

(12) **Gebrauchsmusterschrift**

(21) Anmeldenummer: GM 286/2017  
(22) Anmeldetag: 21.12.2017  
(24) Beginn der Schutzdauer: 15.08.2022  
(45) Veröffentlicht am: 15.08.2022

(51) Int. Cl.: **H05B 45/3725** (2020.01)  
**H05B 45/37** (2020.01)

(30) **Priorität:**  
16.11.2017 DE (U) 202017106951.6 beansprucht.

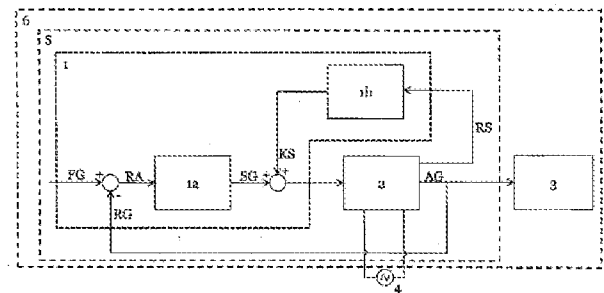
(56) **Entgegenhaltungen:**  
DE 102013107872 B3  
WO 2017045075 A1  
US 2015123568 A1  
DE 102012203745 A1

(73) **Gebrauchsmusterinhaber:**  
Tridonic GmbH & Co KG  
6850 Dornbirn (AT)

(74) **Vertreter:**  
Barth Alexander Dipl.-Ing. (FH)  
6850 Dornbirn (AT)

(54) **Kompensierung eines Niederfrequenzrippels**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuereinheit (1) zur Steuerung einer Regelstrecke (2) zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke (3) mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, ausgehend von einem Stromnetz (4), wobei die Steuereinheit (1) einen Regler (1a), vorzugsweise einen PI-Regler, umfasst, der zur Regelung der durch die Regelstrecke (2) ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom (AG) eingerichtet ist, der Regler (1a) dazu eingerichtet ist, eine Stellgröße (SG) für die Regelung auf der Basis einer Führungsgröße (FG) und einer Rückführgröße (RG) zu ermitteln, die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, als ein Rückführsignal (RS) eine Spannung und/oder einen Strom der Regelstrecke (2) zu erfassen, und die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, zu bestimmen, ob das Rückführsignal (RS) einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes (4) aufweist.



Figur 1

## Beschreibung

### KOMPENSIERUNG EINES NIEDERFREQUENZRIPPELS

#### 1. GEBIET DER ERFINDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine erfindungsgemäße Steuereinheit; ein Betriebsgerät mit einer solchen erfindungsgemäßen Steuereinheit sowie eine Leuchte aufweisend wenigstens ein solches erfindungsgemäßes Betriebsgerät und wenigstens eine Leuchtmittelstrecke mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise wenigstens eine LED- Strecke mit wenigstens einer LED.

#### 2. HINTERGRUND

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind Regelstrecken zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke mit wenigstens einem Leuchtmittel bekannt.

**[0003]** Die Regelstrecke kann wenigstens einen Konverter umfassen, der ausgehend von einer Wechselfspannung eines Stromnetzes ausgangsseitig eine Spannung, Strom und/oder elektrische Energie zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke bereitstellen kann. Um einen guten Leistungsfaktor zu erzielen wird zwischen dem Konverter und dem Stromnetz eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC-Schaltung) angeordnet.

**[0004]** Typischerweise weist die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom einer Konverterschaltung, wie z.B. einer Leistungsfaktorkorrekturschaltung, einen niederfrequenten Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes auf. Dieser Rippel ist dann auch in der Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom vorhanden, welche durch den wenigstens einen Konverter erzeugt werden. Folglich ist dieser Rippel mit der doppelten Netzfrequenz durch die gesamte Konverterstrecke vorhanden, wenn die Regelstrecke einer Konverterstrecke mit mehreren Konverterstufen entspricht. Insbesondere weist auch die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom der Ausgangskonverterstufe, die die Leuchtmittelstrecke mit Strom, Spannung und/oder elektrischer Energie direkt versorgt, einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz auf, wobei sich ein solcher Rippel mit der doppelten Netzfrequenz typischerweise nicht verändert, da er direkt von der Netzfrequenz des Stromnetzes abhängt.

**[0005]** Ein solcher Rippel mit der doppelten Netzfrequenz ist in dem durch die Leuchtmittelstrecke abgestrahlten Licht als Flicker bzw. Flimmern sichtbar. Daher ist es wünschenswert einen solchen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz zu kompensieren.

**[0006]** Gemäß dem Stand der Technik wird vorgeschlagen, einen solchen niederfrequenten Rippel durch eine erhöhte Steuergeschwindigkeit des Reglers der Regelstrecke zu kompensieren. Dies hat den Nachteil, dass aufgrund einer erhöhten Steuergeschwindigkeit die Regelstrecke instabiler wird und folglich für Störungen anfälliger ist.

**[0007]** Gemäß einer weiteren Vorgehensweise werden Glättungskapazitäten zur Filterung bzw. Glättung vergrößert, um einen solchen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz der der Regelstrecke zugeführten Spannung und/oder Stroms zu reduzieren. Dies hat den Nachteil, dass hierdurch die Ausmaße der Kapazitäten, Induktivitäten und folglich der gesamten Regelstrecke deutlich vergrößert werden.

**[0008]** Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Steuereinheit bereitzustellen, die neben der Regelung der Regelstrecke einen solchen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz in der der Spannung und/oder dem Strom der Regelstrecke reduzieren kann.

**[0009]** Diese und andere Aufgaben, die beim Lesen der folgenden Beschreibung noch genannt werden oder vom Fachmann erkannt werden können, werden durch den Gegenstand der unabhängigen Ansprüche gelöst. Die abhängigen Ansprüche bilden den zentralen Gedanken der vorliegenden Erfindung in besonders vorteilhafter Weise weiter.

### 3. AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0010]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird eine Steuereinheit zur Steuerung einer Regelstrecke zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, ausgehend von einem Stromnetz bereitgestellt, wobei die Steuereinheit einen Regler, vorzugsweise einen PI-Regler, umfasst, der zur Regelung der durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom eingerichtet ist. Der Regler ist dazu eingerichtet, eine Stellgröße für die Regelung auf der Basis einer Führungsgröße und einer Rückführgröße zu ermitteln. Ferner ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, als ein Rückführsignal eine Spannung und/oder einen Strom der Regelstrecke zu erfassen, und die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, zu bestimmen, ob das Rückführsignal einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes aufweist.

**[0011]** Mit anderen Worten schlägt die vorliegende Erfindung vor, dass die Steuereinheit, die die Regelstrecke regelt, auch zur Reduzierung oder Kompensierung eines in einer Spannung und/oder einem Strom der Regelstrecke vorhandenen Rippels mit der doppelten Netzfrequenz eingerichtet ist. Hierfür ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine Spannung und/oder einen Strom der Regelstrecke als ein Rückführsignal zu erfassen und zu bestimmen, ob das Rückführsignal einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes aufweist.

**[0012]** Dies ist vorteilhaft, da hierfür weder die Geschwindigkeit der Regelung der Regelstrecke erhöht werden muss noch die Glättungskapazitäten der Regelstrecke vergrößert werden müssen, und folglich die vorstehenden Nachteile des Stands der Technik bei der erfindungsgemäßen Steuereinheit nicht bestehen.

**[0013]** Unter einem „Rippel“ einer Spannung oder eines Stroms versteht man vorzugsweise eine Spannungsschwankung bzw. eine Stromschwankung und folglich entspricht vorzugsweise ein niederfrequenter Rippel mit der doppelten Netzfrequenz einer Spannung oder eines Stroms einer niederfrequenten Spannungsschwankung bzw. Stromschwankung mit der doppelten Netzfrequenz.

**[0014]** Der Regler ist vorzugsweise ein PI-Regler. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht auf einen bestimmten Reglertypen beschränkt.

**[0015]** Die Steuereinheit ist vorzugsweise ein ASIC, ein Mikrokontroller und/oder ein Hybrid daraus.

**[0016]** Die Führungsgröße gibt vorzugsweise den Sollwert der Spannung, des Stroms und/oder der elektrischen Energie an, die die Regelstrecke zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke bereitstellen soll.

