solarmodulen besteht und beispielsweise auf einem Dach eines Gebäudes montiert werden kann. Der von der Photovoltaikanlage erzeugte
10 Gleichstrom wird einem Wechselrichter WR zugeführt, der in an sich bekannter Weise den Gleichstrom in Wechselstrom umrichtet.

Über eine Schutzeinrichtung SM, die optional vorgesehen sein kann und mit der beispielsweise die Photovoltaikanlage vom restlichen Stromnetz getrennt werden
15 kann, wird der Wechselstrom einem ersten Schaltschrank SS1 zugeführt. Der erste Schaltschrank SS1 weist eine erste Steuerung auf, mit der die Verwendung des elektrischen Stroms in dem erfindungsgemäßen Energieversorgungssystem gesteuert bzw. geregelt wird. Die Funktionsweise der ersten Steuerung und der in einem zweiten Schaltschrank SS2 untergebrachten zweiten Steuerung wird weiter unten
20 näher beschrieben.

Der dem ersten Schaltschrank SS1 zugeführte Strom der Photovoltaikanlage kann dem Akkumulator zugeführt werden, wo er gespeichert wird. Der Akkumulator kann dann den für die im Gebäude vorhandenen elektrischen Verbraucher benötigten
25 Strom über den Hausverteiler HV zur Verfügung stellen. Gegebenenfalls wird hierfür der aus dem Akkumulator entnommen Gleichstrom in Wechselstrom umgerichtet.

Alternativ kann der von dem Schaltschrank SS1 abfließende Strom auch direkt dem
30 Hausverteiler HV zugeführt werden.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems kann in diesem eine Ladestation LS zum Aufladen von Elektrofahrzeugen vorgesehen sein. In diesem Fall kann der Strom direkt von dem Schaltschrank SS1 der Ladestation LS zugeführt werden. Alternativ kann der Strom für die Ladestation LS auch von
5 dem Akkumulator bereitgestellt werden.

In einer Ausgestaltung der Erfindung kann die Ladestation LS so ausgestaltet sein, dass diese im Bedarfsfall elektrische Energie an das Energieversorgungssystem abgeben kann, sofern ein Elektrofahrzeug mit der Ladestation LS gekoppelt ist. Der
10 Akkumulator des Elektrofahrzeuges kann so als zusätzlicher Stromspeicher für das erfindungsgemäße Energieversorgungssystem verwendet werden.

Ausgangsseitig ist der Schaltschrank SS1 zudem mit einem Wasserstoffsystem gekoppelt, um dem Wasserstoffsystem die für das Erzeugen von Wasserstoff notwendige Energie zuzuführen. Das Wasserstoffsystem besteht hier im Wesentlichen aus
15 einer Einrichtung WE zum Erzeugen von Wasserstoff, etwa mittels Wasserelektrolyse, einem Wasserstofftank WT, in dem der erzeugte Wasserstoff gespeichert wird, und einer Wasserstoffaufbereitung WA, mit der der in dem Wasserstofftank WT gespeicherte Wasserstoff für die Verwendung als Kraftstoff in dem Gasmotor GM
20 aufbereitet wird. In der Regel ist die erste Steuerung des ersten Schaltschranks SS1 so eingestellt, dass der von der Photovoltaikanlage erzeugte Strom dann zur Herstellung von Wasserstoff verwendet wird, wenn dieser Strom nicht anderweitig verwendet werden muss.

Der Wasserstoffaufbereitung WA ist ein Gasmotor GM nachgeschaltet, dem der aufbereitete Wasserstoff als Treibstoff zugeführt wird. Der Gasmotor GM ist in erster Linie dazu vorgesehen, mittels eines Generators G elektrischen Strom zu erzeugen, mit dem das Wasser in einem Wassertank T erwärmt werden kann, beispielsweise über Heizstäbe HS. Die Steuerung des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems kann so ausgelegt sein, dass das Wasser in dem Tank T jedenfalls
30 dann mittels des Generators G des Gasmotors GM erwärmt wird, wenn der von der

Photovoltaikanlage PV bereitgestellte elektrische Strom für das Erwärmen des Wassers nicht ausreicht, oder die Photovoltaikanlage PV keinen Strom erzeugt.

Um den Wirkungsgrad des Gasmotors GM zu erhöhen, ist es zudem vorgesehen, den Kühler K des Gasmotors GM über einen Wärmetauscher W mit dem Wassertank T zu koppeln. Über einen Vorlauf VL und einen Rücklauf RL wird die Kühlflüssigkeit des Kühlers K dem Wärmetauscher W zugeführt, sodass die thermische Energie des Kühlers bzw. der Kühlerflüssigkeit an das Wasser des Wassertanks T abgegeben werden kann, wobei auch der Wassertank T über einen entsprechenden Vorlauf VL und einen Rücklauf RL mit dem Wärmetauscher W gekoppelt ist.

Zudem kann es vorteilhafter Weise vorgesehen sein, die Abgase des Gasmotors GM ebenfalls zum Erwärmen des Wassers in dem Wassertank T zu verwenden, wodurch der gesamte Wirkungsgrad des Gasmotors GM nochmals verbessert wird. Hierzu werden die aus dem Auspuff A des Gasmotors GM austretenden Abgase einem Brennwertgerät BW zugeführt. Typischerweise liegen die Temperaturen der Abgase bei Erreichen des Brennwertgerätes BW bei etwa zwischen 230°C und 270°C.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des Brennwertgerätes BW weist dieses ein Gehäuse mit einer darin angeordneten Rohrschlange auf. Das Rohr kann in dem Gehäuse spiralförmig verlaufen, sodass eine möglichst große Rohroberfläche in dem Gehäuse des Brennwertgerätes BW gebildet wird. Dem Rohr werden die Abgase des Gasmotors GM zugeführt. Die zugeführten Abgase werden im Gehäuse abgekühlt und verlassen das Gehäuse am anderen Ende des Rohres mit einer Temperatur von etwa zwischen 40°C und 70°C. Idealerweise werden die das Brennwertgerät BW verlassenden Abgase einem Kamin zugeführt. Ferner ist das Brennwertgerät BW über einen Vorlauf VL und einen Rücklauf RL mit dem Wassertank T gekoppelt, sodass die thermische Energie der Abgase des Gasmotors an das Wasser im Wassertank T abgegeben werden kann.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Gasmotors GM wird also nicht nur über den Generator G das Wasser im Wassertank T erwärmt, sondern auch mit Hilfe des Kühlers K und der Abgase des Gasmotors, sodass eine besonders effiziente Erwärmung des Wassers erreicht wird.

5

Wie vorstehend erläutert, ist der Gasmotor GM zum Erwärmen des Wassers im Wassertank T dann vorgesehen, wenn der von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte elektrische Strom zum Aufheizen des Wassers nicht ausreicht. Es kann allerdings vorteilhaft sein, wenn das Wasser in dem Wassertank T sowohl mit Hilfe des Gasmotors GM als auch mit Hilfe des Stroms der Photovoltaikanlage PV erhitzt wird, etwa dann, wenn der Warmwasserverbrauch besonders hoch ist und die Wassertemperatur im Wassertank T bereits nahe der minimalen Wassertemperatur ist bzw. die minimale Wassertemperatur zu unterschreiten droht. Wann welches System (Photovoltaikanlage PV oder Gasmotor GM oder beide) zum Aufheizen des Wassers in dem Wassertank T verwendet wird, wird durch die erste Steuerung SS1 und die zweite Steuerung SS2 des Energieversorgungssystems gesteuert.

