

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50284/2014
(22) Anmeldetag: 15.04.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.11.2015

(51) Int. Cl.: **H02J 3/38** (2006.01)
G05F 1/67 (2006.01)
H02M 7/44 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2013105008 A2
US 2013127435 A1
DE 102007032980 A1
US 8624561 B1

(71) Patentanmelder:
FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
4643 PETTENBACH (AT)

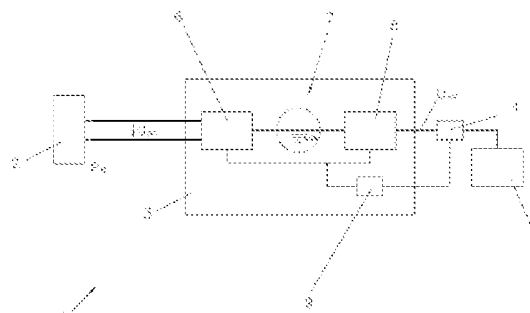
(72) Erfinder:
Danmayr Joachim
4542 Nußbach (AT)
Starzinger Johannes
4861 Schörföling (AT)
Landauer Julian
4550 Kremsmünster (AT)

(74) Vertreter:
SONN & PARTNER Patentanwälte
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen einer Photovoltaikanlage sowie Wechselrichter zur Durchführung eines solchen Verfahrens**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen (2) einer Photovoltaikanlage (1) in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, wobei die von den Photovoltaikmodulen (2) erzeugte Gleichspannung (U_{DC}) in einem Wechselrichter (3) mit einem Zwischenkreis (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}) und mit einem DC/AC-Wandler (8) in eine Wechselspannung (U_{AC}) umgewandelt wird, und in einem Einspeisebetrieb der Wechselrichter (3) über eine Schaltvorrichtung (4) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last geschaltet wird, sowie einen Wechselrichter (3) zur Durchführung des Verfahrens. Zur Schonung der Schaltvorrichtung (4) ist vorgesehen, dass vor dem Zuschalten des Wechselrichters (3) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last bei deaktivierter Schaltvorrichtung (4) in einem Prüfverfahren die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) ermittelt wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die während des Prüfverfahrens ermittelte Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) größer oder gleich einer vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) ist, wobei in der Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) die Eigenverluste des Wechselrichters (3) beinhaltet sind.

Fig.1



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen (2) einer Photovoltaikanlage (1) in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, wobei die von den Photovoltaikmodulen (2) erzeugte Gleichspannung (U_{DC}) in einem Wechselrichter (3) mit einem Zwischenkreises (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}) und mit einem DC/AC-Wandler (8) in eine Wechselspannung (U_{AC}) umgewandelt wird, und in einem Einspeisebetrieb der Wechselrichter (3) über eine Schaltvorrichtung (4) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last geschaltet wird, sowie einen Wechselrichter (3) zur Durchführung des Verfahrens. Zur Schonung der Schaltvorrichtung (4) ist vorgesehen, dass in einem Prüfverfahren die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) ermittelt wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die ermittelte Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) größer oder gleich einer vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) ist.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen einer Photovoltaikanlage in ein Versorgungsnetz bzw. an eine Last, wobei die von den Photovoltaikmodulen erzeugte Gleichspannung in einem Wechselrichter mit einem Zwischenkreis mit einem Kondensator und mit einem DC/AC-Wandler in eine Wechselspannung umgewandelt wird, und in einem Einspeisebetrieb der Wechselrichter über eine Schaltvorrichtung an das Versorgungsnetz bzw. die Last geschaltet wird.

Weiters betrifft die Erfindung einen Wechselrichter zum Umwandeln der von Photovoltaikmodulen erzeugten Gleichspannung in eine Wechselspannung zum Einspeisen in ein Versorgungsnetz bzw. an eine Last, mit einer Steuervorrichtung, einem Zwischenkreis mit einem Kondensator, einem DC/AC-Wandler, und einer Schaltvorrichtung zum Schalten des Ausgangs an das Versorgungsnetz bzw. an die Last in einem Einspeisebetrieb, der zur Durchführung des obigen Verfahrens ausgebildet ist.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich sowohl auf netzgekoppelte Photovoltaikanlagen, bei welchen die durch die Photovoltaikmodule erzeugte elektrische Energie in ein Versorgungsnetz eingespeist wird, als auch auf sogenannte Inselwechselrichter, bei welchen die von den Photovoltaikmodulen gelieferte Energie für eine Last oder das Laden einer Batterie verwendet wird.