**[0017]** Die Rückführgröße gibt vorzugsweise den Istwert der Spannung, des Stroms und/oder der elektrischen Energie an, die durch die Regelstrecke zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke tatsächlich bereitgestellt wird.

**[0018]** Die Stellgröße entspricht vorzugsweise einem Steuersignal, die die Steuereinheit der Regelstrecke zuführt, damit eine Abweichung zwischen der Führungsgröße und der Rückführgröße derart kompensiert wird, dass durch die Regelstrecke ausgangsseitig der durch die Führungsgröße festgelegte Sollwert der Spannung, des Stroms und/oder der elektrischen Energie bereitgestellt wird.

**[0019]** Falls die Regelstrecke einen Schaltregler mit wenigstens einem Schalter umfasst bzw. diesem entspricht, kann die Stellgröße einem Steuerparameter zur Taktung des wenigstens einen Schalters entsprechen, wie z.B. der Taktfrequenz und/oder dem Tastgrad. Durch die Taktung des Schalters kann nämlich beim Schaltregler die durch den Schaltregler ausgangsseitig bereitgestellte Spannung, Strom und/oder elektrische Energie eingestellt bzw. gesteuert werden.

**[0020]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, als Rückführsignal die der Regelstrecke eingangsseitig zugeführte Eingangsspannung, den der Regelstrecke eingangsseitig zugeführten Eingangsstrom, die durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellte Ausgangsspannung, oder den durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsstrom zu

erfassen.

**[0021]** Insbesondere ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, als Rückführsignal den der Regelstrecke eingangsseitig zugeführten Rippel der Eingangsspannung, den der Regelstrecke eingangsseitig zugeführten Rippel des Eingangsstroms, den Rippel der durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsspannung, oder den Rippel des durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsstroms zu erfassen.

**[0022]** Insbesondere ist der Regler der Steuereinheit, z.B. ein PI-Regler, dazu eingerichtet, als Rückführgröße den DC-Anteil der Regelgröße (Ausgangsgröße der Regelstrecke) zu erfassen oder zurückgeführt zu bekommen; wobei die Steuereinheit zur Rippel-Kompensation, insbesondere eine Kompensierungseinheit der Steuereinheit, vorzugsweise dazu eingerichtet ist, die Größe des in der Regelstrecke vorhandenen niederfrequenten Rippels zu erfassen oder zurückgeführt zu bekommen. Vorzugsweise werden die Eingangsspannung und der Eingangsstrom der Regelstrecke durch eine Konverterschaltung zugeführt, die zur Gleichrichtung der Wechselspannung eines Stromnetzes und/oder zur Leistungsfaktorkorrektur (PFC) eingerichtet ist. Folglich umfasst diese Konverterschaltung vorzugsweise einen Gleichrichter und/oder eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung (PFC-Schaltung).

**[0023]** Vorzugsweise entsprechen die Eingangsspannung und der Eingangsstrom der Regelstrecke einer gleichgerichteten Wechselspannung und einem gleichgerichteten Wechselstrom eines Stromnetzes, welche vorzugsweise durch eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung bereitgestellt werden.

**[0024]** Die Ausgangsspannung und der Ausgangsstrom der Regelstrecke entsprechen vorzugsweise der an der Leuchtmittelstrecke abfallenden Spannung und dem durch die Leuchtmittelstrecke fließenden Strom, wenn an die Regelstrecke die Leuchtmittelstrecke zur elektrischen Versorgung angeschlossen ist.

**[0025]** Vorzugsweise entspricht das Rückführsignal der Rückführgröße der Regelstrecke.

**[0026]** Ferner ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, die Amplitude und/oder Energie des Rippels des Rückführsignals zu ermitteln, falls das Rückführsignal einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz aufweist.

**[0027]** Des Weiteren ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Information über die Amplitude und/oder Energie des Anteils des Rückführsignals zu ermitteln, der in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegt.

**[0028]** Mit anderen Worten ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, eine Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln. Zum Beispiel ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, die Amplitude des Anteils des Rückführsignals zu ermitteln, der im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegt.

**[0029]** D.h. die Steuereinheit ist vorzugsweise dazu eingerichtet, den Beitrag des Rippels mit der doppelten Netzfrequenz zu dem Rückführsignal zu ermitteln. Die Steuereinheit ist zum Beispiel dazu eingerichtet, den Beitrag des Rippels bzw. der Spannungsschwankung mit der doppelten Netzfrequenz in dem Rückführsignal zu ermitteln, falls das Rückführsignal eine gleichgerichtete Wechselspannung der Regelstrecke ist.

**[0030]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals unter Verwendung der Diskreten Fourier Transformation, vorzugsweise unter Verwendung des Goertzel-Algorithmus, zu ermitteln. Alternativ oder zusätzlich ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals unter Verwendung eines Bandpasses zu ermitteln. Insbesondere ist die Steuereinheit alternativ oder zusätzlich dazu eingerichtet, das Rückführsignal mit der doppelten Netzfrequenz bandpasszufiltern, um die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln.

**[0031]** Mit anderen Worten ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Diskreten Fourier Transformation und/oder eine Bandpassfilterung auf das Rückführsignal anzuwenden, um die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln bzw. zu berechnen.

**[0032]** Insbesondere ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Diskreten Fourier Transformation und/oder eine Bandpassfilterung auf das Rückführsignal anzuwenden, um die Amplitude und/oder Phase des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln bzw. zu berechnen.

**[0033]** Vorzugsweise kann die Steuereinheit diese Auswertung des Rückführsignals softwaretechnisch durchführen. Insbesondere ist diese Auswertung des Rückführsignals durch die Steuereinheit als Software implementiert.

**[0034]** Insbesondere ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, unter Verwendung des Goertzel-Algorithmus die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln bzw. zu berechnen.

**[0035]** Alternativ oder zusätzlich ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, unter Verwendung eines Bandpassfilters, insbesondere eines sehr schmalbandigen und steiflankigen Bandpassfilters, die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln bzw. zu filtern.

**[0036]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, zusätzlich zur Verwendung eines Goertzel-Algorithmus zur Ermittlung bzw. Berechnung die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals einen Bandpassfilter zu verwenden. Durch den Bandpassfilter können zum Beispiel störende hohe Frequenzen begrenzt werden.

**[0037]** Vorzugsweise umfasst die Steuereinheit einen Bandpassfilter, der dazu eingerichtet ist, die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln.

**[0038]** Ferner ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, zur Kompensierung des in dem Rückführsignals vorhandenen Rippels mit der doppelten Netzfrequenz ein Kompensierungssignal auf der Basis der ermittelten Information zu erzeugen; das Kompensierungssignal mit dem Rückführsignal und/oder der Stellgröße zeitlich zu synchronisieren; und das synchronisierte Kompensierungssignal der Stellgröße negativ interferierend aufzuschlagen.

**[0039]** Insbesondere ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, zur Kompensierung des in dem Rückführsignals vorhandenen Rippels mit der doppelten Netzfrequenz ein Kompensierungssignal auf der Basis der ermittelten Information zu erzeugen; das Kompensierungssignal mit dem Rückführsignal und/oder der Stellgröße zeitlich zu synchronisieren; und das synchronisierte Kompensierungssignal der Stellgröße mit einer Phasenverschiebung von  $180^\circ$  aufzuschlagen.

**[0040]** Mit anderen Worten ist die Steuereinheit dazu, eingerichtet ein Kompensierungssignal zu erzeugen, dass dem Rippel mit der doppelten Netzfrequenz bzw. dem im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteil des Rückführsignals entspricht. Folglich kann durch ein negativ interferierendes Aufschlagen des synchronisierten Kompensierungssignal auf die Stellgröße der Rippel mit der doppelten Netzspannung in der durch die Regelstrecke bereitgestellten Spannung und/oder Strom reduziert bzw. kompensiert werden.

**[0041]** Grundsätzlich kann das synchronisierte Kompensierungssignal auch auf die Führungsgröße oder die Rückführgröße negativ interferierend aufgeschlagen werden. Dann muss aber die Zeitkonstante des Regler entsprechend angepasst sein, insbesondere muss der Regler entsprechend schnell sein, um einen derartigen Rippel ausregeln zu können. Bevorzugt wird das synchronisierte Kompensierungssignal auf die Stellgröße negativ interferierend aufgeschlagen, um den Rippel mit der doppelten Netzspannung in der durch die Regelstrecke bereitgestellten Spannung und/oder Strom zu reduzieren bzw. kompensieren.