Der von dem Generator G erzeugte, elektrische Strom kann nach einer entsprechenden Gleichrichtung auch dem Akkumulator zugeführt und dort gespeichert werden.

20

Ferner kann die Starterbatterie SB des Gasmotors GM auch mit dem ersten Schaltschrank SS1 gekoppelt sein, um mit dem Strom der Photovoltaikanlage PV die Starterbatterie bei Bedarf aufzuladen. Sollte die Photovoltaikanlage PV keinen Strom liefern, kann es auch vorgesehen sein, die Starterbatterie SB des Gasmotors GM mit dem Strom aus dem Akkumulator aufzuladen (in Fig. 3 nicht gezeigt).

Der von dem Generator G des Gasmotors GM erzeugte Strom kann auch der Laststation LS zugeführt werden.

In einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems kann in diesem eine Wasserstoffzapfsäule WZ zum Betanken von mit Wasserstoff betriebenen Elektrofahrzeugen vorgesehen sein. Die Wasserstoffzapfsäule WZ kann hierbei direkt mit dem Wasserstofftank gekoppelt sein, dem der benötigte Wasserstoff entnommen wird. Alternativ kann die Wasserstoffzapfsäule WZ auch mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung WA gekoppelt sein, die den Wasserstoff für das Betanken des Fahrzeuges aufbereitet. Die Wasserstoffaufbereitungseinrichtung WA ist hierbei so ausgestaltet, dass sie den Wasserstoff sowohl für den Gasmotor GM als auch für die Wasserstoffzapfsäule WZ aufbereiten kann. Die Abrechnung des mittels der Wasserstoffzapfsäule WZ entnommenen Wasserstoffes kann mit Hilfe einer Abrechnungseinheit realisiert werden, die Bestandteil der Wasserstoffzapfsäule WZ ist oder die mit der Wasserstoffzapfsäule WZ gekoppelt ist. Das Bezahlen selbst kann beispielsweise mit einer Kreditkarte oder dergleichen durchgeführt werden.

15

Steuerung des Energieversorgungssystems

Nachfolgend wird die Funktionsweise des ersten Schaltschranks SS1 bzw. der ersten Steuerung und des zweiten Schaltschranks SS2 bzw. der zweiten Steuerung näher beschrieben, mit denen das gesamte, erfindungsgemäße Energieversorgungssystem gesteuert bzw. geregelt wird.

20

Der erste Schaltschrank SS1 und der zweite Schaltschrank SS2 sind über eine Kommunikationsverbindung KV miteinander verbunden. Die (nicht alle) Steuer- bzw. Signalleitungen sind in Fig. 3, Fig. 4 und Fig. 5 als gestrichelte Pfeile dargestellt.

25

Mit dem ersten Schaltschrank SS1 bzw. der ersten Steuerung wird im Wesentlichen das in Fig. 5 gezeigte Subsystem (Warmwasseraufbereitung mit Hilfe der Photovoltaikanlage) gesteuert und geregelt. Mit dem zweiten Schaltschrank SS2 bzw. der

zweiten Steuerung wird im Wesentlichen das in Fig. 4 gezeigte Subsystem (Erzeugen von Wasserstoff mit Hilfe der Photovoltaikanlage und Betreiben eines Gasmotors mit dem erzeugten Wasserstoff) gesteuert bzw. geregelt.

- 5 Anzumerken ist hierbei, dass die in Fig. 4 und in Fig. 5 gezeigten Subsysteme getrennt voneinander betrieben werden können und nicht notwendigerweise in dem in Fig. 3 gezeigten Gesamtsystem implementiert werden müssen. Für eine vollkommen autarke Versorgung eines Gebäudes mit elektrischer und thermischer Energie ist es allerdings vorteilhaft, wenn beide Subsysteme in einem Energieversorgungssystem implementiert und in entsprechender Weise aufeinander abgestimmt sind,
10 was durch die erfindungsgemäße Steuerung bewerkstelligt wird.

- Dem ersten Schaltschrank SS1 wird der von der Photovoltaikanlage PV erzeugte Strom zugeführt. Der erste Schaltschrank SS1 stellt diesen elektrischen Strom den
15 einzelnen Komponenten des gesamten Energieversorgungssystems zur Verfügung, wobei die erste Steuerung in dem ersten Schaltschrank SS1 steuert bzw. regelt, welcher Komponente wann und wieviel Strom zur Verfügung gestellt wird.

- Die einzelnen Komponenten in dem Gesamtsystem können Sensoren aufweisen,
20 die der ersten Steuerung entsprechende Sensordaten bereitstellen. Mit Hilfe dieser Sensordaten kann die erste Steuerung die einzelnen Komponenten des Gesamtsystems bzw. das Gesamtsystem als Ganzes steuern bzw. regeln. So kann beispielsweise der Wassertank T über entsprechende Temperaturfühler verfügen, die der ersten Steuerung die Wassertemperatur mitteilen. Der Wasserstofftank WT kann
25 etwa einen Füllstandsensor aufweisen, der der ersten Steuerung den aktuellen Füllstand mitteilt.

- Die Steuerung bzw. die Regelung der Wasserstoffherzeugung wird in der Regel allerdings von der zweiten Steuerung in den zweiten Schaltschrank SS2 übernommen.
30 Die zweite Steuerung kann der ersten Steuerung über die Kommunikations-

verbindung KV den aktuellen Füllstand in den Wasserstofftanks WT mitteilen. Andererseits kann die erste Steuerung der zweiten Steuerung mitteilen, dass die Photovoltaikanlage PV überschüssigen Strom bereitstellt, der für die Erzeugung von Wasserstoff verwendet werden könnte. Ferner kann die erste Steuerung den aktuellen Ladestand der Akkumulatoren abfragen.

Die wesentlichen Parameter des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems, mit denen die erste Steuerung in dem ersten Schaltschrank SS1 das System steuert bzw. regelt, sind:

- der aktuelle von der Photovoltaikanlage PV erzeugte Strom bzw. Strommenge,
- der aktuelle Ladestand der Akkumulatoren,
- der aktuelle Füllstand der Wasserstofftanks, und
- die aktuelle Wassertemperatur des Wassers in den Wassertanks.

Anhand dieser vier Parameter kann die erste Steuerung in dem ersten Schaltschrank SS1 entscheiden, wann welchem Modul wieviel Strom zur Verfügung gestellt wird. Zudem kann die erste Steuerung anhand dieser vier Parameter entscheiden, welche Komponente (Photovoltaikanlage PV oder Akkumulator) den Strom zur Verfügung stellen soll.

20

Ein weiterer wichtiger Parameter für die Steuerung bzw. Regelung durch die erste Steuerung ist der aktuelle Energiebedarf der elektrischen Verbraucher in dem Gebäude.

Die erste Steuerung und die zweite Steuerung sind so aufeinander abgestimmt, dass zu jedem Zeitpunkt ausreichend elektrische Energie für die elektrischen Verbraucher in dem Gebäude und ausreichend Warmwasser (z.B. für Heizungen in dem Gebäude) zur Verfügung steht. Diese beiden Anforderungen werden demnach mit höchster Priorität erfüllt, d.h. beispielsweise, dass Strom der Photovoltaikanlage PV erst dann etwa zum Herstellen von Wasserstoff verwendet wird, wenn die Versorgung der elektrischen Verbraucher in dem Gebäude ausreichend sichergestellt ist.