Verfahren und Vorrichtungen zum Verbinden einer Photovoltaikanlage mit einem Versorgungsnetz bzw. einer Last sind beispielsweise aus der DE 10 2010 060 633 B3 oder der EP 2 242 160 B1 bekannt geworden. Dabei wird vor dem Aktivieren der Schaltvorrichtung des Wechselrichters die Eingangsspannung des Wechselrichters ermittelt. Erreicht die Eingangsspannung einen definierten Schwellwert, beginnt der Wechselrichter mit einer Zuschaltprozedur, bei welcher der Wechselrichter durch Aktivieren der Schaltvorrichtung mit dem Versorgungsnetz bzw. der Last verbunden wird. Anschließend wird der Einspeisebetrieb bzw. Versorgungsbetrieb mit einem Arbeitspunkt, an welchem die höchste Leistung erzielt wird (MPP: Maximum Power Point), gestartet. Kann die Photovoltaikanlage allerdings diese Eingangsleistung nicht liefern, kann der Wechselrichter den Einspeise- bzw. Versorgungsbetrieb nicht aufrechterhalten und er deaktiviert die

Schaltvorrichtung, sodass der Wechselrichter wieder vom Versorgungsnetz bzw. der Last getrennt ist. Dieser Vorgang wird solange wiederholt, bis ein Einspeisebetrieb möglich ist, wobei das Wiederholen in relativ kurzen Abständen erfolgt, sodass der Einspeisebetrieb möglichst bald nach Erreichen der Bedingungen durchgeführt werden kann. Nachteilig ist hierbei, dass es zu einer hohen Anzahl von Schaltzyklen der Schaltvorrichtung kommt, wodurch sich die Lebensdauer der Schaltvorrichtung entsprechend verringert.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Schaffung eines oben genannten Verfahrens und einer Vorrichtung, durch welche der obige Nachteil verhindert oder zumindest reduziert werden kann und der Einspeisebetrieb durch nur eine Aktivierung der Schaltvorrichtung ermöglicht wird.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe durch ein oben genanntes Verfahren, wobei vor dem Zuschalten des Wechselrichters an das Versorgungsnetz bzw. die Last in einem Prüfverfahren die Eingangsleistung der Photovoltaikmodule ermittelt wird, und die Schaltvorrichtung des Wechselrichters aktiviert wird, wenn die ermittelte Eingangsleistung der Photovoltaikmodule größer oder gleich einer vorgegebenen Mindesteingangsleistung ist. Erfindungsgemäß wird also vor dem Zuschalten des Wechselrichters an das Versorgungsnetz bzw. die Last überprüft, ob die Photovoltaikmodule die notwendige Mindesteingangsleistung liefern können, bevor eine Aktivierung der Schaltvorrichtung erfolgt und der Einspeisebetrieb begonnen wird. Dadurch kann die Anzahl der Schaltzyklen der Schaltvorrichtung des Wechselrichters minimiert werden, wodurch die Lebensdauer der Schaltvorrichtung und somit des Wechselrichters verlängert werden kann. Durch die geringere Anzahl von Schaltzyklen der Schaltvorrichtung wird auch die Anforderung an die Schaltvorrichtung reduziert, sodass kostengünstigere Schaltvorrichtungen eingesetzt werden können. Ebenso werden durch die Minimierung der Aktivierung der Schaltvorrichtung des Wechselrichters die Betriebsstunden des Wechselrichters reduziert, wodurch der Eigenverbrauch des Wechselrichters minimal gehalten werden kann. Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist keine zusätzliche Hardware erforderlich, sondern das Verfahren kann idealerweise durch entsprechende Pro-

grammierung der Steuervorrichtung des Wechselrichters der Photovoltaikanlage rasch und einfach implementiert werden. Beim Inselbetrieb ist das erfindungsgemäße Verfahren ebenfalls vorteilhaft, da die verbundene Last nach dem Aktivieren der Schaltvorrichtung sicher betrieben werden kann.

Gemäß einer ersten Variante des Verfahrens wird die Eingangsleistung der Photovoltaikmodule dadurch ermittelt, dass die Leerlaufspannung der Photovoltaikmodule gemessen wird und daraus ein Prüfarbeitspunkt mit einer Prüfspannung und einem Prüfstrom berechnet wird, und mit einem Prüfverfahren ein DC/DC-Wandler des Wechselrichters auf den Prüfstrom geregelt wird, und die Gleichspannung der Photovoltaikmodule gemessen wird, und die Schaltvorrichtung des Wechselrichters dann aktiviert wird, wenn die Gleichspannung der Photovoltaikmodule größer oder gleich der Prüfspannung ist, wobei während des Prüfverfahrens die Energie der Photovoltaikmodule im Kondensator des Zwischenkreises gespeichert wird. Bei dieser Lösung wird also aus der gemessenen Leerlaufspannung der Photovoltaikmodule ein fiktiver Prüfarbeitspunkt ermittelt und durch Regelung des DC/DC-Wandlers geprüft, ob dieser fiktive Arbeitspunkt erzielt werden kann, was bei ausreichender Eingangsleistung der Photovoltaikmodule der Fall ist.

Der Prüfstrom des Prüfarbeitspunkts wird gemäß einem Merkmal des erfindungsgemäßen Verfahrens durch Division der vorgegebenen Mindesteingangsleistung durch die um einen Faktor reduzierte Leerlaufspannung ermittelt. Erfahrungsgemäß liegt die maximale Leistung der Photovoltaikmodule knapp unterhalb der Leerlaufspannung.

Bei den meisten bekannten Photovoltaikmodulen liegt der Punkt des Strom-Spannungs-Diagramms der Photovoltaikmodule, an dem die größte Leistung entnommen werden kann, dem sogenannten MPP (Maximum Power Point) bei einer Spannung von 70% bis 90%, vorzugsweise 80% der Leerlaufspannung, gleichbedeutend mit einem Faktor zwischen 70% und 90%, vorzugsweise 80%.