**[0042]** Insbesondere ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, unter Verwendung der Diskreten Fourier Transformation, insbesondere des Goertzel-Algorithmus, und/oder eines Bandpasses die Amplitude des Rippels des Rückführsignals bzw. die Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des im Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals zu ermitteln. Die Steuereinheit ist dann vorzugsweise dazu eingerichtet, auf der Basis der ermittelten Information unter Verwendung wenigstens einer Look-Up-Tabelle und/oder wenigstens einer Trigonometrischen Funktion das Kompensierungssignal, insbesondere die Gegenschwingung hinsichtlich des Rippels, zu erzeugen. Die Erzeugung der Gegenschwingung hinsichtlich des Rippels als Kompensierungssignal erfolgt vorzugsweise mit einer höheren Taktfrequenz im Vergleich zu der Taktfrequenz des Reglers der Steuereinheit.

**[0043]** Des Weiteren ist die Steuereinheit vorzugsweise dazu eingerichtet, als Kompensierungssignal eine Sinus- oder Cosinus-Welle mit der gleichen Frequenz wie der doppelten Netzfrequenz des in dem Rückführsignal vorhandenen Rippels zu erzeugen.

**[0044]** Insbesondere umfasst die Steuereinheit einen Sinuswellen- oder Cosinuswellengenerator, der dazu eingerichtet ist, als Kompensierungssignal eine Sinuswelle oder Cosinuswelle mit der gleichen Frequenz wie die Frequenz des Rippels, also mit der doppelten Netzfrequenz, zu erzeugen.

**[0045]** Vorzugsweise umfasst die Steuereinheit dazu Trigonometrische Funktionen und/oder entsprechende Look-Up-Tabellen, um evtl. die Berechnungsgeschwindigkeit (für einen Mikrocontroller/Mikroprozessor) zur Erzeugung der Sinus- oder Cosinus-Welle zu erhöhen.

**[0046]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit dazu eingerichtet, das zeitlich synchronisierte Kompensierungssignal gemäß der ermittelten Information zu verstärken.

**[0047]** Vorzugsweise beträgt die Netzfrequenz des Stromnetzes 60Hz, besonders vorzugsweise 50Hz, und der Rippel weist vorzugsweise eine Frequenz von 120Hz, besonders vorzugsweise 100 Hz, auf.

**[0048]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ferner ein Betriebsgerät zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, ausgehend von einem Stromnetz bereitgestellt, wobei das Betriebsgerät eine vorstehend beschriebene erfindungsgemäße Steuereinheit und wenigstens einen Konverter als Regelstrecke umfasst. Hierbei ist die Steuereinheit zur Steuerung des wenigstens einen Konverters eingerichtet, um die durch den wenigstens einen Konverter bereitstellbare Spannung, Strom und/oder elektrische Energie zur elektrischen Versorgung der Leuchtmittelstrecke zu steuern. Die Steuereinheit ist ferner dazu eingerichtet, als ein Rückführsignal eine Spannung und/oder einen Strom des wenigstens einen Konverters zu erfassen, und die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, zu bestimmen, ob das Rückführsignal einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes aufweist.

**[0049]** Vorzugsweise ist der wenigstens eine Konverter ein Schaltregler mit wenigstens einem Schalter, und die Steuereinheit ist vorzugsweise zur Steuerung des wenigstens einen Schalters eingerichtet.

**[0050]** Der Konverter ist nicht auf einen bestimmten Schaltreglertypen beschränkt.

**[0051]** Für den Fall, dass das Betriebsgerät mehr als einen Konverter umfasst, können diese dem gleichen Konvertertypen oder unterschiedlichen Konvertertypen entsprechen.

**[0052]** Vorzugsweise umfasst das Betriebsgerät eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung, die dazu eingerichtet ist, dem wenigstens einen Konverter eine Spannung und/oder einen Strom ausgehend von der Wechselspannung und/oder dem Wechselstrom des Stromnetzes bereitzustellen und gleichzeitig einen Leistungsfaktor nahe 1 sicherzustellen.

**[0053]** Vorzugsweise ist der wenigstens eine Konverter eine Ausgangskonverterstufe, an die die Leuchtmittelstrecke zur elektrischen Versorgung direkt anschließbar ist.

**[0054]** Insbesondere ist der wenigstens eine Konverter vorzugsweise eine Ausgangskonverter-

stufe einer Konverterstrecke aufweisend wenigstens zwei Konverter, wobei vorzugsweise die Eingangskonverterstufe eine Leistungsfaktorkorrekturfunktionalität aufweist, d.h. eine Leistungsfaktorkorrektur durchführen kann. Die wenigstens zwei Konverter sind vorzugsweise kaskadiert angeordnet.

**[0055]** Der wenigstens eine Konverter kann auch eine der Ausgangskonverterstufe vorgeschaltete Konverterstufe einer Konverterstrecke aufweisend wenigstens zwei Konverter sein. Folglich kann dann der Rippel bereits in der Spannung bzw. Busspannung kompensiert werden, die der Ausgangskonverterstufe zugeführt wird.

**[0056]** Vorzugsweise wird der wenigstens eine Konverter ausgehend von einem Gleichrichter elektrisch versorgt, der zur Gleichrichtung der ausgehend von dem Stromnetz dem Betriebsgerät eingangsseitig zugeführten Wechsellspannung eingerichtet ist.

**[0057]** Gemäß der vorliegenden Erfindung wird des Weiteren eine Leuchte mit wenigstens einem vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Betriebsgerät und wenigstens einer Leuchtmittelstrecke mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, bereitgestellt, wobei die Leuchtmittelstrecke mit dem Betriebsgerät elektrischen verbunden ist, und das Betriebsgerät zur elektrischen Versorgung der Leuchtmittelstrecke eingerichtet ist.

**[0058]** Für den Fall, dass die Leuchtmittelstrecke mehrere Leuchtmittel umfasst, sind diese vorzugsweise in Reihe und/oder parallel miteinander elektrisch verbunden. Die mehrere Leuchtmittel unterscheiden sich untereinander oder sind vom gleichen Leuchtmitteltypen. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf einen bestimmten Leuchtmitteltypen beschränkt.

**[0059]** Vorzugsweise entspricht die Leuchtmittelstrecke einer Leuchtdiodenstrecke mit wenigstens einer Leuchtdiode (LED-Strecke mit wenigstens einer LED). Die wenigstens eine LED ist nicht auf einen bestimmten LED-Typ beschränkt, d.h. sie kann z.B. eine organische oder anorganische LED, eine LED mit oder ohne Sekundäranregung usw. sein.

#### 4. BESCHREIBUNG BEVORZUGTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0060]** Nachfolgend wird eine detaillierte Beschreibung der Figuren gegeben. Darin zeigt:

**[0061]** Figur 1 ein schematisches Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steuereinheit.

**[0062]** Figur 2 das schematische Blockschaltbild der Figur 1, wobei weitere Details der erfindungsgemäße Steuereinheit schematisch gezeigt werden.

**[0063]** Figur 3a eine bevorzugte Ausführungsform zur Erfassung eines Rückführsignals aus der Regelstrecke.

**[0064]** Figur 3b eine bevorzugte Ausführungsform zur Erfassung eines Rückführsignals aus der Regelstrecke.

**[0065]** Figur 3c eine bevorzugte Ausführungsform zur Erfassung eines Rückführsignals aus der Regelstrecke.

**[0066]** Figur 4a eine bevorzugte Ausführungsform zur Erzeugung eines Synchronisationssignals ausgehend von der Netzspannung, wobei das Synchronisationssignal zur Synchronisierung eines durch die erfindungsgemäße Steuereinheit erzeugten Kompensierungssignals verwendet wird.

**[0067]** Figur 4b eine bevorzugte Ausführungsform zur Erzeugung eines Synchronisationssignals ausgehend von der Netzspannung, wobei das Synchronisationssignal zur Synchronisierung eines durch die erfindungsgemäße Steuereinheit erzeugten Kompensierungssignals verwendet wird.

