



FÖD Wirtschaft, K.M.B., Mittelstand
und Energie
Amt für Geistiges Eigentum

(11) 1030672 B1

(47) Erteilungsdatum : 29/01/2024

(12) BELGISCHES ERFINDUNGSPATENT

(47) Veröffentlichungsdatum : 29/01/2024

(21) Antragsnummer : BE2022/5541

(22) Anmeldetag : 01/07/2022

(62) Teilantrag des früheren Antrags :

(62) Anmeldetag des früheren Antrags :

(51) Internationale Klassifikation : H02H 3/087, H02H 3/093, H02H 3/20, H02H 3/40, H02H 3/42, H02M 1/00

(30) Prioritätsangaben :

(73) Inhaber :

PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG
GmbH & Co. KG
32825, BLOMBERG
Deutschland

(72) Erfinder :

ZEUCH Jochen
32825 BLOMBERG
Deutschland

ALSDORF Lars
59494 SOEST
Deutschland

HANEKE Alexander
59590 GESEKE
Deutschland

(54) Vorrichtung zur Überwachung einer Stromversorgung

(57) Gemäß einem Aspekt umfasst eine Vorrichtung (20) zur Überwachung einer Stromversorgung (10) für Sicherheitskleinspannung, ein erstes Überwachungselement (110), das dazu ausgebildet ist, einen ersten Strom, I_1 , und eine erste Spannung, U_1 , zu überwachen, die sekundärseitig von einem Spannungswandler (100) ausgegeben werden, ein primärseitiges Steuerungselement (105), das mit dem ersten Überwachungselement (110) signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler (100) basierend auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , primärseitig zu steuern, wenn ein erster Schwellwert überschritten wird, und ein zweites Überwachungselement (120), das dazu ausgebildet ist, einen zweiten Strom, I_2 , und eine zweite Spannung, U_2 , zu überwachen, wobei der zweite Strom, I_2 , und die zweite Spannung, U_2 , auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , basieren, wobei das zweite Überwachungselement (120) vom ersten Überwachungselement (110) mit dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , versorgt wird, wobei das primärseitige Steuerungselement (105) mit dem zweiten Überwachungselement (120) signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler (100) basierend auf dem zweiten Strom, I_2 , und der zweiten Spannung, U_2 , primärseitig zu steuern, wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird.

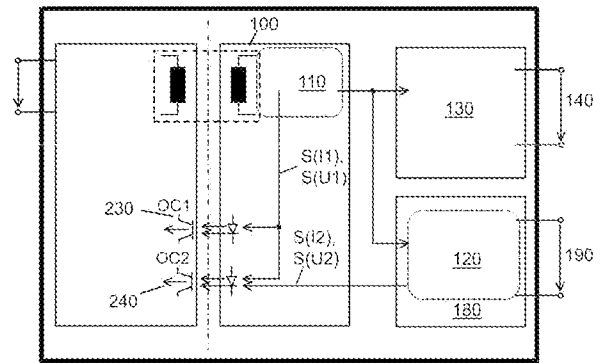


Fig. 3

Vorrichtung zur Überwachung einer Stromversorgung

Die Erfindung betrifft eine Technik zur Überwachung einer Stromversorgung. Ohne darauf beschränkt zu sein, betrifft die Erfindung insbesondere eine Vorrichtung zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung, bei der die entnehmbare Leistung gesteigert wird, bezogen auf die maximal mögliche Ausgangsleistung. Dazu werden bei zwei in Serie angeordneten Begrenzern die Spannungs- und Stromregelung oder -begrenzung redundant realisiert.

In Stromversorgungen für Sicherheitskleinspannung, fachsprachlich auch SELV (Safety Extra Low Voltage) genannt, wird Gleichspannung (DC, direct current) bis zu 60 Volt bereitgestellt. Zum Beispiel wird bei einer Bereitstellung von 12 Volt oder 24 Volt Gleichspannung zur Erhöhung der Sicherheit die Ausgangsleistung begrenzt nach UL 1310 (Underwriters Laboratories) auf dauerhaft kleiner als 100 Watt. Darüber hinaus müssen die zugehörigen Begrenzungsmechanismen wie Spannungs-, Strom- und Leistungsbegrenzung einfach-fehlersicher redundant und damit doppelt ausgeführt vorhanden sein. Ebenso gilt für solche auf Sicherheit gerichtete Systeme eine erhöhte Anforderung gegenüber Überspannungen und Überstrom. Hierbei wird berücksichtigt, dass die höchste Spannung in einem Stromversorgungssystem die Systemspannung der Stromversorgung bedingt und die Komponenten nur bis zu einer maximalen Spannungsgrenze sicher arbeiten. Bei Überschreitung einer Stromgrenze kann ein an das System angeschlossener ausgefallener Verbraucher Fehler verursachen.