Zur Versorgung der elektrischen Verbraucher in dem Gebäude mit elektrischem Strom kann die erste Steuerung gemäß dem nachfolgend beschriebenen Verfahren arbeiten:

5

- Die erste Steuerung veranlasst den ersten Schaltschrank SS1 (d.h. die in dem Schaltschrank untergebrachte Elektronik) dazu, den von der Photovoltaikanlage bereitgestellten elektrischen Strom direkt dem Hausverteiler HV zuzuführen.

10 - Sofern dann noch überschüssige elektrische Energie von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellt wird, veranlasst die erste Steuerung ein Laden des Akkumulators mit dieser überschüssigen elektrischen Energie. Die überschüssige elektrische Energie der Photovoltaikanlage wird zunächst immer zum Aufladen der Akkumulatoren verwendet, sodass mit Hilfe der Akkumulatoren die Versorgung des Gebäudes mit elektrischem Strom über einen vorbestimmten Zeitraum (beispielsweise nachts) in jedem Fall gewährleistet werden kann. Die Akkumulatoren sind hierfür entsprechend dimensioniert.

15 - Reicht der von der Photovoltaikanlage PV erzeugte Strom für die elektrischen Verbraucher in dem Gebäude nicht aus, wird die Stromversorgung des Gebäudes vom Akkumulator übernommen. Die von der Photovoltaikanlage bereitgestellte Energie wird dann zum Laden des Akkumulators verwendet.

20 - Steht für die elektrischen Verbraucher in dem Gebäude genügend elektrische Energie zur Verfügung und ist der Akkumulator vollständig bzw. ausreichend geladen, wird der überschüssige Strom der Photovoltaikanlage entweder zum Aufheizen des Wassers in dem Wassertank T oder zum Herstellen von Wasserstoff verwendet.

25 - Ob dieser überschüssige Strom zum Erwärmen des Wassers oder zum Erzeugen von Wasserstoff bereitgestellt wird, kann die erste Steuerung von der aktuellen

Wassertemperatur und von dem aktuellen Füllstand der Wasserstofftanks abhängig machen. Weist beispielsweise das Wasser in dem Wassertank eine Temperatur nahe der zulässigen Minimaltemperatur auf und sind die Wasserstofftanks WT ausreichend gefüllt, kann der überschüssige elektrische Strom der Photovoltaikanlage zum Erwärmen des Wassers verwendet werden. Umgekehrt kann der überschüssige Strom zum Erzeugen von Wasserstoff verwendet werden, wenn die Wasserstofftanks ein niedriges Füllniveau aufweisen und die Wassertemperatur in dem Wassertank T ausreichend hoch ist.

Ist sowohl das Füllniveau in dem Wasserstofftank niedrig und befindet sich die Wassertemperatur in den Wassertanks T nahe der zulässigen Minimaltemperatur, kann die erste Steuerung so ausgestaltet sein, dass ein Teil des überschüssigen Stroms für die Wasserstofferzeugung und der andere Teil des überschüssigen Stroms für die Erwärmung des Wassers verwendet wird. Die erste Steuerung kann in diesem Fall aber auch den aktuellen Warmwasserverbrauch berücksichtigen und den überschüssigen Strom vollständig für die Erzeugung von Wasserstoff bereitstellen, wenn aktuell kein Warmwasser verbraucht wird.

- Hat hingegen die Wassertemperatur in den Wassertanks T die Maximaltemperatur erreicht und sind die Wasserstofftanks WT vollständig gefüllt, kann die erste Steuerung so angepasst sein, dass sie ein kurzfristiges Erwärmen des Wassers in dem Wassertank T über die eigentlich zulässige Höchsttemperatur hinaus bis zu einer zweiten Höchsttemperatur erlaubt. Ist auch diese zweite Höchsttemperatur erreicht, kann die erste Steuerung die Ladestation LS aktivieren, um – sofern ein Elektrofahrzeug an der Ladestation LS angeschlossen ist – den Akkumulator des Elektrofahrzeugs zu laden.

- Sollte dann, nach einem vollständigen Laden des Akkumulators des Elektrofahrzeugs weiterhin überschüssiger Strom von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellt werden, kann die erste Steuerung so ausgebildet sein, die Photovoltaikanlage von dem restlichen System zu trennen, die überschüssige Energie – falls

möglich – in das öffentliche Netz einzuspeisen, oder beispielsweise die Starterbatterie SB des Gasmotors GM zu laden.

- Für den Fall, dass die Photovoltaikanlage PV nicht genug elektrischen Strom liefert, um neben der Versorgung der elektrischen Verbraucher auch ein Erwärmen des Wassers in dem Wassertank T sicherzustellen, ist die Steuerung des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems so angepasst, dass die erste Steuerung diese Information der zweiten Steuerung in dem zweiten Schaltschrank SS2 mitteilt. Die zweite Steuerung in dem zweiten Schaltschrank SS2 übernimmt dann die Steuerung bzw. die Regelung für das Erwärmen des Wassers in dem Wassertank T.

Ist in dem Wasserstofftank WT genügend Wasserstoff für den Betrieb des Gasmotors GM vorhanden, was die zweite Steuerung mit Hilfe entsprechender Füllstandsensoren abfragen kann, sendet die zweite Steuerung dem Gasmotor GM ein Startsignal, mit dem ein Starten des Gasmotors GM veranlasst wird. Gleichzeitig veranlasst die zweite Steuerung die Wasserstoffaufbereitung WA, den für den Gasmotor GM benötigten Wasserstoff entsprechend aufzubereiten und dem Gasmotor GM zuzuführen. Beispielsweise kann die Wasserstoffaufbereitung WA dem Wasserstoff Sauerstoff zuführen, um ein optimales Treibstoff-Gemisch für den Gasmotor zu erhalten.

Mit dem Gasmotor GM wird ein Generator G betrieben, dessen elektrischer Strom den Heizstäben HS in dem Wassertank T zugeführt wird, um das Wasser zu erwärmen. Sollte ein schnelles Aufwärmen des Wassers notwendig sein, weil etwa die Wassertemperatur bereits nahe der Minimaltemperatur liegt, kann die zweite Steuerung einen Wärmetauscher W zuschalten, mit dem die Wärmeenergie der Kühlerflüssigkeit des Kühlers K des Gasmotors GM dem Wasser in dem Wasserstofftank zugeführt wird. Bei dem Wärmetauscher W kann es sich um

einen Plattenwärmetauscher handeln, der, wie oben bereits ausgeführt, über entsprechende Vorläufe VL und Rückläufe RL mit dem Kühler K und dem Wassertank T gekoppelt ist.

- 5 Zusätzlich kann die zweite Steuerung ein Brennwertgerät zuschalten, mit dem die Wärmeenergie der Abgase des Gasmotors dem Wasser in dem Wassertank zugeführt wird. Hierzu ist das Brennwertgerät BW einerseits mit dem Auspuff A des Gasmotors und andererseits über einen entsprechenden Vorlauf und einen Rücklauf mit dem Wassertank verbunden. Über ein in dem Brennwertgerät BW
10 spiralförmig verlaufendes Rohr, durch das die Abgase hindurchgeführt werden, wird die Wärmeenergie der Abgase an das Wasser abgegeben.