Bei einer zweiten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens wird

die Eingangsleistung der Photovoltaikmodule dadurch ermittelt wird, dass während des Prüfverfahrens der Kondensator des Zwischenkreises des Wechselrichters mit der Energie der Photovoltaikmodule geladen wird und die Zeit bis zum Erreichen eines vorgegebenen Teils der Leerlaufspannung der Photovoltaikmodule gemessen wird, und die Schaltvorrichtung des Wechselrichters aktiviert wird, wenn die Prüfzeit kleiner oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert ist.

Um zu gewährleisten, dass der Kondensator des Zwischenkreises des Wechselrichters vor Durchführung des Prüfverfahrens vollständig entladen ist, wird der Kondensator vor dem Prüfverfahren entladen.

Der Kondensator des Zwischenkreises des Wechselrichters kann über den DC/AC-Wandler des Wechselrichters, über Entladewiderstände oder durch Selbstentladung des Kondensators entladen werden.

Vorzugsweise wird das Prüfverfahren über einen definierten Zeitraum und vorzugsweise zyklisch durchgeführt, bis die Schaltvorrichtung des Wechselrichters aktiviert und der Einspeisebetrieb durchgeführt wird. Der Zyklus kann beispielsweise 30s betragen.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch einen oben genannten Wechselrichter, dessen Steuervorrichtung zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.

Die Erfindung wird anhand der beigefügten Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild einer Photovoltaikanlage mit einem netzgekoppelten Wechselrichter;

Fig. 2 ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung einer ersten Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Fig. 3 und 4 Strom/Spannungsdiagramme zur Veranschaulichung eines ersten erfindungsgemäßen Verfahrens; und

Fig. 5 und 6 Spannungs-/Zeitdiagramme zur Veranschaulichung eines zweiten erfindungsgemäßen Verfahrens.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer Photovoltaikanlage 1, welche zumindest ein Photovoltaikmodul 2 als Gleichspannungsquelle beinhaltet, welches Photovoltaikmodul eine Gleichspannung U_{DC} liefert. Weiters beinhaltet die Photovoltaikanlage 1 einen Wechselrichter 3 und eine Schaltvorrichtung 4, über welche die vom Wechselrichter 3 erzeugte Wechselspannung U_{AC} in ein Versorgungsnetz 5 oder an eine Last (nicht dargestellt) geschaltet werden kann. Der Wechselrichter 3 kann einen DC/DC-Wandler 6, einen Zwischenkreis 7 und einen DC/AC-Wandler 8 und eine Steuervorrichtung 9 aufweisen, welche Steuervorrichtung 9 auch die Schaltvorrichtung 4 aktivieren und deaktivieren kann.

Die Schaltvorrichtung 4 wird erfindungsgemäß nur dann aktiviert, wenn die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 eine vorgegebene Mindesteingangsleistung $P_{e,min}$ erreicht. In diesem Einspeisebetrieb bei aktivierter Schaltvorrichtung 4 wird die vom Photovoltaikmodul 2 gelieferte Energie in das Versorgungsnetz 5 eingespeist bzw. zum Versorgen der Last verwendet. Für den Einspeisebetrieb sollte entsprechend ausreichend Energie vom Photovoltaikmodul 2 geliefert werden können, sodass die Schaltvorrichtung idealerweise nur ein einziges Mal aktiviert werden muss. Ausreichend Eingangsleistung P_e ist vorhanden, wenn der Wechselrichter 3 im Einspeisearbeitspunkt, dem sogenannten MPP (Maximum Power Point), betrieben werden kann und die Eigenverluste des Wechselrichters 3 durch die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 abgedeckt sind. Üblicherweise bewegen sich die Eigenverluste des Wechselrichters im zweistelligen Watt-Bereich. Um einen sicheren Einspeisebetrieb mit vorzugsweise einem einzigen Schaltzyklus der Schaltvorrichtung 4 zu gewährleisten, wird bei deaktivierter Schaltvorrichtung 4 ein Prüfverfahren am Photovoltaikmodul 2 durchgeführt, durch welches die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 ermittelt wird. Das Verfahren eignet sich sowohl für Wechselrichter 3 mit Transformator als auch für trafolose Wechselrichter 3.

Eine erste Variante des Verfahrens wird nun anhand der Fig. 2 bis 4 beschrieben. Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm zur Veranschaulichung dieser Verfahrensvariante. Gemäß Block 101 wird eine bestimmte Mindesteingangsleistung $P_{e,min}$ der Photovoltaikmodule 2 festgelegt und die Leerlaufspannung U_{LL} der Photovoltaikmo-