Diese redundante Leistungsbegrenzung erfolgt durch im Stand der Technik bekannte kleine Stromversorgungen, deren Leistungsdurchsatz deutlich unter 100 Watt liegen. Hierbei besteht die erste Leistungsbegrenzung aus der natürlichen Leistungsbegrenzung einer Stromversorgung, die sich aufgrund der maximalen Leistungsbegrenzung des Transformators ergibt. Die zweite Strombegrenzung besteht aus der üblich eingebauten Strombegrenzung zum Beispiel in Form einer Stromsicherung, zum Beispiel als Schmelzsicherung. Beide Mechanismen begrenzen einfach-fehlersicher die maximale Leistung auf eine bestimmte Obergrenze.

Dies erfordert jedoch aufgrund einer erheblichen Ungenauigkeit der Begrenzungen einen erheblichen Abstand zur maximal möglichen Ausgangsleistung. Ebenso erfordern nachgeschaltete Sicherungen an einem Ausgang einer Stromversorgung einen erheblichen Sicherheitsabstand, da diese über eine gewisse Zeit einen erheblich höheren Strom

erlauben als der Nennwert der Sicherung, der auch stark von der Umgebungstemperatur abhängt. Zusammengefasst erlauben diese Methoden üblicherweise eine Begrenzung auf maximal $2/3$ der möglichen Ausgangsleistung.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Technik anzugeben, um bei Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung den Abstand von der Systemleistung zu der zur maximal möglichen Ausgangsleistung zu verringern unter Einhaltung der geforderten Sicherheitsbedingungen. Somit kann die maximale Auslastung der Stromversorgung erhöht werden, was auch zu einer Verringerung der Kosten der Stromversorgung führt.

Die Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungen und vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung, die wahlweise miteinander kombinierbar sind, sind im Folgenden unter teilweiser Bezugnahme auf die Figuren offenbart.

Ein erster Aspekt betrifft eine Vorrichtung zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung. Die Vorrichtung umfasst ein erstes Überwachungselement. Dieses ist dazu ausgebildet, einen ersten Strom I_1 und eine erste Spannung U_1 zu überwachen, die sekundärseitig von einem Spannungswandler ausgegeben werden. Weiter umfasst die Vorrichtung ein primärseitiges Steuerungselement, das mit dem ersten Überwachungselement signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler basierend auf dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 primärseitig zu steuern. Die Steuerung setzt zumindest ein, wenn ein erster Schwellwert überschritten wird. Weiter umfasst die Vorrichtung ein zweites Überwachungselement, das dazu ausgebildet ist, einen zweiten Strom I_2 und eine zweite Spannung U_2 zu überwachen. Dabei basiert der zweite Strom I_2 und die zweite Spannung U_2 auf dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 . Weiter wird das zweite Überwachungselement vom ersten Überwachungselement mit dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 versorgt. Das primärseitige Steuerungselement ist mit dem zweiten Überwachungselement signalleitend verbunden und dazu ausgebildet, den Spannungswandler basierend auf dem zweiten Strom I_2 und der zweiten Spannung U_2 primärseitig zu steuern, wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird.

Vorteilhaft können Ausführungsbeispiele durch die doppelte Rückmeldung an die Primärseite der Stromversorgung deren Regelung einfach fehlersichere Spannungs- und Strombegrenzungen oder Spannungs- und Leistungsbegrenzungen oder Strom- und Leistungsbegrenzungen berücksichtigen und somit die Regelung auf der Primärseite

verbessern. Insbesondere kann durch eine solche Regelung der Primärseite das Einhalten der geforderten Grenzwerte besser erreicht werden oder eine Gesamtabstaltung der Stromversorgung erreicht werden, beispielsweise falls die Regelung nicht oder nicht anderweitig (beispielsweise durch Begrenzungen von Strom, Spannung oder Leistung, oder
5 durch eine selektive Abschaltung einzelner Ausgabeeinheiten, d.h. Ausgangskanäle) zum Erfolg führt.