**[0068]** Sich entsprechende Elemente sind in den Figuren mit den gleichen Bezugszeichen markiert.

**[0069]** Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild einer bevorzugten Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Steuereinheit.

**[0070]** Die Figur 1 zeigt schematisch eine erfindungsgemäße Steuereinheit 1 zur Steuerung einer Regelstrecke 2, welche Regelstrecke 2 dazu eingerichtet ist, eine Leuchtmittelstrecke 3 mit wenigstens einem Leuchtmittel ausgehend von einer Wechselspannungsquelle 4 mit einer Spannung, einem Strom und/oder einer elektrischen Energie elektrisch zu versorgen.

**[0071]** Die erfindungsgemäße Steuereinheit 1 und die Regelstrecke 2 bilden ein erfindungsgemäßes Betriebsgerät 5 zur elektrischen Versorgung der Leuchtmittelstrecke 3.

**[0072]** Das erfindungsgemäße Betriebsgerät 5 und die Leuchtmittelstrecke 3 bilden eine erfindungsgemäße Leuchte 6.

**[0073]** Wie bereits vorstehend ausgeführt, umfasst oder entspricht die Regelstrecke 2 vorzugsweise einem Konverter, der vorzugsweise ein aktiv getakteter Konverter bzw. ein Schaltregler mit wenigstens einem Schalter ist.

**[0074]** Das Betriebsgerät 5 kann auch mehr als einen Konverter aufweisen, wobei die mehreren Konverter vorzugsweise kaskadiert miteinander verbunden sind und eine Konverterstrecke mit mehreren Konverterstufen bilden. Hierbei entspricht die Regelstrecke 2 dann vorzugsweise der Ausgangskonverterstufe, an deren Ausgang die Leuchtmittelstrecke 3 zur elektrischen Versorgung direkt angeschlossen werden kann. Vorzugsweise ist die Steuereinheit 1 dazu eingerichtet, auch die anderen Konverterstufen zu steuern, insbesondere unter Verwendung einer entsprechenden Rückführgröße zu steuern bzw. zu regeln. Die Regelstrecke 2 kann aber auch einer Konverterstufe entsprechen, die der Ausgangskonverterstufe vorgeschaltet ist.

**[0075]** Vorzugsweise sind dem wenigstens einen Konverter der Regelstrecke 2 ein Gleichrichter und/oder eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung vorgeschaltet, die ausgehend von der Wechselspannungsquelle 4 dem Konverter der Regelstrecke 2 eine Spannung, einen Strom und/oder elektrische Energie zuführen. Die Leistungsfaktorkorrekturschaltung ist vorzugsweise ein Konverter.

**[0076]** Nachfolgende wird zur beispielhaften Beschreibung der vorliegenden Erfindung, ohne diese einzuschränken, davon ausgegangen, dass die Regelstrecke 2 einem Schaltregler mit wenigstens einem Schalter entspricht.

**[0077]** Die Regelstrecke 2 ist dazu eingerichtet, ausgangseitig eine Ausgangsgröße AG, insbesondere eine Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom, zur elektrischen Versorgung der Leuchtmittelstrecke 3 bereitzustellen.

**[0078]** Die Wechselspannungsquelle 4 ist vorzugsweise das Stromnetz, welches vorzugsweise eine Wechselspannung mit einer Netzfrequenz von 60 Hz, besonders vorzugsweise von 50 Hz, bereitstellt.

**[0079]** Wie bereits vorstehend ausgeführt, kann die Leuchtmittelstrecke 3 ein Leuchtmittel oder mehrere Leuchtmittel umfassen, welche in Reihe und/oder parallel miteinander elektrisch verbunden sind. Die mehrere Leuchtmittel unterscheiden sich untereinander oder sind vom gleichen Leuchtmitteltypen. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf einen bestimmten Leuchtmitteltypen beschränkt.

**[0080]** Vorzugsweise entspricht die Leuchtmittelstrecke 3 einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED. Die wenigstens eine LED ist nicht auf einen bestimmten LED-Typ beschränkt, d.h. sie kann z.B. eine organische oder anorganische LED, eine LED mit oder ohne Sekundäranregung usw. sein.

**[0081]** Der Steuereinheit 1 werden zur Regelung der Regelstrecke 2 wenigstens eine Rückführgröße RG, insbesondere die Ausgangsspannung und/oder der Ausgangsstrom der Regelstrecke 2, zugeführt. Die Steuereinheit ist dazu eingerichtet, zur Reduzierung bzw. Kompensation eines Rippels mit der doppelten Netzfrequenz, der in einer Spannung und/oder einem Strom der Regelstrecke 2 vorhanden ist, ein Rückführsignal RS zu erfassen, das eine Spannung und/oder

einen Strom der Regelstrecke 2 wiedergibt oder dieser entspricht.

**[0082]** Die Steuereinheit 1 ist dazu eingerichtet, die Regelstrecke 2 zu regeln sowie einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz einer Spannung und/oder eines Stroms der Regelstrecke zu reduzieren bzw. zu kompensieren.

**[0083]** Insbesondere umfasst die Steuereinheit 1 eine Reglereinheit bzw. Regler 1a, der auf der Basis der Rückführgröße RG und einer Führungsgröße, wie z.B. einem Sollwert für die Ausgangsspannung und/oder den Ausgangsstrom der Regelstrecke 2, eine Stellgröße SG zur Steuerung der Regelstrecke 2 erzeugen kann. Insbesondere steuert bzw. regelt der Regler 1a die Regelstrecke 2 in Abhängigkeit der Regelabweichung RA, welche die Abweichung zwischen der wenigstens einen Rückführgröße (Istwert) und der entsprechenden Führungsgröße (Sollwert) angibt.

**[0084]** Die Steuereinheit 1 umfasst ferner eine Kompensierungseinheit 1b, die zum Erfassen des Rückführsignals RS eingerichtet ist. Die Kompensierungseinheit 1b ist dazu eingerichtet, zu bestimmen, ob das Rückführsignal RS einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes 4 aufweist oder nicht. Ferner ist die Kompensierungseinheit 1b vorzugsweise dazu eingerichtet, ein Kompensierungssignal KS gemäß den vorstehenden Ausführungen zu erzeugen und dieses vorzugsweise der Stellgröße SG aufzuschlagen, insbesondere negativ interferierend aufzuschlagen.

**[0085]** Die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, ist dazu eingerichtet, als Rückführsignal RS die der Regelstrecke 2 zugeführte Eingangsspannung und/oder Eingangsstrom zu erfassen. Zusätzlich oder alternativ ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, dazu eingerichtet, als Rückführsignal RS die durch die Regelstrecke 2 ausgangsseitig bereitgestellte Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom zu erfassen. Diesbezüglich zeigen die Figuren 3a bis 3c jeweils schematisch eine bevorzugte Ausführungsform zur Erfassung eines Rückführsignals RS aus der Regelstrecke 2.

**[0086]** Vorzugsweise können der Regler 1a, die Kompensierungseinheit 1b und/oder einzelne Teile dieser softwaretechnisch und/oder hardwaretechnisch implementiert sein (z.B. Transformationsblöcke T2 und T3, Auswerteinheit 7 und Sinuswellen- oder Cosinusgenerator 9 softwaretechnisch und Synchronisierungseinheit 8 hardwaretechnisch; vgl. Figur 2).

**[0087]** Die Zuführung der wenigstens einen Führungsgröße FG und der wenigstens einen Rückführgröße RG zu der Steuereinheit 1, die Ermittlung bzw. Berechnung der Regelabweichung RA durch die Steuereinheit 1 sowie die Erzeugung der Stellgröße SG durch die Steuereinheit 1, insbesondere den Regler 1a, können auf jeder dem Fachmann bekannten Art erfolgen.

**[0088]** Der Regler 1a ist vorzugsweise ein PI-Pegler, kann aber jedem dem Fachmann bekannten Regler entsprechen.

**[0089]** Gemäß der Figur 1 wird das Kompensierungssignal KS der Stellgröße SG, d.h. dem Ausgangssignal des Reglers 1a, beaufschlagt bzw. überlagert.

**[0090]** Wie bereits vorstehend ausgeführt, ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, vorzugsweise dazu eingerichtet, die Amplitude und/oder Energie des Rippels des Rückführsignals RS zu ermitteln, falls das Rückführsignal RS einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz aufweist. Insbesondere ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, dazu eingerichtet, eine Information über die Amplitude und/oder Energie des Anteils des Rückführsignals RS zu ermitteln, der in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegt.