dule 2 gemessen. Gemäß Abfrage 102 wird ermittelt, ob die Leerlaufspannung U_L einen definierten Schwellwert erreicht. Wenn die Leerlaufspannung U_L unter dem Schwellwert liegt, wird wieder zu Block 101 zurückgekehrt. Wenn die Leerlaufspannung U_L den Schwellwert erreicht wird mit Block 103 des Verfahrens fortgesetzt, bei welchem der fiktive Prüfarbeitspunkt AP mit einer Prüfspannung U_P und einem Prüfstrom I_P festgelegt wird. Beispielsweise wird die Prüfspannung U_P als Teil der Leerlaufspannung U_{LL} festgelegt, gemäß $U_P = k \cdot U_L$, wobei der Faktor k vorzugsweise zwischen 70% und 90%, insbesondere bei 80%, liegt. Häufig liegt der MPP bei 80% der Leerlaufspannung U_L , was jedoch von der Art der Photovoltaikmodule 2 abhängt. Der Prüfstrom I_P wird durch Division der Mindesteingangsleistung $P_{e,min}$ und der Prüfspannung U_P ermittelt. Somit sind die Werte für die Prüfspannung U_P und den Prüfstrom I_P des Prüfarbeitspunktes AP berechnet. Gemäß Block 104 wird der DC/DC-Wandler 6 des Wechselrichters 3 auf diesen ermittelten Prüfstrom I_P geregelt und die Eingangsspannung der Photovoltaikmodule 2 gemessen. Bei der Abfrage 105 wird nun überprüft, ob der Prüfarbeitspunkt AP erzielt werden kann, d.h. die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 ausreicht, um die Prüfspannung U_P und den Prüfstrom I_P im Arbeitspunkt AP liefern zu können. Bejahendenfalls wird gemäß Block 106 die Schaltvorrichtung 4 aktiviert und der Wechselrichter 3 befindet sich im Einspeisebetrieb. Wenn die Eingangsspannung der Photovoltaikmodule 2 während des Versuchs der Regelung des DC/DC-Wandlers 6 auf den Prüfstrom I_P einbricht, also der Prüfarbeitspunkt AP nicht erreicht werden kann, wird wieder zu Block 101 des Verfahrens zurückgekehrt.

Fig. 3 und 4 zeigen Strom/Spannungsdiagramme zur Veranschaulichung des Verfahrens gemäß Fig. 2. Im ersten Fall gemäß Fig. 3 kann der Prüfarbeitspunkt AP erreicht werden, die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 reicht also aus, die Verluste des Wechselrichters 3 abzudecken und es kann eine Aktivierung der Schaltvorrichtung 4 erfolgen. Bei Fig. 4 kann der Prüfarbeitspunkt AP nicht erreicht werden, die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 reicht also nicht aus, die Verluste des Wechselrichters 3 abzudecken und es erfolgt keine Aktivierung der Schaltvorrichtung 4 und somit keine Umschaltung in den Einspeisebetrieb.

Beim Prüfverfahren dient also der DC/DC-Wandler 6 des Wechselrichters 3 als Last für die Photovoltaikmodule 2. Dazu werden die Schaltelemente des DC/DC-Wandlers 6 von der Steuervorrichtung 9 des Wechselrichters 3 entsprechend angesteuert. Die Energie wird im Zwischenkreis 7 des Wechselrichters 3 gespeichert. Der DC/DC-Wandler 6 regelt also den Strom auf den ermittelten Strom I_P des Prüfarbeitspunkts AP und die Spannung U_{DC} und der Strom der Photovoltaikmodule 2 gemessen. Während der Stromregelung die gemessene Spannung nicht unter die Prüfspannung U_P sinken, was durch Vergleich der gemessenen Spannung U_{DC} mit der Prüfspannung U_P erfolgt. Wird die Prüfspannung U_P nicht unterschritten, ist die Prüfung der Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 erfolgreich und die Schaltvorrichtung 4 kann aktiviert und der Einspeisebetrieb begonnen werden (Fig. 3). Dabei ist also die gemessene Spannung U_{DC} am Schnittpunkt von I_P und U_{DC} größer als die Prüfspannung U_P . Demnach kann der erreichte Arbeitspunkt eine höhere Leistung liefern als der Prüfarbeitspunkt AP. Wird die Prüfspannung U_P unterschritten bzw. kann kein Arbeitspunkt mit dem Strom I_P eingestellt werden, wie aus Fig. 4 ersichtlich, wird die Schaltvorrichtung 4 nicht aktiviert und kein Einspeisebetrieb begonnen. Das Prüfverfahren wird nach einer definierten Zeit wiederholt.

Die Dauer für das Prüfverfahren bewegt sich üblicherweise in einem Bereich von einigen Sekunden und ist im Wesentlichen auch auf die Kapazität des Zwischenkreises 7 abgestimmt, welcher die Energie während des Prüfverfahrens speichert.

Die erste Variante des Verfahrens gemäß den Figuren 2 bis 4 kann bei Wechselrichtern 3 mit DC/DC-Wandler 6 vorteilhaft eingesetzt werden.

Anhand der Figuren 5 und 6 wird nun ein weiteres Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen 2 in ein Versorgungsnetz 5 bzw. an eine Last beschrieben. Dabei wird die Eingangsleistung P_e der Photovoltaikmodule 2 dadurch ermittelt, dass ein Kondensator C_{ZW} eines Zwischenkreises 7 des Wechselrichters 3 mit der Energie der Photovoltaikmodule 2 geladen wird und mit einem Prüfverfahren die Zeit t_L bis zum Erreichen eines vorgege-

benen Teils U_P (z.B. 80%) der Leerlaufspannung U_L der Photovoltaikmodule 2 gemessen wird. Die Schaltvorrichtung 4 des Wechselrichters 3 wird aktiviert und der Einspeisebetrieb begonnen, wenn die Prüfzeit t_L kleiner oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert t_P ist. Die Schaltvorrichtung 4 des Wechselrichters 3 wird nicht aktiviert und der Einspeisebetrieb nicht begonnen, wenn die Prüfzeit t_L größer als der vorgegebene Grenzwert t_P ist.