Vorzugsweise kann der erste Schwellwert eine erste Stromobergrenze, $I1'$, und eine erste Spannungsobergrenze, $U1'$, oder eine erste Leistungsobergrenze, $P1'$, umfassen. Dabei kann ein Überschreiten des ersten Schwellwertes durch das Überschreiten der ersten
10 Stromobergrenze, $I1'$, allein erfolgen. Ergänzend oder alternativ kann ein Überschreiten des ersten Schwellwertes durch das Überschreiten der ersten Spannungsobergrenze, $U1'$, allein erfolgen. Weiter ergänzend oder alternativ kann ein Überschreiten des ersten Schwellwertes durch das Überschreiten der ersten Leistungsobergrenze, $P1'$, allein erfolgen.

Alternativ oder ergänzend kann der zweite Schwellwert eine zweite Stromobergrenze, $I2'$,
15 und eine zweite Spannungsobergrenze, $U2'$, oder eine zweite Leistungsobergrenze, $P2'$, umfassen. Dabei kann ein Überschreiten des zweiten Schwellwertes durch das Überschreiten der zweiten Stromobergrenze, $I2'$, allein erfolgen. Ergänzend oder alternativ kann ein Überschreiten des zweiten Schwellwertes durch das Überschreiten der zweiten Spannungsobergrenze, $U2'$, allein erfolgen. Weiter ergänzend oder alternativ kann ein
20 Überschreiten des zweiten Schwellwertes durch das Überschreiten der zweiten Leistungsobergrenze, $P2'$, allein erfolgen.

Dabei kann die erste Stromobergrenze, $I1'$, gleich oder größer als die zweite Stromobergrenze, $I2'$, sein. Alternativ oder ergänzend kann die erste Spannungsobergrenze, $U1'$, gleich oder größer als die zweite Spannungsobergrenze, $U2'$, sein. Alternativ oder
25 ergänzend kann die erste Leistungsobergrenze, $P1'$, gleich oder größer als die zweite Leistungsobergrenze, $P2'$, sein.

Vorteilhaft können so eine Vielzahl von Obergrenzen-Überschreitungen zu einer Steuerung des Spannungswandlers herangezogen werden, die sowohl den Strom, die Spannung als auch deren Produkt, die Leistung, überwachen kann. Weiter vorteilhaft kann durch die
30 gegenüber dem zweiten Überwachungselement vergrößerten Strom-, Spannungs- und Leistungswerte weitere Ausgabeeinheiten mit Überwachungen parallel zur Ausgabeeinheiten mit der zweiten Überwachung an das erste Überwachungselement angeschlossen werden.

Die Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung kann eine erste Ausgabeeinheit umfassen. Diese kann den zweiten Strom $I2$ und die zweite Spannung $U2$ an einem ersten

Versorgungsausgang bereitstellen. Der Versorgungsausgang der Ausgabeeinheit kann mit dem Versorgungsausgang der Stromversorgung identisch sein. Der Versorgungsausgang kann zur elektrischen Versorgung von Verbrauchern, zum Beispiel von Sensoren oder dergleichen, dienen, die eine Überwachungsfunktion ausüben. Zum sicheren Betrieb der Verbraucher ist es notwendig, einen maximalen Strom, eine maximale Spannung und/oder eine maximale Leistung nicht zu überschreiten. Die erste Ausgabeeinheit kann das zweite Überwachungselement umfassen.

Vorteilhaft kann somit der am Ausgang der Stromversorgung bereitgestellte Strom, die bereitgestellte Spannung sowie die bereitgestellte Leistung in die Regelung mit einbezogen werden. Weiter vorteilhaft kann eine Komponentenbildung vereinfacht oder ein modularer Aufbau ermöglicht werden, indem eine Kombination von Ausgabeeinheit und Überwachungselement als austauschbare und/oder zu ergänzende Komponente ausgebildet werden kann.

Darüber hinaus kann die erste Ausgabeeinheit einen ersten Schalter zum Abschalten des ersten Versorgungsausgangs umfassen. Dieser Schalter kann vom zweiten Überwachungselement gesteuert werden. Dabei kann das zweite Überwachungselement den zweiten Schwellwert überwachen. Dieser kann eine Überwachung der zweiten Stromobergrenze I_2 , der zweiten Spannungsobergrenze U_2 und/oder der zweiten Leistungsobergrenze P_2 umfassen. Es können aber auch alternativ Obergrenzen von Strom I_1' , Spannung U_1' und Leistung P_1' überwacht werden, die auf der zweiten Stromobergrenze I_2 , der zweiten Spannungsobergrenze U_2 und/oder der zweiten Leistungsobergrenze P_2 basieren.