Die zweite Steuerung kann so ausgelegt sein, dass sie laufend die Wassertemperatur des Wassers in dem Wassertank T überprüft und bei Erreichen einer vorbestimmten Wassertemperatur den Gasmotor GM abschaltet.
15

- Darüber hinaus können die beiden Steuerungen so angepasst sein, dass mit Hilfe des Gasmotors GM bzw. mit Hilfe des dem Gasmotor zugeordneten Generators G auch der Akkumulator geladen wird. Dies kann etwa dann notwendig
20 werden, wenn die Photovoltaikanlage PV über einen längeren Zeitraum keinen oder nicht ausreichend elektrischen Strom erzeugt, um den Akkumulator zu laden. Die erste Steuerung kann der zweiten Steuerung dann über die Kommunikationsverbindung KV eine Information darüber zur Verfügung stellen, dass der Gasmotor GM zum Laden des Akkumulators benötigt wird. Die zweite Steuerung
25 kann dann mit einem Startsignal das Starten des Gasmotors GM veranlassen.

Ferner kann auch der Generator G selbst über entsprechende Steuerleitungen mit der zweiten Steuerung verbunden sein, sodass die zweite Steuerung den Generator G veranlassen kann, den erzeugten Strom dem Akkumulator oder den Heizstäben, oder sowohl dem Akkumulator als auch den Heizstäben zuzuführen.
30

Zudem können auch der Wärmetauscher W und das Brennwertgerät BW mit der zweiten Steuerung gesteuert bzw. geregelt werden. Wird der Gasmotor GM beispielsweise nur für die Erzeugung von elektrischem Strom benötigt, um den Akkumulator zu laden, kann die zweite Steuerung den Wärmetauscher W veranlassen, sich vom Wasserkreislauf des Wassertanks T oder vom Kühlmittelkreislauf des Kühlers K zu trennen. Zudem kann die zweite Steuerung das Brennwertgerät veranlassen, die Abgase des Auspuffs A direkt dem Kamin zuzuführen.

- 10 - Die zweite Steuerung kann zudem ermitteln, ob beim Betrieb des Gasmotors das Wasser in dem Wassertank T auch ausschließlich mit dem Wärmetauscher W und dem Brennwertgerät BW erwärmt werden kann. Ist dies der Fall, kann die zweite Steuerung den Generator G veranlassen, den von ihm erzeugten elektrischen Strom entweder dem Akkumulator zuzuführen, oder alternativ dem Wasserstoffsystem zuzuführen, um Wasserstoff zu erzeugen.

Die gesamte Steuerung kann damit so ausgelegt sein, dass die erste Steuerung der zweiten Steuerung lediglich mitteilt, dass die von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte elektrische Energie für ein Aufheizen des Wassers in dem Wassertank nicht ausreichend ist. Wie das Wasser in dem Wassertank erwärmt wird, kann hingegen einzig und allein von der zweiten Steuerung übernommen werden. Die zweite Steuerung kann also selbständig entscheiden, ob das Wasser in dem Wassertank mit Strom des Generators, mit dem Wärmetauscher und /oder mit dem Brennwertgerät erwärmt wird.

25

Durch diese Steuerung wird gewährleistet, dass über einen vorbestimmten Zeitraum, etwa eine Woche oder 10 Tage, das Gebäude sowohl mit ausreichend elektrischer Energie als auch mit ausreichend Warmwasser versorgt werden kann. Je nach Größe des Gebäudes müssen die Akkumulatoren und die Wasserstofftanks entsprechend dieses vorbestimmten Zeitraums dimensioniert sein. Eine typische Dimensionierung für einen Vierpersonen-Haushalt ist mit Bezug auf Fig. 2 angegeben.

30

Fig. 4 zeigt ein erstes Teilsystem bzw. Subsystem des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems.

- 5 Wie vorstehend mit Bezug auf Fig. 3 erläutert, kann dieses erste Subsystem auch unabhängig von den anderen Komponenten des Energieversorgungssystems bzw. unabhängig von dem zweiten, in Fig. 5 gezeigten Subsystem betrieben werden.

Das erste Teilsystem bzw. Subsystem umfasst das Photovoltaiksystem, das Wasserstoffsystem und den Gasmotor. Das Photovoltaiksystem besteht im Wesentlichen aus der Photovoltaikanlage PV, dem Wechselrichter WR und dem Schutzmechanismus SM. Das Wasserstoffsystem besteht im Wesentlichen aus der Einrichtung WE zum Erzeugen von Wasserstoff, einem oder mehreren Wasserstofftanks WT und einer Wasserstoffaufbereitung WA. Mit dem Wasserstoffsystem
10 wird Wasserstoff erzeugt und so aufbereitet, dass es als Treibstoff für den Gasmotor GM verwendet werden kann. Zudem umfasst das erste Teilsystem zumindest den zweiten Schaltschrank SS2 bzw. die zweite Steuerung.

Die zweite Steuerung in dem zweiten Schaltschrank SS2 ist so angepasst, dass sie
20 die vollständige Regelung und Steuerung der Wasserstofferzeugung und Wasserstoffaufbereitung mit Hilfe des von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellten elektrischen Stroms bewerkstelligen kann. Diesbezüglich kann der in Fig. 4 gezeigte erste Schaltschrank SS1 bzw. die erste Steuerung auch lediglich als optionale Komponente vorgesehen werden.

25

Liefert die Photovoltaikanlage PV genügend Strom, was von der zweiten Steuerung ermittelt werden kann, kann die zweite Steuerung die Einrichtung WE zum Erzeugen von Wasserstoff starten, um Wasserstoff zu erzeugen, der dann in den Wasserstofftanks WT gespeichert wird. Über an bzw. in den Wasserstofftanks WT angeordneten Füllstandsensoren kann die zweite Steuerung den aktuellen Füllstand er-
30

mitteln. Wird ein bestimmter Füllstand bzw. ein bestimmter Druck in den Wasserstofftanks WT erreicht, veranlasst die zweite Steuerung die Einrichtung WE, das Erzeugen von Wasserstoff zu beenden.

- 5 Die zweite Steuerung ist zudem angepasst, den Gasmotor GM zu starten und gleichzeitig die Wasserstoffaufbereitung WA in Gang zu setzen. Mit der Wasserstoffaufbereitung WA wird beispielsweise dem aus dem Wassertank WT entnommenen Wasserstoff Sauerstoff zugeführt, um ein optimales Treibstoffgemisch für den Gasmotor GM zu erzeugen. Zudem ist die Wasserstoffaufbereitung WA angepasst, den
10 Druck des in den Wasserstofftanks gespeicherten Wasserstoffs gegebenenfalls zu reduzieren.

- Die zweite Steuerung weist vorteilhafterweise einen Anschluss auf, über den der zweiten Steuerung Informationen zugeführt werden, die angeben, ob der Gasmotor
15 GM benötigt wird, d.h. gestartet werden muss. Diese Information kann die zweite Steuerung beispielsweise von der ersten Steuerung in dem ersten Schaltschrank SS1 erhalten, die, wie mit Bezug auf Fig. 3 erläutert, entscheidet, ob der von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte Strom für das Aufheizen des Wassers in dem Wassertank T ausreicht, oder ob zusätzlich der Gasmotor GM benötigt wird, um das
20 Wasser zu erwärmen. Wird der Gasmotor GM hierfür benötigt, kann die erste Steuerung über die Kommunikationsverbindung KV der zweiten Steuerung die entsprechende Information übermitteln.