**[0091]** Die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, ist vorzugsweise dazu eingerichtet, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals RS unter Verwendung der Diskreten Fourier Transformation, vorzugsweise unter Verwendung des Goertzel-Algorithmus, zu ermitteln. Alternativ oder zusätzlich ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, vorzugsweise dazu eingerichtet, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals RS unter Verwen-

dung eines Bandpasses zu ermitteln.

**[0092]** Vorzugsweise ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, dazu eingerichtet, zur Kompensierung des in dem Rückführsignal RS vorhandenen Rippels mit der doppelten Netzfrequenz ein Kompensierungssignal KS auf der Basis der ermittelten Information zu erzeugen. Vorzugsweise ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, dazu eingerichtet, das Kompensierungssignal mit dem Rückführsignal RS und/oder der Stellgröße SG zeitlich zu synchronisieren.

**[0093]** Durch die Beaufschlagung bzw. Überlagerung des Kompensierungssignals KS mit der Stellgröße SG ist die Steuereinheit 1, insbesondere die Kompensierungseinheit 1b, dazu eingerichtet, den Rippel mit der doppelten Netzfrequenz in der Rückführgröße RG, insbesondere in der Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom der Regelstrecke 2, zu reduzieren bzw. zu kompensieren.

**[0094]** Vorzugsweise erfolgt die Beaufschlagung bzw. Überlagerung negativ interferierend oder mit einer Phasenverschiebung um  $180^\circ$  hinsichtlich des zu beaufschlagenden bzw. überlagerten Signals, insbesondere der Stellgröße SG.

**[0095]** Figur 2 zeigt das schematische Blockschaltbild der Figur 1, wobei weitere Details der erfindungsgemäßen Steuereinheit schematisch gezeigt werden.

**[0096]** Folglich sind die vorstehenden Ausführungen zu den Elementen des schematischen Blockschaltbildes der Figur 1 auch für die Elemente des schematischen Blockschaltbildes der Figur 2 zutreffend.

**[0097]** Im Nachfolgenden werden insbesondere die in Figur 2 gezeigten Details der Kompensierungseinheit 1b sowie die Unterschiede zur Figur 1 erläutert.

**[0098]** Gemäß der Figur 2 kann im Regelkreis zwischen dem Regler 1a und dem Regelkreis 2 ein optionaler Transformationsblock, wie z.B. eine Linearisierungseinheit T1, angeordnet sein, welcher Teil der Steuereinheit 1 oder extern zur Steuereinheit 1 angeordnet sein kann.

**[0099]** Das Rückführsignal RS wird vorzugsweise über einen weiteren optionalen Transformationsblock Tm der Steuereinheit 1, insbesondere der Kompensierungseinheit 1b, zugeführt. Zum Beispiel, falls die Ausgangsspannung der Regelstrecke 2 als Rückführsignal RS zur Kompensierung eines Rippels mit doppelter Netzfrequenz in dem Ausgangsstrom der Regelstrecke 2 durch die Steuereinheit 1 erfasst wird, kann der optionale Transformationsblock Tm dazu eingerichtet sein, eine entsprechende Transformation durchzuführen.

**[00100]** Insbesondere, wenn zum Beispiel als Rückführsignal RS die Ausgangsspannung des Konverters der Regelstrecke 2 über einen Messwiderstand Rs zur Messung des Ausgangsstroms als Ausgangsgröße AG der Regelstrecke 2 gemessen wird (vgl. Figur 3a), dann kann anhand des der Ausgangsspannung entsprechenden Rückführsignals RS über den Widerstandswert des Messwiderstands Rs der Ausgangsstrom für eine Stromregelung ermittelt werden. In diesem Fall wäre der optionale Transformationsblock Tm vorzugsweise dazu eingerichtet, die Transformation von der Ausgangsspannung über den Widerstandswert des Messwiderstand Rs zu dem Ausgangsstrom durchzuführen.

**[00101]** Die Auswerteeinheit 7 der Kompensierungseinheit 1b ist vorzugsweise dazu eingerichtet, eine Diskrete Fourier Transformation, insbesondere den Goertzel-Algorithmus, auf das Rückführsignal RS anzuwenden, um eine Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals RS zu ermitteln bzw. zu berechnen. Die Auswerteeinheit 7 kann zusätzlich oder alternativ das Rückführsignal RS bandpassfiltern, um eine Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals RS zu ermitteln.

**[00102]** Der Sinuswellen- oder Cosinuswellengenerator 9 der Kompensierungseinheit 1b ist vorzugsweise dazu eingerichtet, auf der Basis der ermittelten Amplitudeninformation und/oder Energieinformation des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals RS eine Sinuswelle oder Cosinuswelle mit der gleichen Frequenz wie die Frequenz des

Rippels, also mit der doppelten Netzfrequenz, als Kompensierungssignal KS zu erzeugen.

**[00103]** Die Synchronisierungseinheit 8 der Kompensierungseinheit 1b ist vorzugsweise dazu eingerichtet, das Kompensierungssignal KS mit dem Rückführsignal RS und/oder der Stellgröße SG zeitlich zu synchronisieren. Insbesondere ist die Synchronisierungseinheit 8 dazu eingerichtet, das Kompensierungssignal KS mit der Phase des Rippels des Rückführsignals RS (der Spannung und/oder des Stroms, insbesondere der Ausgangsspannung und/oder des Ausgangsstroms, der Regelstrecke 2) zu synchronisieren. Diesbezüglich wird auf die Figuren 4a und 4b verwiesen, welche jeweils schematisch eine bevorzugte Ausführungsform zur Erzeugung eines Synchronisationssignals ausgehend von der Netzspannung zeigen; wobei das Synchronisationssignal zur Synchronisierung des durch die erfindungsgemäße Steuereinheit erzeugten Kompensierungssignals verwendet wird.

**[00104]** In der Steuereinheit 1, insbesondere der Kompensierungseinheit 1b, der Figur 2 sind vorzugsweise zwei optionale Transformationsblöcke T2 und T3 vorgesehen, wobei der optionale Transformationsblock T2 vorzugsweise zwischen der Auswertereinheit 7 und dem Sinuswellen- oder Cosinuswellengenerator 9 angeordnet ist und der Transformationsblock T3 vorzugsweise dem Sinuswellen- oder Cosinuswellengenerator 9 nachgeschaltet ist. Die optionalen Transformationsblöcke T2 und T3 können jeweils zum Skalieren, insbesondere Verstärken oder Dämpfen; und/oder zum Invertieren; und/oder zur Phasenverschiebung bzw. Phasen-Shiften und/oder für komplexe Berechnungen eingerichtet sein, um ein Kompensierungssignal KS zu erzeugen, das mit dem Ausgangssignal des Reglers 1a, insbesondere der Stellgröße SG, aufgeschlagen bzw. überlagert werden kann. Ob die optionalen Transformationsblöcke T2 und T3 notwendig sind, hängt von der physikalischen Größe des Rückführsignals RS, der Dimension des Ausgangssignals des Reglers 1a sowie der Anwesenheit einer Linearisierungseinheit T1 im Regelkreis ab.

**[00105]** Durch den Regler 1a, die Regelstrecke 2 und der Rückführung wenigstens einer Rückführgröße RG ausgehend von der Regelstrecke 2 zu dem Regler 1a wird ein Regelkreis (Feedback-Steuerung) gebildet. Durch die Kompensierungseinheit 1b, die ein Rückführsignal RS erfasst, wird eine Vorsteuerung (Feedforward-Steuerung) gebildet, welche zur Reduzierung eines Rippels mit der doppelten Netzfrequenz in einer Spannung und/oder einem Strom der Regelstrecke 2 ein Kompensierungssignal KS an einer Stelle des Regelkreises, insbesondere am Ausgang des Reglers 2, beaufschlagt.

**[00106]** Folglich sind erfindungsgemäß in dem Regelkreis 2 keine hardwaretechnischen Änderungen notwendig, um eine Kompensierung des Rippels mit der doppelten Netzfrequenz zu erzielen.

**[00107]** Die Figuren 3a bis 3c zeigen jeweils schematisch eine bevorzugte Ausführungsform zur Erfassung eines Rückführsignals aus der Regelstrecke.