Vorteilhaft kann so lokal in der ersten Ausgabeeinheit ein Überlastungszustand in Form einer ersten Schwellwertüberschreitung abgestellt werden, beispielsweise mit niedrigeren Obergrenzen.

Darüber hinaus kann eine zweite Ausgabeeinheit, die einen dritten Strom I_3 und eine dritte Spannung U_3 an einem zweiten Versorgungsausgang bereitstellt, in der Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung angeordnet und elektrisch leitend verbunden werden. Dabei kann die zweite Ausgabeeinheit vom ersten Überwachungselement mit dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 versorgt werden. Die zweite Ausgabeeinheit kann parallel zur ersten Ausgabeeinheit angeordnet und/oder bezüglich der ersten Spannung U_1 parallel geschaltet sein. Dabei kann die zweite Ausgabeeinheit sich von der ersten Ausgabeeinheit unterscheiden in Bezug auf die Art und den Umfang der Überwachung sowie im Betrag der überwachten Obergrenzen von Strom, Spannung und/oder Leistung.

Vorteilhaft kann so eine Mehrzahl von Strömen I_2 , I_3 , Spannungen U_2 , U_3 und Leistungen P_2 , P_3 überwacht werden, wobei die Ströme und Spannungen voneinander abweichen können. Weiter vorteilhaft kann durch die unterschiedliche Ausgestaltung der Ausgabeeinheiten voneinander abweichende Überwachungsmechanismen eingesetzt werden.

Des Weiteren kann in der Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung die zweite Ausgabeeinheit einen zweiten Schalter zum Abschalten des zweiten Versorgungsausgangs umfassen. Dabei kann die zweite Ausgabeeinheit einen dritten Schwellwert überwachen. Dieser kann eine Überwachung der dritten Stromobergrenze I_3 , der dritten

Spannungsobergrenze U_3 und/oder einer dritten Leistungsobergrenze P_3 umfassen. Es können aber auch alternativ Obergrenzen von Strom, I_3' , Spannung, U_3' , und Leistung P_3' , überwacht werden, die auf der dritten Stromobergrenze I_3 , der dritten Spannungsobergrenze U_3 und/oder der dritten Leistungsobergrenze P_3 basieren.

Vorteilhaft kann so lokal in der zweiten Ausgabeeinheit ein Überlastungszustand in Form einer ersten Schwellwertüberschreitung abgestellt werden. Weiter vorteilhaft kann die zweite Ausgabeeinheit kostengünstiger ausgeführt werden bei Entfall der Signalisierung an das primärseitige Steuerungselement.

Weiter kann in der Vorrichtung der erste Schalter in Abhängigkeit eines Überschreitens des zweiten Schwellwertes geschaltet werden. Der zweite Schalter kann in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten Schwellwertes geschaltet werden. Alternativ oder ergänzend kann eine Signalisierung des zweiten Schwellwertes auf einer Fehlfunktion des ersten Schalters basieren. Alternativ oder ergänzend kann optional eine Signalisierung des dritten Schwellwertes auf einer Fehlfunktion des zweiten Schalters basieren.

Vorteilhaft kann so eine differenzierte Schalterbetätigung und damit Abschaltung der jeweiligen elektrischen Versorgung erreicht werden in Abhängigkeit der Überschreitung der jeweiligen Schwellwerte.

Darüber hinaus kann eine Trennung des zweiten Schalters auf internen Signalen der zweiten Ausgabeeinheit basieren. Alternativ oder ergänzend kann eine Trennung des ersten Schalters auf internen Signalen der ersten Ausgabeeinheit basieren.

Optional kann gleichzeitig mit der Abschaltung des ersten Schalters auch dem primärseitigen Steuerungselement die Überschreitung des ersten Schwellwertes signalisiert werden. Weiter optional kann dem primärseitigen Steuerungselement eine Fehlfunktion des ersten Schalters signalisiert werden. Dies kann eine Signalisierung bei Misslingen der Schalteröffnung

umfassen. Die zu aktivierenden Signalisierungsoptionen können in der Vorrichtung voreingestellt werden.

Weiter optional kann die Signalisierung an das primärseitige Steuerungselement bei Überschreitung des dritten Schwellwertes unterbleiben. Alternativ kann gleichzeitig mit der Abschaltung des zweiten Schalters auch dem primärseitigen Steuerungselement die Überschreitung des dritten Schwellwertes signalisiert werden. Weiter optional kann dem primärseitigen Steuerungselement eine Fehlfunktion des zweiten Schalters signalisiert werden. Dies kann eine Signalisierung bei Misslingen der Schalteröffnung umfassen. Die zu aktivierenden Signalisierungsoptionen können in der Vorrichtung voreingestellt werden.