- Wie mit Bezug auf Fig. 3 bereits erläutert, kann die zweite Steuerung auch angepasst sein, den mit dem Gasmotor GM gekoppelten Generator G und/oder einen mit
25 dem Gasmotor gekoppelten Wärmetauscher W und/oder ein mit dem Gasmotor gekoppeltes Brennwertgerät BW zu steuern.

Der Gasmotor GM bzw. der Generator G des Gasmotors GM kann zudem mit einem Akkumulator gekoppelt sein, um diesen zu laden. Der Akkumulator ist allerdings nur eine optionale Einheit des mit Bezug auf Fig. 4 beschriebenen Subsystems.

5

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des in Fig. 4 gezeigten Subsystems kann dieses auch ohne Wasserstoffaufbereitung WA und ohne Gasmotor GM verwendet bzw. betrieben werden. In diesem Fall ist dieses Subsystem ausschließlich zur Erzeugung von Wasserstoff mit Hilfe des elektrischen Stroms einer Photovoltaikanlage PV vorgesehen. Die zweite Steuerung kann vorteilhafterweise so angepasst sein, dass sie immer dann die Wasserstofferzeugung in Gang setzt, wenn sie feststellt, dass die Photovoltaikanlage PV elektrischen Strom erzeugt, oder von der Photovoltaikanlage PV überschüssiger elektrischer Strom zur Verfügung steht.

10

Optional kann der erzeugte Wasserstoff auch zur Betankung eines mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeuges bereitgestellt werden. Hierzu kann eine Wasserstoffzapfsäule WZ vorgesehen sein, die entweder mit dem Wasserstofftank WT oder mit der Wasserstoffaufbereitung WA gekoppelt ist bzw. koppelbar ist, je nachdem ob der Wasserstoff aufbereitet oder nicht aufbereitet dem Tank des Fahrzeuges zugeführt werden soll.

20

Die Wasserstoffzapfsäule WZ kann ein Abrechnungssystem aufweisen, mit dem der entnommene Wasserstoff abgerechnet bzw. bezahlt werden kann. Beispielsweise kann eine Einrichtung vorgesehen sein, mit der eine Bezahlung mittels Bankkarte, Kreditkarte oder dergleichen ermöglicht wird. Der erzeugte Wasserstoff kann so der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden, um Wasserstoff betriebene Fahrzeuge zu betanken. Bei optimalen Bedingungen lässt sich darüber das erfindungsgemäße System in 2 bis 3 Jahren amortisieren.

25

Ein Wesentlicher Vorteil, eine Wasserstoffzapfsäule WZ vorzusehen, liegt auch darin, dass der Wasserstoff für die Betankung von mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeugen nicht transportiert werden muss, etwa zu einer Tankstelle, was die Geste-
hungskosten des Wasserstoffes erheblich reduzieren kann.

5

Fig. 5 zeigt ein zweites Teilsystem bzw. Subsystem des erfindungsgemäßen Energieversorgungssystems.

Dieses zweite Subsystem kann unabhängig von dem ersten Subsystem bzw. von
10 den übrigen Komponenten des Energieversorgungssystems betrieben werden.

Dieses zweite Subsystem umfasst im Wesentlichen die Photovoltaikanlage PV, den Wechselrichter WR, den Schutzmechanismus SM, einen ersten Schaltschrank bzw. eine erste Steuerung, einen Akkumulator und einen Wassertank T, dessen Inhalt mit
15 zumindest einem Heizstab HS erwärmt werden kann.

Die erste Steuerung in dem ersten Schaltschrank SS1 ist so angepasst, dass der von der Photovoltaikanlage PV erzeugte elektrische Strom über den Schaltschrank SS1 direkt dem Heizstab HS zugeführt werden kann. Die erste Steuerung ist hierfür mit
20 einem Temperaturfühler des Wassertanks T gekoppelt, um in Abhängigkeit der Temperatur in dem Wassertank die Stromzufuhr zu dem Heizstab HS zu steuern bzw. zu regeln. Wird eine bestimmte Temperatur des Wassers in dem Wasserstoff-
tank T erreicht, kann die erste Steuerung die Stromzufuhr zu dem Heizstab HS und damit ein weiteres Aufwärmen unterbrechen. In diesem Fall kann die erste Steuerung
25 den ersten Schaltschrank SS1 veranlassen, die von der Photovoltaikanlage erzeugte, elektrische Energie in einem Akkumulator zu speichern. Auch hierzu ist der Akkumulator über eine Steuerleitung mit der ersten Steuerung gekoppelt, damit die erste Steuerung den Ladezustand des Akkumulators überwachen kann.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung des zweiten Teilsystems kann die erste Steuerung zudem angepasst sein, den Heizstab HS mit elektrischem Strom aus dem Akkumulator aufzuheizen, oder, falls der von der Photovoltaikanlage PV bereitgestellte, elektrische Strom nicht ausreicht, um den Heizstab HS auf eine bestimmte Temperatur aufzuwärmen, zusätzlich elektrischen Strom aus dem Akkumulator dem Heizstab HS zuzuführen.

Darüber hinaus können in dem Wassertank oder in den Vor- und/oder Rückläufen des Wassertanks Sensoren angeordnet sein, mit denen der Warmwasserverbrauch gemessen werden kann. Die Daten dieser Sensoren können ebenfalls der ersten Steuerung zugeführt werden, sodass die erste Steuerung bei einem erhöhten Warmwasserverbrauch die Heizstäbe HS gezielt mit mehr Strom beaufschlagen kann und bei Bedarf den Akkumulator für die Erwärmung des Heizstabs dazu schalten kann.

Optional kann auch die Ladestation LS vorgesehen sein, um den Energiespeicher von Elektrofahrzeugen zu laden. Die Ladestation kann hierzu mit dem Akkumulator oder mit dem ersten Schaltschrank SS1 gekoppelt sein.

Die Ladestation LS kann ein Abrechnungssystem aufweisen, mit dem der entnommene Strom abgerechnet bzw. bezahlt werden kann. Beispielsweise kann eine Einrichtung vorgesehen sein, mit der eine Bezahlung mittels Bankkarte, Kreditkarte oder dergleichen ermöglicht wird. Der erzeugte elektrische Strom kann so der Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden, um Strom betriebene Fahrzeuge zu laden. Bei optimalen Bedingungen lässt sich darüber das erfindungsgemäße System in 2 bis 3 Jahren amortisieren.

Bezugszeichen:

	A	Auspuff des Gasmotors GM
5	Akku	Akkumulator/en
	BW	Brennwertgerät
	G	Stromgenerator des Gasmotors GM
	GM	Gasmotor mit Stromgenerator
	HS	Heizsystem (z.B. Heizstab) des Wassertanks T
10	HV	Hausverteiler
	K	Kühler
	KV	Kommunikationsverbindung
	LS	Ladestation
	ÖN	öffentliches Stromnetz
15	PV	Photovoltaikanlage
	RL	Rücklauf
	SB	Starterbatterie des Gasmotors GM
	SM	Schutzmechanismus
	SS1	erster Schaltschrank / erste Steuerung
20	SS2	zweiter Schaltschrank / zweite Steuerung
	T	Wassertank für Heizkreislauf
	VL	Vorlauf
	W	Plattenwärmetauscher
	WA	Wasserstoffaufbereitungseinrichtung zur Wasserstoffaufbereitung für
25		den Gasmotor GM
	WE	Wasserstofferzeugungseinrichtung zum Erzeugen von Wasserstoff (z.B. mittels Wasserelektrolyse)
	WR	Wechselrichter
	WT	Wasserstofftank
30	WZ	Wasserstoffzapfsäule