Bei dieser Verfahrensvariante wird zuerst der Zwischenkreis 7 entladen, was über den DC/AC-Wandler 8 oder über Entladewiderstände (nicht dargestellt) erfolgen kann. Anschließend wird der Kondensator C_{ZW} des Zwischenkreises 7 durch die Energie der Photovoltaikmodule 2 geladen und die Spannung U_{DC} in Abhängigkeit der Zeit t erfasst. Der Kondensator C_{ZW} des Zwischenkreises 7 ist aufgeladen, wenn die Leerlaufspannung U_L der Photovoltaikmodule 2 erreicht wurde. Für das Aktivieren der Schaltvorrichtung 4 ist es ausreichend, wenn die Prüfspannung U_P , welche beispielsweise 80% der Leerlaufspannung U_L beträgt, innerhalb einer Prüfzeit t_L erreicht wird, welche unter einem vorgegebenen Grenzwert t_P liegt.

Gemäß Fig. 5 wird die Prüfspannung U_P in einer Zeit t_L erreicht, welche unterhalb dem vorgegebenen Grenzwert t_P liegt, weshalb die Photovoltaikmodule 2 ausreichend Eingangsleistung P_e liefern und die Schaltvorrichtung 4 aktiviert und der Einspeisebetrieb begonnen werden kann.

Gemäß Fig. 6 wird die Prüfspannung U_P in einer Zeit t_L erreicht, welche über der vorgegebenen Prüfzeit t_P liegt, weshalb die Photovoltaikmodule 2 keine ausreichende Eingangsleistung P_e liefern und die Schaltvorrichtung 4 nicht aktiviert und der Einspeisebetrieb nicht aufgenommen wird.

Das Prüfverfahren wird auch bei dieser zweiten Verfahrensvariante von der Steuervorrichtung 9 des Wechselrichters 3 durchgeführt, weshalb keine Änderungen an der Hardware notwendig sind.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen (2) einer Photovoltaikanlage (1) in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, wobei die von den Photovoltaikmodulen (2) erzeugte Gleichspannung (U_{DC}) in einem Wechselrichter (3) mit einem Zwischenkreises (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}) und mit einem DC/AC-Wandler (8) in eine Wechselspannung (U_{AC}) umgewandelt wird, und in einem Einspeisebetrieb der Wechselrichter (3) über eine Schaltvorrichtung (4) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last geschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Zuschalten des Wechselrichters (3) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last in einem Prüfverfahren die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) ermittelt wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die ermittelte Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) größer oder gleich einer vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) dadurch ermittelt wird, dass die Leerlaufspannung (U_L) der Photovoltaikmodule (2) gemessen wird und daraus ein Prüfarbeitspunkt (AP) mit einer Prüfspannung (U_P) und einem Prüfstrom (I_P) berechnet wird, und mit einem Prüfverfahren ein DC/DC-Wandler (6) des Wechselrichters (3) auf den Prüfstrom (I_P) geregelt wird, und die Gleichspannung (U_{DC}) der Photovoltaikmodule (3) gemessen wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) dann aktiviert wird, wenn die Gleichspannung (U_{DC}) der Photovoltaikmodule (3) größer oder gleich der Prüfspannung (U_P) ist, wobei während des Prüfverfahrens die Energie der Photovoltaikmodule (2) im Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) gespeichert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfstrom (I_P) des Prüfarbeitspunkts (AP) durch Division der vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) durch die um einen Faktor (k) reduzierte Leerlaufspannung (U_L) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Faktor (k) zwischen 70% und 90%, vorzugsweise 80% beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) dadurch ermittelt wird, dass während des Prüfverfahrens der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) mit der Energie der Photovoltaikmodule (2) geladen wird und die Zeit (t_p) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Teils der Leerlaufspannung (U_L) der Photovoltaikmodule (2) gemessen wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die Prüfzeit (t_L) kleiner oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert (t_p) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Prüfverfahren der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) entladen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) über den DC/AC-Wandler (8) des Wechselrichters (3) entladen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) über Entladewiderstände oder durch Selbstentladung des Kondensators (C_{ZW}) entladen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfverfahren zyklisch durchgeführt wird, bis die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert und der Einspeisebetrieb durchgeführt wird.

10. Wechselrichter (3) zum Umwandeln der von Photovoltaikmodulen (2) erzeugten Gleichspannung (U_{DC}) in eine Wechselspannung (U_{AC}) zum Einspeisen in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, mit einer Steuervorrichtung (9), einem Zwischenkreis (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}), einem DC/AC-Wandler (8), und einer Schaltvorrichtung (4) zum Schalten des Ausgangs an das Versorgungsnetz (5) bzw. an die Last in einem Einspeisebetrieb, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuervorrichtung (9) zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 9 ausgebildet ist.