- 10 Vorteilhaft kann so sowohl lokal in den Ausgabeeinheiten als auch in Verbindung mit der Primärseite auf Überschreitungen von Schwellwerten beziehungsweise auf Fehlfunktionen in den Ausgabeeinheiten flexibel (beispielsweise selektiv für einzelne Ausgabeeinheiten) und/oder voreingestellt reagiert werden.

- 15 Des Weiteren kann die Vorrichtung ein primärseitig angeordnetes Schaltelement umfassen, das zwischen dem primärseitigen Steuerungselement und dem Spannungswandler angeordnet und mit diesem elektrisch leitend verbunden ist. Das primärseitig angeordnete Schaltelement kann den Spannungswandler primärseitig steuern basierend auf Signalen des primärseitigen Steuerungselements. Dieses Steuern bewirkt eine Beeinflussung des ersten Stroms I_1 und der ersten Spannung U_1 . Alternativ bewirkt dieses Steuern ein Abschalten des ersten Stroms I_1 und ein Abschalten der ersten Spannung U_1 .

Vorteilhaft kann so eine zentrale Steuerung des Spannungswandlers erfolgen.

In jeder hierin genannten Variante kann in der Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung die signalleitende Verbindung mit dem primärseitigen Steuerungselement ein induktives und/oder ein kapazitives und/oder ein optisches Kopplungselement umfassen.

- 25 Optional kann die signalleitende Verbindung mit dem ersten Überwachungselement ein erstes Kopplungselement umfassen und die signalleitende Verbindung mit dem zweiten Überwachungselement ein zweites Kopplungselement (das vom ersten Kopplungselement verschieden ist) umfassen. Dabei kann das erste Kopplungselement auch die signalleitende Verbindung mit der zweiten Ausgabeeinheit umfassen. Die Kopplungselemente können parallel angeordnet sein. Dabei können die Kopplungselemente gleiche oder unterschiedliche Technologien (induktiv, kapazitiv, optisch) verwenden. Weiter alternativ kann jede signalleitende Verbindung ein eigenes Kopplungselement umfassen, wobei die Kopplungselemente optional zueinander parallel angeordnet sein können. Die

Kopplungselemente können die Sekundärseite galvanisch von der Primärseite der Stromversorgung trennen.

Vorteilhaft kann so die Fehlerredundanz bei der Schwellwertüberwachung erhöht werden bei gleichzeitiger galvanischer Trennung von Sekundärseite und Primärseite der Stromversorgung.

Weiter können die Überwachungselemente der Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung dazu ausgebildet sein, eine Überschreitung der Schwellwerte sowie eine Dauer der Schwellwertüberschreitung zu überwachen. Eine Signalisierung der Schwellwertüberschreitung kann erst nach Ablauf der vorgegebenen Dauer stattfinden. Dabei kann der Wert eines Überschreitungsschwellwert das Mehrfache des Schwellwertes sein, zum Beispiel das 2 bis 10 fache des Schwellwertes. Weiter kann die Dauer der Schwellwertüberschreitung 2 bis 5 Sekunden betragen. Der Überschreitungsschwellwert und die Dauer der Schwellwertüberschreitung können in der Vorrichtung voreingestellt werden.

Vorteilhaft kann so die Überwachung individuell an die anzuschließenden Verbraucher angepasst werden, die zum Beispiel auch den Betrieb und insbesondere den Anlauf von Motoren umfassen können.

Darüber hinaus können in der Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung die Schwellwerte von einem Nutzer einstellbar sein. Dabei können die Einstellungen auch von einer fernen (beispielsweise räumlich oder netzwerktopologisch getrennten) Station vorgenommen werden und über eine Schnittstelle empfangen werden. Alternativ oder ergänzend können die Einstellungen der Schwellwerte jeweils eine einstellbare Dauer der erlaubten Schwellwertüberschreitung umfassen.

Vorteilhaft kann so eine effektive Anpassung an die jeweils angeschlossenen Verbraucher erreicht werden.

Weiter kann eine Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung die Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung umfassen. Dabei kann die Stromversorgung den Kleinspannungsanforderungen, SELV, entsprechen. Des Weiteren kann sie auch den UL 1310 Vorschriften entsprechen.

Vorteilhaft kann so eine einfachere Verdrahtung (beispielsweise mit weniger Leitungsquerschnitt) der angeschlossenen Verbraucher verwendet werden. Weiter vorteilhaft kann das Anschließen der Verbraucher auch von weniger qualifiziertem Personal vorgenommen werden.