**[00108]** Gemäß den Figuren 3a bis 3c umfasst bzw. entspricht die Regelstrecke 2 vorzugsweise einem aktiv getakteten Konverter bzw. Schaltregler 10 mit wenigstens einem Schalter S1. Lediglich beispielhaft entspricht der Schaltregler 10 der Figuren 3a bis 3c einem Abwärtswandler bzw. Tiefsetzsteller aufweisend einen Schalter Si, insbesondere einen Transistor; eine Energiespeichereinheit L1, insbesondere Induktivität bzw. Drossel; und Ausgangskapazität C1. Der Schaltregler 10 der Figuren 3a bis 3c ist vorzugsweise eine Ausgangskonverterstufe, da die Leuchtmittelstrecke 3 direkt an den Ausgang des Schaltreglers 10 angeschlossen ist. Dem Schaltregler 10 wird eine Eingangsspannung  $V_{bus}$  zugeführt, welche vorzugsweise eine gleichgerichtete Wechselspannung ist. Die Eingangsspannung  $V_{bus}$  wird vorzugsweise durch eine Leistungsfaktorkorrekturschaltung und/oder wenigstens einen weiteren Konverter ausgehend von dem Stromnetz bereitgestellt.

**[00109]** Gemäß der Figur 3a wird der Ausgangsstrom  $I_{LED}$  vorzugsweise über einen ohmschen Messwiderstand bzw. Shuntwiderstand  $R_s$  erfasst, wobei der Ausgangsstrom  $I_{LED}$  vorzugsweise dem durch die Leuchtmittelstrecke fließenden Strom entspricht. Vorzugsweise wird die am ohmschen Messwiderstand  $R_s$  abfallende Spannung, welche den Ausgangsstrom  $I_{LED}$  des Schaltreglers 10 wiedergibt, durch die Steuereinheit 1 als Rückführsignal RS erfasst oder der Steuereinheit

1 als Rückführsignal RS zugeführt. Erfindungsgemäß kann der Ausgangsstrom  $I_{LED}$  auch auf jede andere bekannte Art erfasst werden.

**[00110]** Gemäß der Figur 3b wird als Rückführsignal RS die Ausgangsspannung  $V_{LED}$  des Schaltreglers 10 der Steuereinheit 1 zugeführt, wobei die Ausgangsspannung  $V_{LED}$  vorzugsweise der der Leuchtmittelstrecke 3 bereitgestellten Spannung entspricht. Die Ausgangsspannung  $V_{LED}$  wird vorzugsweise über einen Spannungsteiler, der aus den ohmschen Widerständen R1 und R2 gebildet ist, durch die Steuereinheit 1 als Rückführsignal RS erfasst. Erfindungsgemäß kann die Ausgangsspannung auch auf jede andere bekannte Art erfasst werden.

**[00111]** Gemäß der Figur 3c wird als Rückführsignal RS die Eingangsspannung  $V_{bus}$  des Schaltreglers 10 der Steuereinheit 1 zugeführt. Die Eingangsspannung  $V_{bus}$  wird vorzugsweise über einen Spannungsteiler, der aus den ohmschen Widerständen R1 und R2 gebildet ist, durch die Steuereinheit 1 als Rückführsignal RS erfasst. Erfindungsgemäß kann die Eingangsspannung auch auf jede andere bekannte Art erfasst werden.

**[00112]** Die Figuren 4a und 4b zeigen jeweils schematisch eine bevorzugte Ausführungsform zur Erzeugung eines Synchronisationssignals ausgehend von der Netzspannung, wobei das Synchronisationssignal zur Synchronisierung eines durch die erfindungsgemäße Steuereinheit erzeugten Kompensierungssignals verwendet wird.

**[00113]** Gemäß der Figur 4a kann zur Synchronisierung des durch die Steuereinheit 1 erzeugten Kompensierungssignal KS ein Synchronisierungssignal Synch. durch einen Gleichrichter G1, einen ohmschen Widerstand R3 und einen Optokoppler OK1 ausgehend von der Wechselspannung des Stromnetzes erzeugt werden.

**[00114]** Gemäß der Figur 4b kann zur Synchronisierung des durch die Steuereinheit 1 erzeugten Kompensierungssignal KS ein Synchronisierungssignal Synch. durch eine Komparatorschaltung aufweisend die ohmschen Widerstände R5 und R6 sowie den Operationsverstärker OV1 ausgehend von der Wechselspannung des Stromnetzes erzeugt werden. Vorzugsweise wird hierbei die Wechselspannung des Stromnetzes der Komparatorschaltung über eine Kapazität C2 und einen ohmschen Widerstand R4 zugeführt.

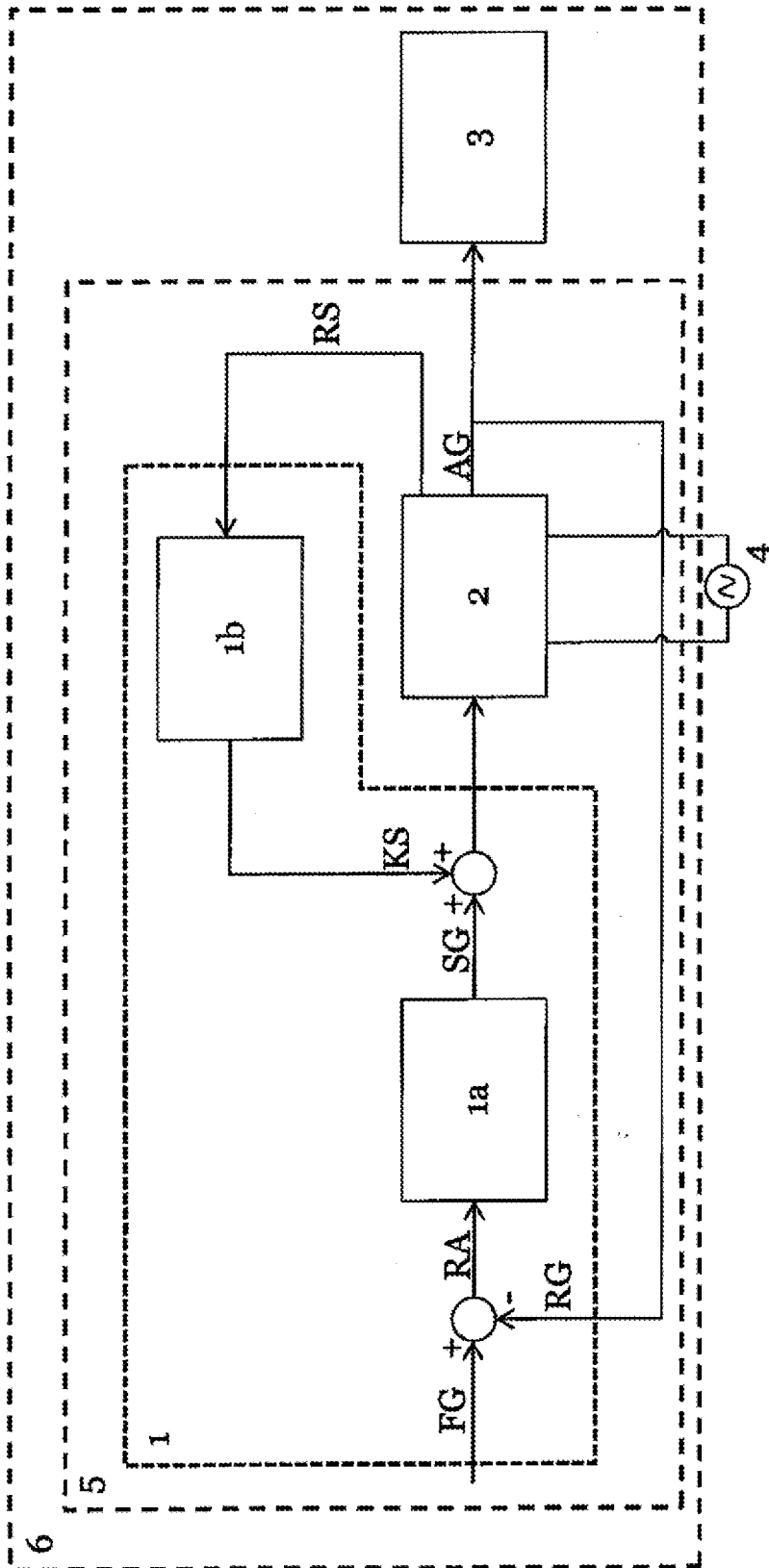
**[00115]** Das Synchronisierungssignal kann aber auch auf eine andere bekannte Art ausgehend von der Wechselspannung des Stromnetzes erzeugt werden, zum Beispiel über eine in der Regelstrecke 2 bereits existierende AC-DC-Erfassung.