Fig.1

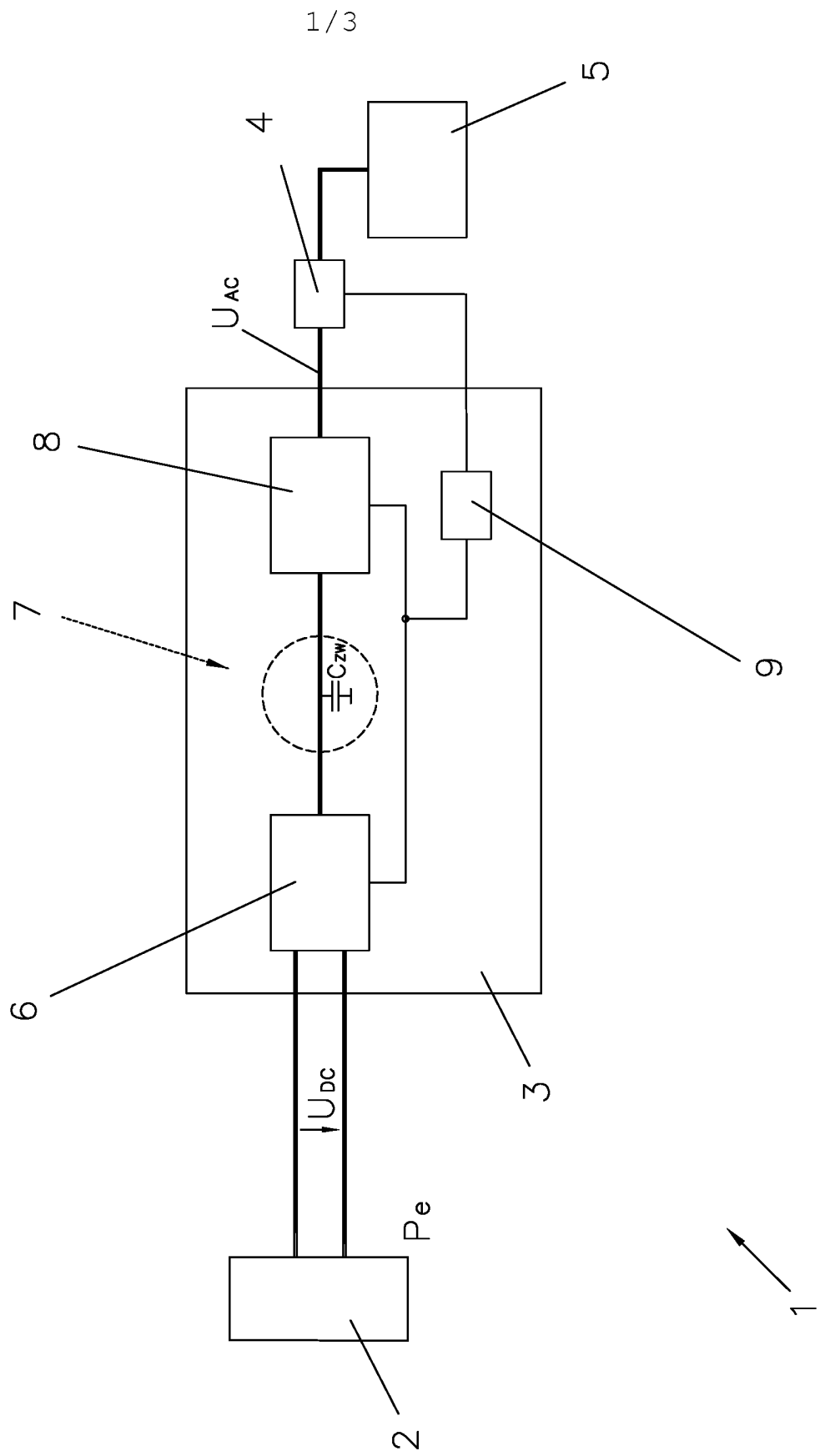


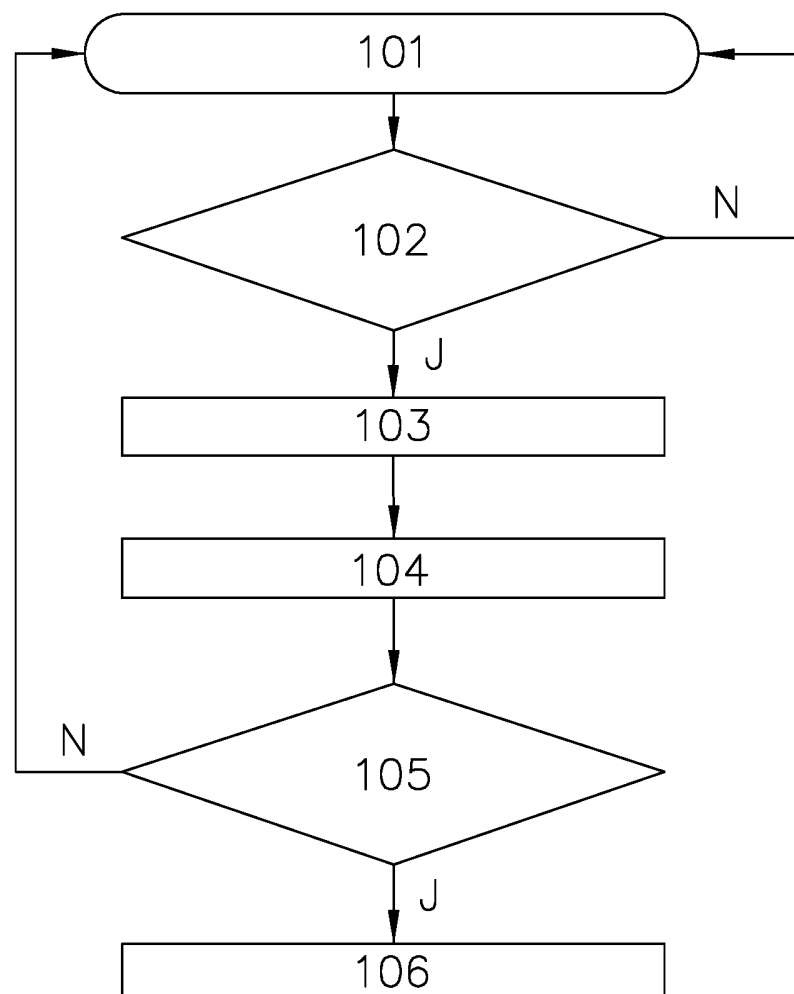
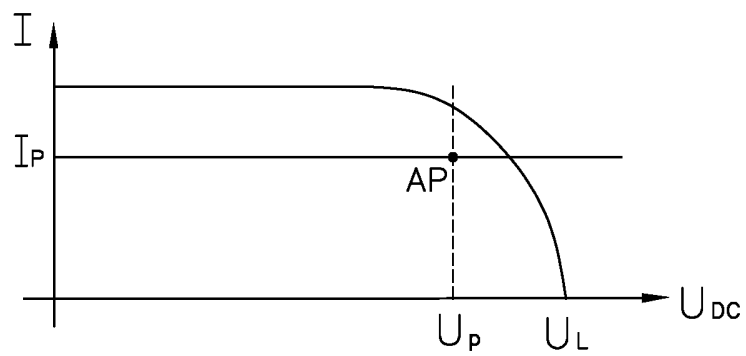
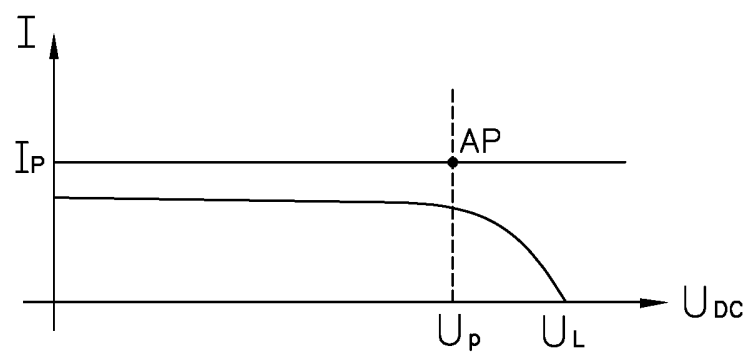
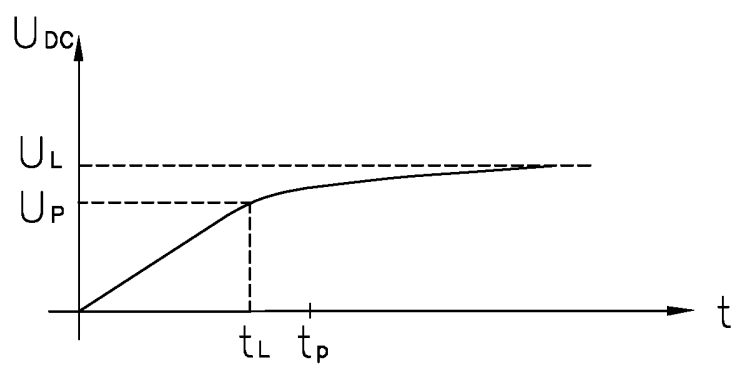
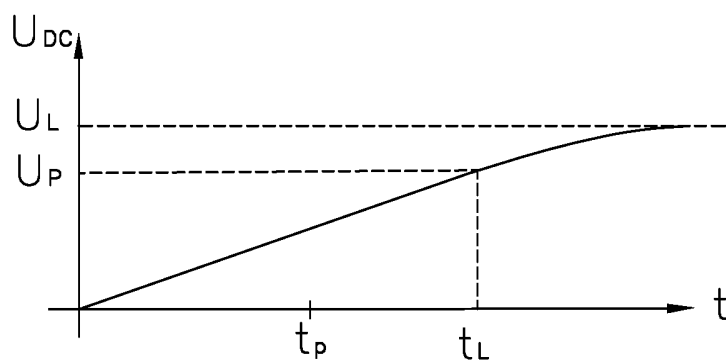
Fig.2

Fig.3**Fig.4****Fig.5****Fig.6**

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC:
H02J 3/38 (2006.01); **G05F 1/67** (2006.01) ; **H02M 7/44** (2006.01)

Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß CPC:
H02J 3/383 (2013.01); **G05F 1/67** (2013.01); **H02M 7/44** (2013.01)

Recherchierte Prüfzettel (Klassifikation):
H02J, G05F, H02M

Konsultierte Online-Datenbank:
WPI, EPODOC, IEEE

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am **15.04.2014** eingereichten Ansprüchen **1-10** erstellt.