Darüber hinaus kann der Spannungswandler der Stromversorgung einen Transformator oder ein Schaltnetzteil oder einen hartschaltenden Fluss- oder Sperrwandler oder einen resonant schaltenden Konverter umfassen.

Vorteilhaft kann so den verschiedenen Ansprüchen an die Stromversorgung entsprochen werden in Bezug auf Kosten, Stabilität von Strom, Spannung und Leistung und/oder Bauraum.

Ein zweiter Aspekt betrifft ein Verfahren zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung. Das Verfahren umfasst ein Überwachen, mit einem ersten Überwachungselement, eines ersten Stroms, I_1 , und einer ersten Spannung, U_1 , die sekundärseitig von einem Spannungswandler ausgegeben werden. Weiter umfasst das Verfahren ein primärseitiges Steuern des Spannungswandlers mit einem primärseitigen Steuerungselement, das mit dem ersten Überwachungselement signalleitend verbunden ist, basierend auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , wenn ein erster Schwellwert überschritten wird. Das Verfahren umfasst weiter ein Überwachen mit einem zweiten Überwachungselement, eines zweiten Stroms, I_2 , und einer zweiten Spannung, U_2 , wobei der zweite Strom, I_2 , und die zweite Spannung, U_2 , auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , basieren. Das zweite Überwachungselement wird vom ersten Überwachungselement mit dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , versorgt. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein primärseitiges Steuern des Spannungswandlers basierend auf dem zweiten Strom, I_2 , und der zweiten Spannung, U_2 , wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird, wobei das primärseitige Steuerungselement mit dem zweiten Überwachungselement signalleitend verbunden ist.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die anliegenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen, die wahlweise miteinander kombinierbar sind, näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Blockdarstellung einer Stromversorgung mit einer Vorrichtung zu ihrer Überwachung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

Fig. 2 eine Stromversorgung mit einer Vorrichtung zu ihrer Überwachung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 eine Stromversorgung mit einer Vorrichtung zu ihrer Überwachung mit einem ersten Überwachungselement, einem zweiten Überwachungselement und einer zweiten Ausgabeeinheit gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,

Fig. 4 eine Stromversorgung mit einer Vorrichtung zu ihrer Überwachung mit einer ersten Ausgabeeinheit und einer zweiten Ausgabeeinheit gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel, und

Fig. 5 ein Verfahren zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung.

- 5 **Fig. 1** zeigt eine schematische Blockdarstellung einer Stromversorgung 10 mit einer Vorrichtung 20 zu ihrer Überwachung. Die Vorrichtung 20 dient zur Überwachung einer Stromversorgung 10 für Sicherheitskleinspannung. Die Stromversorgung 10 umfasst Eingangsklemmen, an denen eine übliche Versorgungsspannung von 230 Volt oder 120 Volt Wechselspannung anliegt. Weiter umfasst die Stromversorgung zumindest ein Paar
- 10 Ausgangsklemmen, an denen eine Ausgangsspannung U_2 anliegt und ein Ausgangstrom I_2 zur Verfügung steht.

Die Vorrichtung 20 umfasst ein erstes Überwachungselement 110, das dazu ausgebildet ist, einen ersten Strom I_1 und eine erste Spannung U_1 zu überwachen, die sekundärseitig von einem Spannungswandler 100 ausgegeben werden. Dazu ist die Vorrichtung 20 mit dem

15 Spannungswandler 100 elektrisch leitend verbunden. Weiter umfasst die Vorrichtung 20 ein primärseitiges Steuerungselement 105, das mit dem ersten Überwachungselement 110 signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler 100 basierend auf dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 primärseitig zu steuern, wenn ein erster Schwellwert überschritten wird. Dazu wird im ersten Überwachungselement 110 ein Signal

20 entsprechend des ersten Stroms $S(I_1)$ und ein Signal entsprechend der ersten Spannung $S(U_1)$ erzeugt und dem primärseitigen Steuerungselement 105 zugeführt. Ergänzend umfasst die Vorrichtung 20 ein zweites Überwachungselement 120, das dazu ausgebildet ist, einen zweiten Strom I_2 und eine zweite Spannung U_2 zu überwachen, wobei der zweite Strom I_2 und die zweite Spannung U_2 auf dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1