Ansprüche

5

1. Verfahren zum Steuern und Regeln eines Energieversorgungssystem, wobei das Energieversorgungssystem

- ein Photovoltaiksystem,
- ein Wasserstoffsystem,
- 10 - ein Warmwassersystem, und
- einen Motor

umfasst, wobei

- das Photovoltaiksystem eine Photovoltaikanlage (PV), einen mit der Photovoltaikanlage gekoppelten Wechselrichter (WR) und einen mit dem Wechselrichter und/oder mit der Photovoltaikanlage gekoppelten Schutzmechanismus (SM) umfasst,
- 15 - das Wasserstoffsystem eine Wasserstofferzeugungseinrichtung (WE), einen Wasserstofftank (WT) und eine Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) umfasst, wobei

- mit der Wasserstofferzeugungseinrichtung (WE) Wasserstoff erzeugt wird,
- der erzeugte Wasserstoff in dem Wasserstofftank (WT) gespeichert wird, und
- mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) der in dem Wasserstofftank gespeicherte Wasserstoff für den Motor aufbereitet wird,
- 20 - das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,

- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,
- 25 - das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,

- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,
- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,

- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,
- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,

- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,
- das Warmwassersystem zumindest einen Wassertank (T) mit einem Heizsystem (HS) umfasst,

wobei

- der Motor (GM) mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) gekoppelt ist, wobei der Motor mit dem aufbereiteten Wasserstoff betrieben wird,
- 5 - das Photovoltaiksystem über einen ersten Schaltschrank (SS1) oder über eine erste Steuerung mit dem Wasserstoffsystem gekoppelt wird,
- das Photovoltaiksystem über den ersten Schaltschrank (SS1) oder über die erste Steuerung mit dem Warmwassersystem gekoppelt ist, wobei über den ersten Schaltschrank (SS1) oder über die erste Steuerung der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom dem Heizsystem (HS) zugeführt wird,
- 10 - wobei ein zweiter Schaltschrank (SS2) oder eine zweite Steuerung vorgesehen ist, die mit der Wasserstofferzeugungseinrichtung (WE), mit dem Motor (GM), mit dem Wasserstofftank (WT) und mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) gekoppelt wird, und
- 15 wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung
 - den von dem Photovoltaiksystem erzeugten elektrischen Strom zum Speichern einem Akkumulator zuführt oder zum Verbrauch einem Hausverteiler (HV) zuführt,
 - 20 - den von dem Photovoltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom
 - dem Wasserstoffsystem zum Erzeugen von Wasserstoff und/oder
 - dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank (T) befindlichen Wassers
- 25 zugeführt,
- den in dem Akkumulator gespeicherten elektrischen Strom zum Verbrauch dem Hausverteiler (HV) zuführt, wenn das Photovoltaiksystem nicht ausreichend elektrischen Strom für die an dem Hausverteiler angeschlossenen Verbraucher liefert, und

- den Motor (GM) startet, um mit einem Generator (G) des Motors elektrischen Strom zu erzeugen und den erzeugten elektrischen Strom dem Hausverteiler (HV) oder dem Akkumulator zuführt.
- 5 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung die Wasserstofferzeugung, die Wasserstoffaufbereitung und die Zufuhr des aufbereiteten Wasserstoffes zu dem Motor zu steuert.
- 10 3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung den Motor (GM) startet, um mit einem Generator (G) des Motors elektrischen Strom zu erzeugen und den erzeugten elektrischen Strom dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank (T) befindlichen Wassers zuführt, wenn der von dem Photovoltaiksystem und/oder von dem Akkumulator bereitgestellte elektrische Strom nicht ausreicht, um das Wasser auf eine vorbestimmte Temperatur zu erwärmen.
- 15
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung den Motor (GM) startet, um mit der von dem Motor abgegebenen thermischen Energie das in dem Wassertank (T) befindliche Wasser zu erwärmen.
- 25 5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die thermische Energie des Motors (GM)
- über einen Wärmetauscher (W), der mit einem Kühler (K) des Motors und mit dem Wassertank (T) gekoppelt ist, und/oder
 - über ein Brennwertgerät (BW), das mit einem Auspuff (A) des Motors (GM) und mit dem Wassertank (T) gekoppelt ist,
- 30 dem Wasser in dem Wassertank zugeführt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung über eine Kommunikationsverbindung (KV) mit dem zweiten Schaltschrank (SS2) oder der zweiten Steuerung verbunden ist, wobei über die Kommunikationsverbindung (KV) Daten ausgetauscht werden, die für die Steuerung des Energieversorgungssystems benötigt werden.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung den von dem Photovoltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom dann dem Wasserstoffsystem zum Erzeugen von Wasserstoff zuführt, wenn das in dem Wassertank (T) befindliche Wasser eine vorbestimmte Temperatur erreicht hat.
8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung den von dem Photovoltaiksystem erzeugten überschüssigen elektrischen Strom dem Warmwassersystem zum Erwärmen des in dem Wassertank (T) befindlichen Wassers zuführen, wenn das in dem Wassertank (T) befindliche Wasser eine vorbestimmte Temperatur erreicht hat und der Wasserstofftank vollständig gefüllt ist, wobei das Wasser in dem Wassertank (T) auf eine Temperatur oberhalb der vorbestimmten Temperatur erwärmt wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Wassertank ein Temperatursensor angeordnet ist und wobei das Zuführen des elektrischen Stromes zu dem Warmwassersystem in Abhängigkeit von der gemessenen Temperatur erfolgt.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der erste Schaltschrank (SS1) oder die erste Steuerung und der zweite Schaltschrank (SS2) oder die zweite Steuerung einer Starterbatterie (SB) des Motors (GM) elektrischen Strom zuführt, um die Starterbatterie zu laden.
- 5
11. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Energieversorgungssystem eine Wasserstoffzapfsäule (WZ) aufweist, die mit dem Wasserstofftank (WT) und/oder mit der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) gekoppelt ist, wobei der Wasserstoffzapfsäule (WZ) Wasserstoff aus dem Wasserstofftank (WT) oder
- 10
- aufbereiteter Wasserstoff aus der Wasserstoffaufbereitungseinrichtung (WA) zum Betanken eines mit Wasserstoff betriebenen Fahrzeuges zugeführt wird.
12. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die dem Fahrzeug zugeführte Wasserstoffmenge über eine Abrechnungseinrichtung der Wasserstoffzapfsäule (WZ) abgerechnet wird.
- 15
13. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Energieversorgungssystem eine Ladestation (LS) zum Laden eines Energiespeichers eines elektrisch betriebenen Fahrzeuges aufweist, wobei der Ladestation der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom direkt zugeführt wird und/oder der in dem Akkumulator gespeicherte elektrische Strom zugeführt wird, wobei zunächst der von dem Photovoltaiksystem erzeugte elektrische Strom direkt der Ladestation (LS) zugeführt wird und der in dem Akkumulator gespeicherte elektrische Strom nur dann der Ladestation (LS) zugeführt wird, wenn das Photovoltaiksystem nicht genügend elektrischen Strom zum Aufladen des Energiespeichers des Fahrzeuges bereitstellt.
- 20
- 25
14. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der dem Fahrzeug zugeführte elektrische Strom über eine Abrechnungseinrichtung der Ladestation (LS) abgerechnet wird.
- 30