## Ansprüche

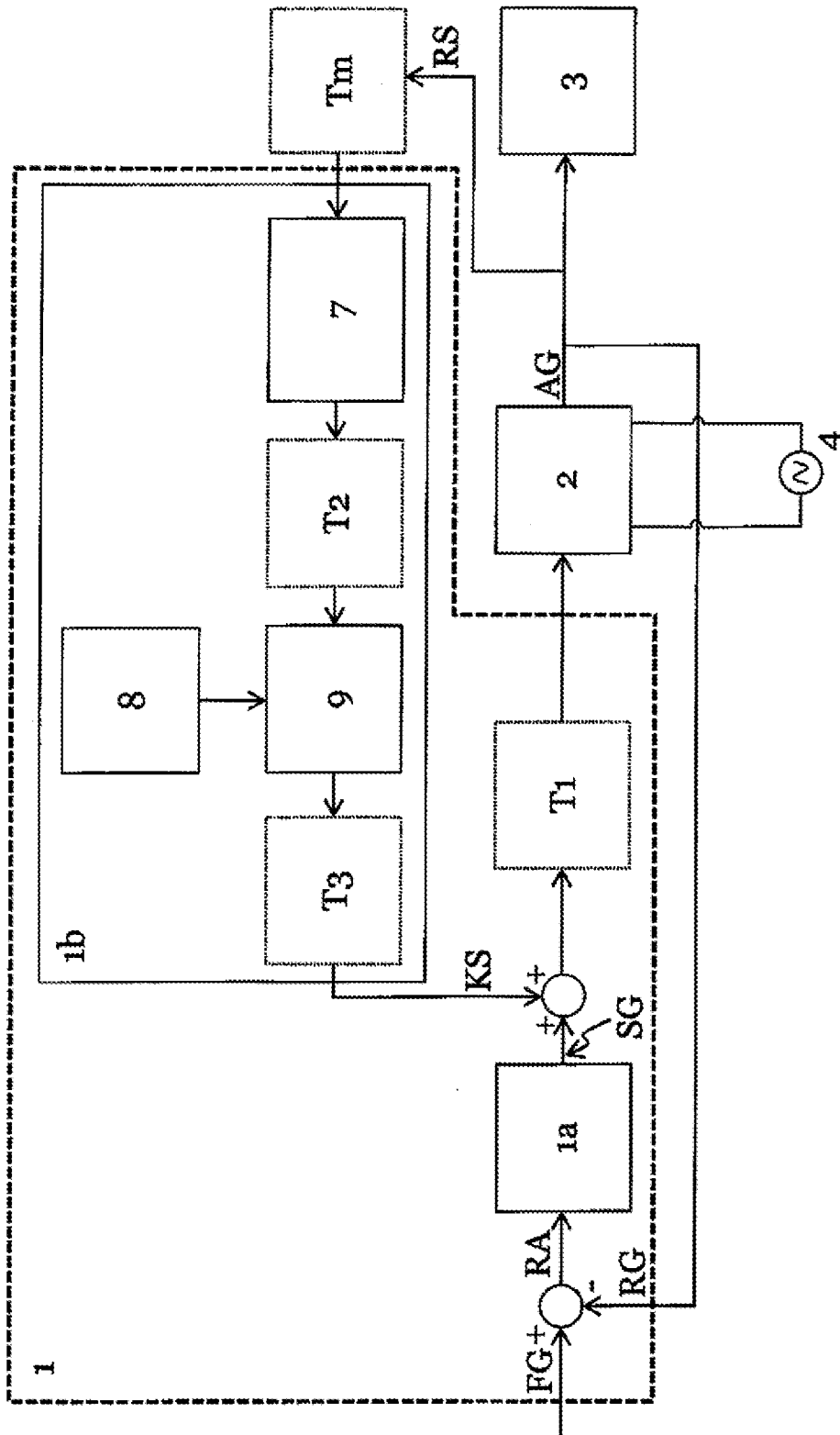
1. Steuereinheit (1) zur Steuerung einer Regelstrecke (2) zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke (3) mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, ausgehend von einem Stromnetz (4), wobei
  - die Steuereinheit (1) einen Regler (1a), vorzugsweise einen PI-Regler, umfasst, der zur Regelung der durch die Regelstrecke (2) ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsspannung und/oder Ausgangsstrom (AG) eingerichtet ist,
  - der Regler (1a) dazu eingerichtet ist, eine Stellgröße (SG) für die Regelung auf der Basis einer Führungsgröße (FG) und einer Rückführgröße (RG) zu ermitteln,
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, als ein Rückführsignal (RS) eine Spannung und/oder einen Strom der Regelstrecke (2) zu erfassen, und
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, zu bestimmen, ob das Rückführsignal (RS) einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes (4) aufweist.
2. Steuereinheit (1) gemäß Anspruch 1, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, als Rückführsignal (RS)
    - die der Regelstrecke (2) eingangsseitig zugeführte Eingangsspannung ( $V_{bus}$ ),
    - den der Regelstrecke (2) eingangsseitig zugeführten Eingangsstrom,
    - die durch die Regelstrecke (2) ausgangsseitig bereitgestellte Ausgangsspannung ( $V_{LED}$ ), oder
    - den durch die Regelstrecke ausgangsseitig bereitgestellten Ausgangsstrom ( $I_{LED}$ ) zu erfassen.
3. Steuereinheit (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, die Amplitude und/oder Energie des Rippels des Rückführsignals (RS) zu ermitteln, falls das Rückführsignal (RS) einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz aufweist.
4. Steuereinheit (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, eine Information über die Amplitude und/oder Energie des Anteils des Rückführsignals (RS) zu ermitteln, der in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegt.
5. Steuereinheit (1) gemäß Anspruch 4, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals (RS) unter Verwendung der Diskreten Fourier Transformation (7), vorzugsweise unter Verwendung des Goertzel-Algorithmus, zu ermitteln; und/oder
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, die Information über die Amplitude und/oder Energie des in dem Bereich der doppelten Netzfrequenz liegenden Anteils des Rückführsignals unter Verwendung eines Bandpasses (7) zu ermitteln.
6. Steuereinheit (1) gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist,
    - zur Kompensierung des in dem Rückführsignals (RS) vorhandenen Rippels mit der doppelten Netzfrequenz ein Kompensierungssignal (KS) auf der Basis der ermittelten Information zu erzeugen,
    - das Kompensierungssignal (KS) mit dem Rückführsignal (RS) und/oder der Stellgröße (SG) zeitlich zu synchronisieren, und
    - das synchronisierte Kompensierungssignal (KS) der Stellgröße (SG) negativ interferierend aufzuschlagen.
7. Steuereinheit (1) gemäß Anspruch 6, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, als Kompensierungssignal (KS) eine Sinus- oder Cosinus-Welle mit der gleichen Frequenz wie der doppelten Netzfrequenz des in dem Rückführsignal (RS) vorhandenen Rippels zu erzeugen.

8. Steuereinheit (1) gemäß Anspruch 6 oder 7, wobei
  - die Steuereinheit (1, 1b) dazu eingerichtet ist, das zeitlich synchronisierte Kompensierungssignal (KS) gemäß der ermittelte Information zu verstärken.
9. Betriebsgerät (5) zur elektrischen Versorgung einer Leuchtmittelstrecke (3) mit wenigstens einem Leuchtmittel, vorzugsweise einer LED-Strecke mit wenigstens einer LED, ausgehend von einem Stromnetz (4), wobei das Betriebsgerät umfasst
  - eine Steuereinheit (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, und
  - wenigstens einen Konverter (10) als Regelstrecke (2),
  - wobei die Steuereinheit (1) zur Steuerung des wenigstens einen Konverters (10) eingerichtet ist, um die durch den wenigstens einen Konverter (10) bereitstellbare Spannung, Strom und/oder elektrische Energie zur elektrischen Versorgung der Leuchtmittelstrecke (3) zu steuern,
  - wobei die Steuereinheit (1) dazu eingerichtet ist, als ein Rückführsignal (RS) eine Spannung und/oder einen Strom des wenigstens einen Konverters (10) zu erfassen, und
  - wobei die Steuereinheit (1) dazu eingerichtet ist, zu bestimmen, ob das Rückführsignal (RS) einen Rippel mit der doppelten Netzfrequenz des Stromnetzes (4) aufweist.
10. Betriebsgerät (5) gemäß Anspruch 9, wobei
  - der wenigstens eine Konverter (10) ein Schaltregler mit wenigstens einem Schalter (S1) ist, und
  - die Steuereinheit (1) zur Steuerung des wenigstens einen Schalters (S1) eingerichtet ist.