25 basieren. Das zweite Überwachungselement 120 wird vom ersten Überwachungselement 110 mit dem ersten Strom I_1 und der ersten Spannung U_1 versorgt. Darüber hinaus ist das primärseitige Steuerungselement 105 mit dem zweiten Überwachungselement 120 signalleitend verbunden und dazu ausgebildet, den Spannungswandler 100 basierend auf dem zweiten Strom I_2 und der zweiten Spannung U_2 primärseitig zu steuern, wenn ein

30 zweiter Schwellwert überschritten wird. Dazu wird im zweiten Überwachungselement 120 ein Signal entsprechend des zweiten Stroms $S(I_2)$ und ein Signal entsprechend der zweiten Spannung $S(U_2)$ erzeugt und dem primärseitigen Steuerungselement 105 zugeführt. Entsprechend sind das erste Überwachungselement 110 und das zweite Überwachungselement 120 auf der Sekundärseite der Stromversorgung angeordnet,

während das primärseitige Steuerungselement 105 auf der Primärseite angeordnet ist, wie bereits aus dem Begriff hervorgeht.

Die SELV-Stromversorgung 10 ist für Sicherheitskleinspannung ausgelegt gemäß UL 1310 (Class II Power Unit). Der Spannungswandler 100 der Stromversorgung 10 ist galvanisch trennend oder alternativ nicht galvanisch trennend. Der Spannungswandler 100 ist ein Transformator oder ein Schaltnetzteil oder ein hartschaltender Fluss- oder Sperrwandler oder ein resonant schaltender Konverter, der zum Beispiel als LLC ausgelegt ist. Der LLC-Wandler (zwei Induktivitäten, eine Kapazität) ist ein Resonanzumrichter mit drei reaktiven Elementen.

- 10 Der erste Schwellwert umfasst mehrere Messgrößen, die eine erste Stromobergrenze $I1'$ und eine erste Spannungsobergrenze $U1'$ oder eine erste Leistungsobergrenze $P1'$ umfassen. Entsprechend können Messgrenzen-Paare aus der ersten Stromobergrenze $I1'$ und der ersten Spannungsobergrenze $U1'$ bestehen oder aus der ersten Stromobergrenze $I1'$ und der ersten Leistungsobergrenze $P1'$. Es kann ergänzend oder alternativ auch ein
- 15 Messgrenzen-Paar aus der ersten Spannungsobergrenze $U1'$ und der ersten Leistungsobergrenze $P1'$ bestehen.

- Der zweite Schwellwert umfasst mehrere Messgrößen, die eine zweite Stromobergrenze $I2'$ und eine zweite Spannungsobergrenze $U2'$ oder eine zweite Leistungsobergrenze $P2'$ umfassen. Entsprechend können Messgrenzen-Paare aus der zweiten Stromobergrenze $I2'$ und der zweiten Spannungsobergrenze $U2'$ bestehen oder aus der zweiten Stromobergrenze $I2'$ und der zweiten Leistungsobergrenze $P2'$. Es kann ergänzend oder alternativ auch ein Messgrenzen-Paar aus der zweiten Spannungsobergrenze $U2'$ und der zweiten Leistungsobergrenze $P2'$ bestehen.
- 20

- Die erste Stromobergrenze $I1'$ ist dabei gleich oder größer als die zweite Stromobergrenze $I2'$. Die erste Spannungsobergrenze $U1'$ ist dabei gleich oder größer als die zweite Spannungsobergrenze $U2'$. Die erste Leistungsobergrenze $P1'$ ist gleich oder größer als die zweite Leistungsobergrenze $P2'$.
- 25

- Fig. 2** zeigt die Stromversorgung 10 mit der Vorrichtung 20 zu ihrer Überwachung. Dabei umfasst die Vorrichtung 20 ein erstes Überwachungselement 110 und ein zweites Überwachungselement 120. Das erste Überwachungselement 110 umfasst seinerseits einen Spannungsteiler, der aus der Spannung $U1$ das Signal $S(U1)$ ableitet. Weiter umfasst das erste Überwachungselement 110 eine Strommesseinrichtung, die als Strommess-Widerstand (Shunt) ausgeführt ist. Diese leitet aus dem Strom $I1$ das Signal $S(I1)$ ab. Die Signale $S(U1)$ und $S(I1)$ werden dem ersten Komparator 115 zugeführt, der die
- 30

Einzelschwellwerte der Obergrenzen für Strom I_1' , Spannung U_1' und Leistung P_1' prüft. Bei Überschreitung zumindest eines Einzelschwellwertes signalisiert der erste Komparator 115 dem primärseitigen Steuerungselement 105 die Überschreitung der jeweiligen Obergrenze. Weiter kann die Signalisierung auch das Maß der Überschreitung sowie Angaben über den Verlauf der Überschreitung umfassen. Insbesondere kann die Überschreitung erst nach Ablauf einer gewissen Zeit signalisiert werden, wie später noch detailliert ausgeführt wird.