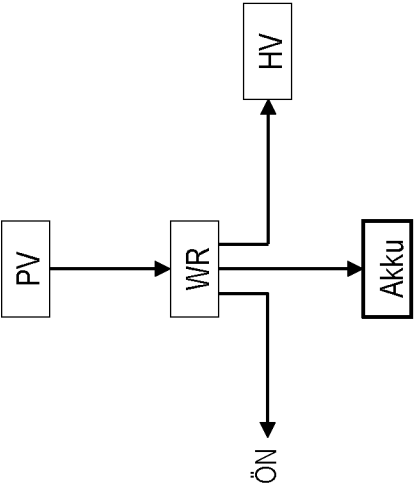


Fig. 1
(Stand der Technik)

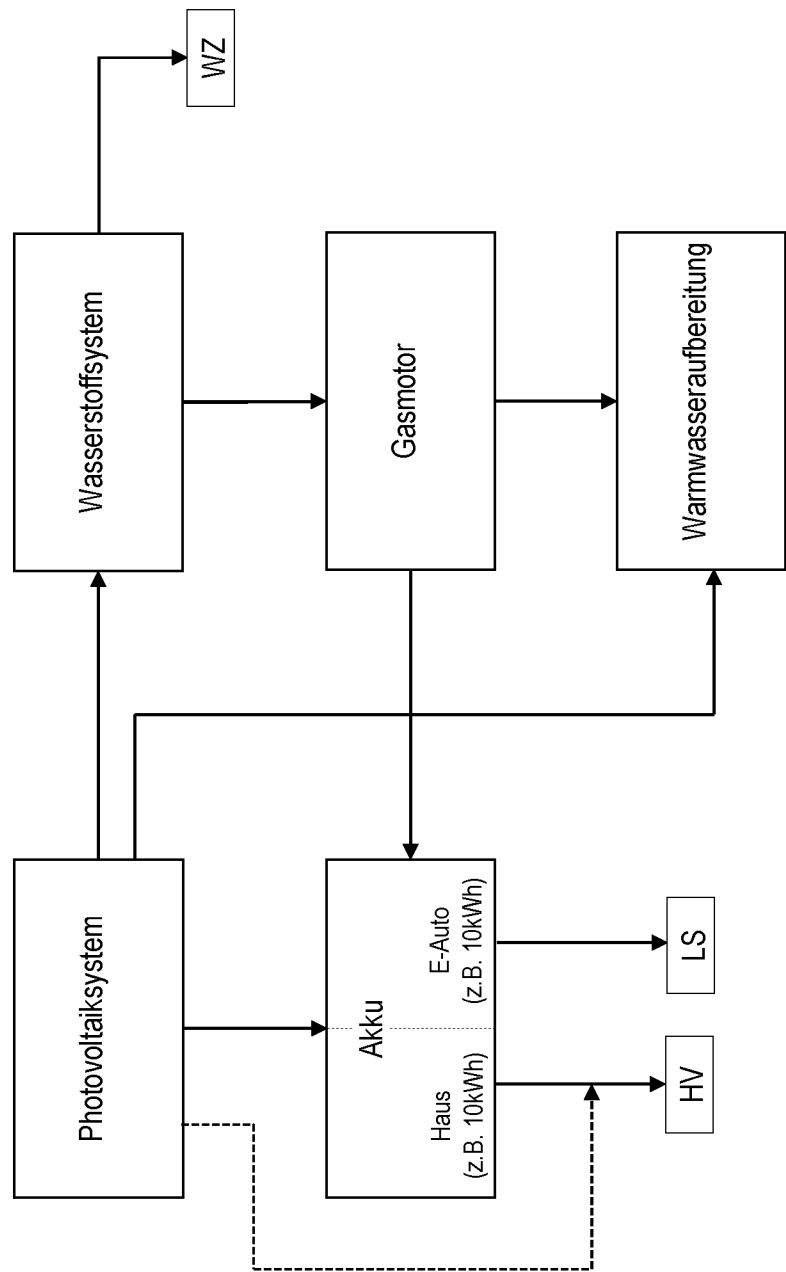


Fig. 2

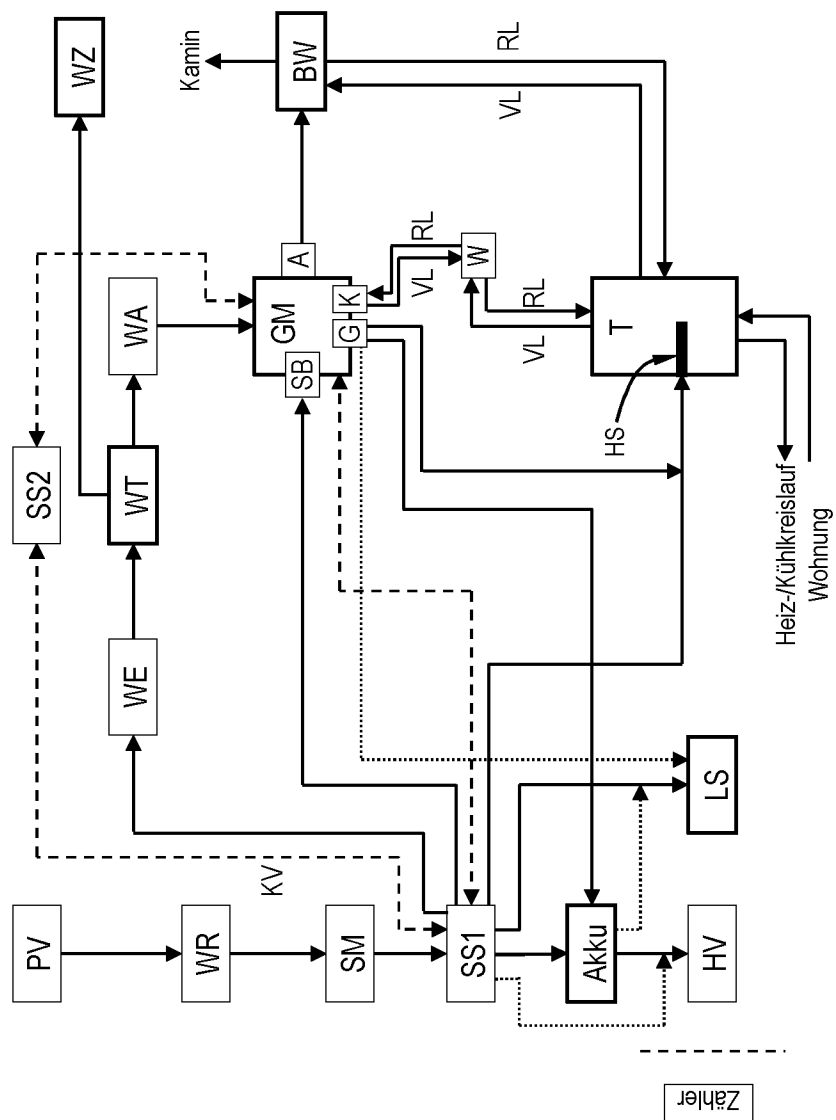


Fig. 3

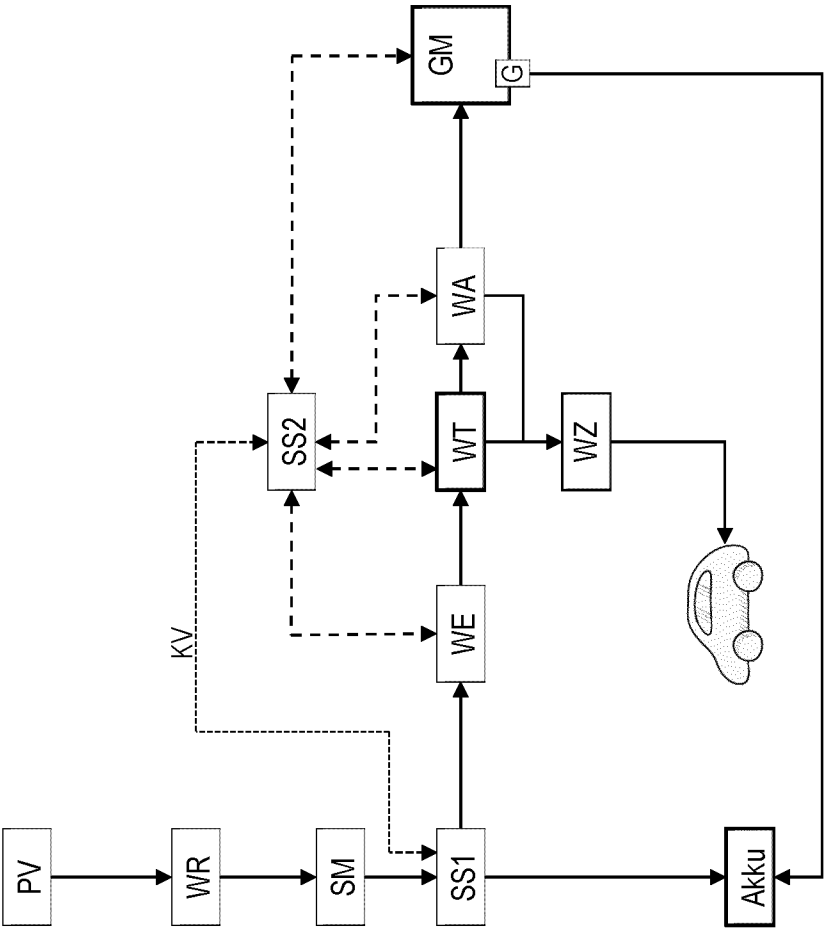


Fig. 4

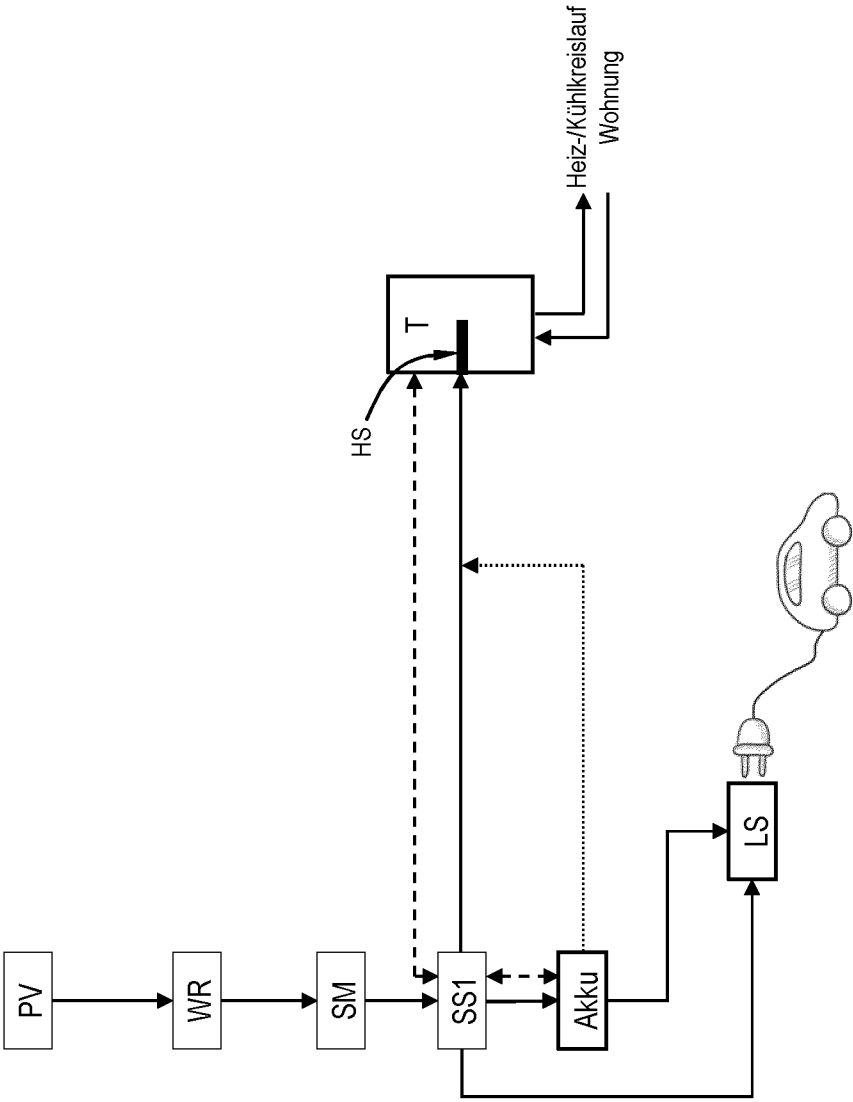


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/068409**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H02J 3/32(2006.01)i; **F02B 41/00**(2006.01)i; **F02B 43/12**(2006.01)i; **H02J 3/38**(2006.01)i; **H02J 7/35**(2006.01)i;
H02J 15/00(2006.01)i; **F02B 43/10**(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J; F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2014122399 A (TOSHIBA CORP) 03 July 2014 (2014-07-03)	1-6,10-14
Y	figures 1,2 paragraph [0019] - paragraph [0034] paragraph [0035] - paragraph [0040]	7-9
Y	CAO SUNLIANG ET AL. "The techno-economic analysis of a hybrid zero-emission building system integrated with a commercial-scale zero-emission hydrogen vehicle" <i>APPLIED ENERGY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, GB</i> , Vol. 211, 22 November 2017 (2017-11-22), pages 639-661 DOI: 10.1016/J.APENERGY.2017.11.079 ISSN: 0306-2619, XP085415349 paragraph 3.1 figure 3	7-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 March 2019

Date of mailing of the international search report

15 March 2019

Name and mailing address of the ISA/EP

**European Patent Office
 p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
 Netherlands**

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Chabas, Julien

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/068409

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2014122399 A	03 July 2014	JP 6005503 B2	12 October 2016
		JP 2014122399 A	03 July 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/068409

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H02J3/32 F02B41/00 F02B43/12 H02J3/38 H02J7/35 ADD. F02B43/10		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H02J F02B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	JP 2014 122399 A (TOSHIBA CORP) 3. Juli 2014 (2014-07-03)	1-6, 10-14
Y	Abbildungen 1,2 Absatz [0019] - Absatz [0034] Absatz [0035] - Absatz [0040] -----	7-9
Y	CAO SUNLIANG ET AL: "The techno-economic analysis of a hybrid zero-emission building system integrated with a commercial-scale zero-emission hydrogen vehicle", APPLIED ENERGY, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS, GB, Bd. 211, 22. November 2017 (2017-11-22), Seiten 639-661, XP085415349, ISSN: 0306-2619, DOI: 10.1016/J.APENERGY.2017.11.079 Abschnitt 3.1 Abbildung 3 -----	7-9
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. März 2019		15/03/2019
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Chabas, Julien

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

PCT/EP2018/068409

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)