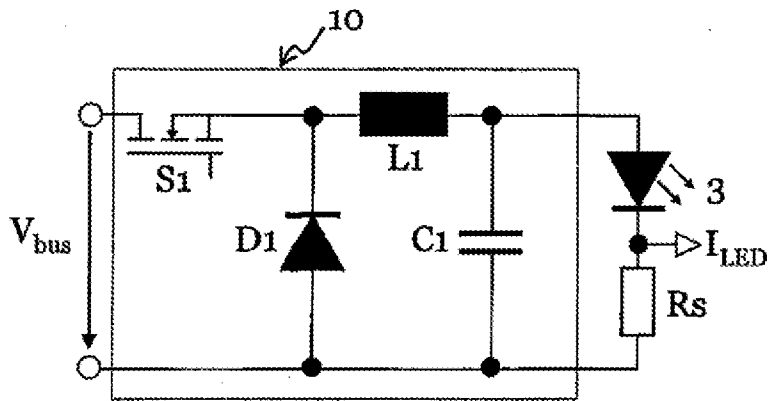
**Hierzu 4 Blatt Zeichnungen**



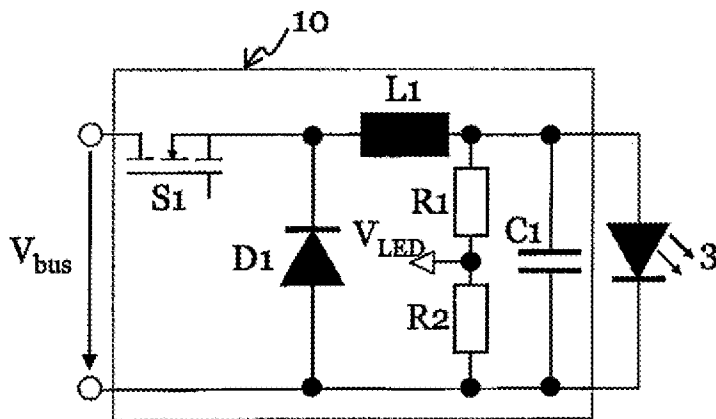
Figur 1



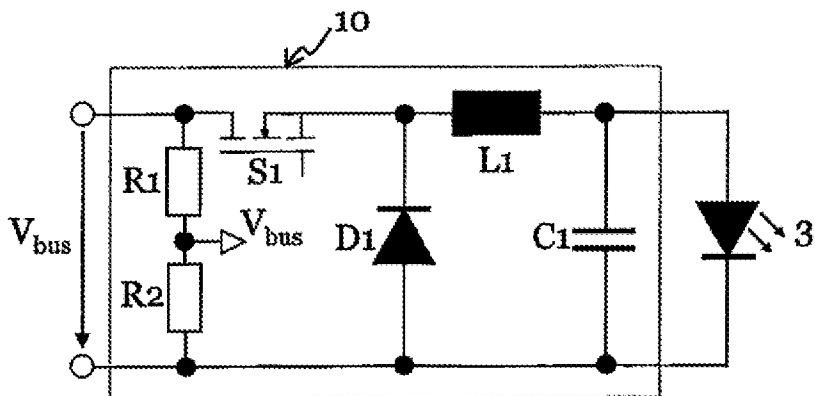
Figur 2



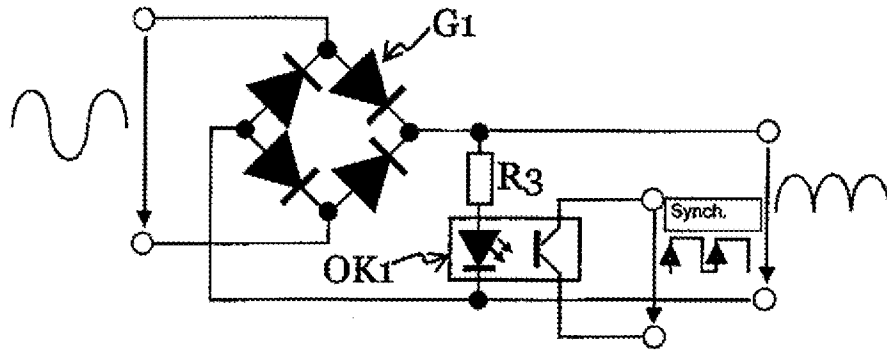
Figur 3a



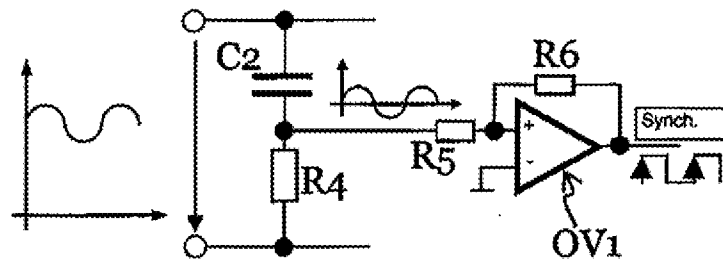
Figur 3b



Figur 3c



Figur 4a



Figur 4b

Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß IPC: <b>H05B 45/3725</b> (2020.01); <b>H05B 45/37</b> (2020.01)		
Klassifikation des Anmeldegegenstands gemäß CPC: <b>H05B 45/3725</b> (2022.01); <b>H05B 45/37</b> (2022.01)		
Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation): H05B		
Konsultierte Online-Datenbank: EPODOC, WPIAP		
Dieser Recherchenbericht wurde zu den am <b>21.12.2017</b> eingereichten Ansprüchen <b>1-10</b> erstellt.		
Kategorie*)	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X	DE 102013107872 B3 (VOSSLOH SCHWABE GMBH) 11. Dezember 2014 (11.12.2014)  Absätze [0044]-[0049]	1-10
X	WO 2017045075 A1 (QUEEN'S UNIV AT KINGSTON) 23. März 2017 (23.03.2017)  Zusammenfassung; Abbildungen 2A-4; Anspruch 1	1-10
X	US 2015123568 A1 (YANG et al) 07. Mai 2015 (07.05.2015)  Abbildungen 3, 4; Absätze [0019], [0045]-[0049]	1-10
X	DE 102012203745 A1 (TRIDONIC GMBH & CO KG) 27. Juni 2013 (27.06.2013)  Absätze [0027]-[0035]	1-10
Datum der Beendigung der Recherche: 31.01.2022		Seite 1 von 1
		Prüfer(in): TORRE Palmiro
<p>*) <b>Kategorien</b> der angeführten Dokumente:</p> <p><b>X</b> Veröffentlichung <b>von besonderer Bedeutung</b>: der Anmeldegegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.</p> <p><b>Y</b> Veröffentlichung <b>von Bedeutung</b>: der Anmeldegegenstand 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 <b>Verbindung für einen Fachmann naheliegend</b> ist.</p> <p><b>A</b> Veröffentlichung, die den allgemeinen <b>Stand der Technik</b> definiert.</p> <p><b>P</b> Dokument, das von <b>Bedeutung</b> ist (Kategorien <b>X</b> oder <b>Y</b>), jedoch <b>nach dem Prioritätstag</b> der Anmeldung veröffentlicht wurde.</p> <p><b>E</b> Dokument, das <b>von besonderer Bedeutung</b> ist (Kategorie <b>X</b>), aus dem ein „<b>älteres Recht</b>“ hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).</p> <p><b>&amp;</b> Veröffentlichung, die Mitglied der selben <b>Patentfamilie</b> ist.</p>		