Kategorie ¹⁾	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	WO 2013105008 A2 (KONINKL PHILIPS NV) 18. Juli 2013 (18.07.2013) Absätze [0008-0020].	1-4, 9, 10
Y		5-8
Y	US 2013127435 A1 (CHEN LI-HSIU) 23. Mai 2013 (23.05.2013) Absatz [0023].	5-8
A		1, 10
A	DE 102007032980 A1 (RICHTER TECHNOLOGY CORP) 17. Juli 2008 (17.07.2008) Absätze [0037-0039].	1, 10
A	US 8624561 B1 (SLAVIN KEITH) 07. Januar 2014 (07.01.2014) Spalte 5, Zeile 21 - Spalte 6, Zeile 48.	1, 10

Datum der Beendigung der Recherche:
30.03.2014

Seite 1 von 1

Prüfer(in):

MEHLMAUER Adolf

¹⁾ **Kategorien** der angeführten Dokumente:

X Veröffentlichung **von besonderer Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.

Y Veröffentlichung **von Bedeutung**: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese **Verbindung für einen Fachmann naheliegend** ist.

A Veröffentlichung, die den allgemeinen **Stand der Technik** definiert.

P Dokument, das von **Bedeutung** ist (Kategorien **X** oder **Y**), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.

E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie **X**), aus dem ein „**älteres Recht**“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).

& Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Einspeisen von Energie von Photovoltaikmodulen (2) einer Photovoltaikanlage (1) in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, wobei die von den Photovoltaikmodulen (2) erzeugte Gleichspannung (U_{DC}) in einem Wechselrichter (3) mit einem Zwischenkreises (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}) und mit einem DC/AC-Wandler (8) in eine Wechselspannung (U_{AC}) umgewandelt wird, und in einem Einspeisebetrieb der Wechselrichter (3) über eine Schaltvorrichtung (4) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last geschaltet wird, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Zuschalten des Wechselrichters (3) an das Versorgungsnetz (5) bzw. die Last bei deaktivierter Schaltvorrichtung (4) in einem Prüfverfahren die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) ermittelt wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die während des Prüfverfahrens ermittelte Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) größer oder gleich einer vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) ist, wobei in der Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) die Eigenverluste des Wechselrichters (3) beinhaltet sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) dadurch ermittelt wird, dass die Leerlaufspannung (U_L) der Photovoltaikmodule (2) gemessen wird und daraus ein Prüfarbeitspunkt (AP) mit einer Prüfspannung (U_P) und einem Prüfstrom (I_P) berechnet wird, und mit einem Prüfverfahren ein DC/DC-Wandler (6) des Wechselrichters (3) auf den Prüfstrom (I_P) geregelt wird, und die Gleichspannung (U_{DC}) der Photovoltaikmodule (3) gemessen wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) dann aktiviert wird, wenn die Gleichspannung (U_{DC}) der Photovoltaikmodule (3) größer oder gleich der Prüfspannung (U_P) ist, wobei während des Prüfverfahrens die Energie der Photovoltaikmodule (2) im Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) gespeichert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Prüfstrom (I_P) des Prüfarbeitspunkts (AP) durch Division der vorgegebenen Mindesteingangsleistung ($P_{e,min}$) durch die um einen Faktor (k) reduzierte Leerlaufspannung (U_L) ermittelt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Faktor (k) zwischen 70% und 90%, vorzugsweise 80% beträgt.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingangsleistung (P_e) der Photovoltaikmodule (2) dadurch ermittelt wird, dass während des Prüfverfahrens der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) mit der Energie der Photovoltaikmodule (2) geladen wird und die Zeit (t_p) bis zum Erreichen eines vorgegebenen Teils der Leerlaufspannung (U_L) der Photovoltaikmodule (2) gemessen wird, und die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert wird, wenn die Prüfzeit (t_L) kleiner oder gleich einem vorgegebenen Grenzwert (t_p) ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Prüfverfahren der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) entladen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) über den DC/AC-Wandler (8) des Wechselrichters (3) entladen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C_{ZW}) des Zwischenkreises (7) des Wechselrichters (3) über Entladewiderstände oder durch Selbstentladung des Kondensators (C_{ZW}) entladen wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Prüfverfahren zyklisch durchgeführt wird, bis die Schaltvorrichtung (4) des Wechselrichters (3) aktiviert und der Einspeisebetrieb durchgeführt wird.

10. Wechselrichter (3) zum Umwandeln der von Photovoltaikmodulen (2) erzeugten Gleichspannung (U_{DC}) in eine Wechselspannung (U_{AC}) zum Einspeisen in ein Versorgungsnetz (5) bzw. an eine Last, mit einer Steuervorrichtung (9), einem Zwischenkreis (7) mit einem Kondensator (C_{ZW}), einem DC/AC-Wandler (8), und einer Schaltvorrichtung (4) zum Schalten des Ausgangs an das Versorgungsnetz (5) bzw. an die Last in einem Einspeisebetrieb, dadurch gekenn-

zeichnet, dass die Steuervorrichtung (9) zur Durchführung des Verfahrens gemäß den Ansprüchen 1 bis 9 ausgebildet ist.