Das zweite Überwachungselement 120 umfasst seinerseits einen Spannungsteiler, der aus der Spannung U_2 das Signal $S(U_2)$ ableitet. Weiter umfasst das zweite Überwachungselement 120 eine Strommesseinrichtung, die als Strommess-Widerstand (Shunt) ausgeführt ist. Diese leitet aus dem Strom I_2 das Signal $S(I_2)$ ab. Die Signale $S(U_2)$ und $S(I_2)$ werden dem zweiten Komparator 125 zugeführt, der die Einzelschwellwerte der Obergrenzen für Strom I_2' , Spannung U_2' und Leistung P_2' prüft. Bei Überschreitung zumindest eines Einzelschwellwertes signalisiert der zweite Komparator 125 dem primärseitigen Steuerungselement 105 die Überschreitung der jeweiligen Obergrenze. Wie beim ersten Komparator 115 kann der zweite Komparator 125 neben der Signalisierung auch das Maß der Überschreitung sowie Angaben über den Verlauf der Überschreitung umfassen. Insbesondere kann die Überschreitung erst nach Ablauf einer gewissen Zeit signalisiert werden, wie später noch detailliert ausgeführt wird.

Die Stromversorgung 10 zusammen mit der Vorrichtung 20 umfasst primärseitig eine Schmelzsicherung F1, die an einer Eingangsleitung von zwei Eingangsleitungen von zwei Eingangsklemmen angeordnet ist. Sie umfasst weiter ein EMV-Schutzschaltung (ohne Bezugszeichen), das zwischen den beiden Eingangsleitungen angeordnet ist. Sie umfasst weiter einen Gleichrichterschaltung D1, der die beiden Eingangsleitungen abschließt. Sie umfasst weiterhin einen Kondensator C1 zum Glätten der Eingangsspannung, der mit den zwei Ausgangsleitungen der Gleichrichterschaltung D1 verbunden ist. Weiter umfasst die Vorrichtung 20 den anteiligen Spannungswandler 100 der Primärseite, der mit dem Kondensator C1 verbunden ist. Schließlich umfasst die Vorrichtung 20 das Steuerungselement 105 sowie das damit verbundene Schaltelement 220 zum primärseitigen Schalten des Spannungswandlers 100. Das Steuerungselement 105 ist weiterhin mit dem primärseitigen Anteil der Optokoppler OC1 und OC2 verbunden.

Sekundärseitig umfasst die Stromversorgung 10 zusammen mit der Vorrichtung 20 den anteiligen Spannungswandler 100 der Sekundärseite, eine Diode D2 in einer der beiden Leitungen des sekundärseitigen Spannungswandlers 100 sowie einen Kondensator C2, der zwischen den Leitungen des sekundärseitigen Spannungswandlers 100 angeordnet ist. Weiter umfasst die Sekundärseite ein EMV-Filter (ohne Bezugszeichen) am Ausgang der

Stromversorgung U2/ I2. Schließlich umfasst die Sekundärseite noch die sekundärseitigen Anteile der Optokoppler OC1 und OC2, die mit den Komparatoren / der Regelung 115 beziehungsweise 125 verbunden sind. Primärseitig steuern die beiden Optokoppler OC1 und OC2 den Leistungsschalter 220 durch eine entsprechende Umsetzung 105 z.B. durch eine Pulsweitenmodulation oder Pulsfrequenzmodulation.

Fig. 3 zeigt Stromversorgung 10 mit einer Vorrichtung 20 zu ihrer Überwachung mit dem Spannungswandler 100, einem ersten Überwachungselement 110, einem zweiten Überwachungselement 120 und einer zweiten Ausgabeeinheit 130. Die Stromversorgung 10 mit der Vorrichtung 20 umfasst eine erste Ausgabeeinheit 180, die den zweiten Strom I2 und die zweite Spannung U2 an einem ersten Versorgungsausgang 190 bereitstellt. Die erste Ausgabeeinheit 180 umfasst das zweite Überwachungselement 120. Die zweite Ausgabeeinheit 130 umfasst einen zweiten Versorgungsausgang 140, die einen dritten Strom I3 und eine dritte Spannung U3 bereitstellt. Das erste Überwachungselement 110 ist mit dem Optokoppler OC1 230 verbunden. Es kann ergänzend auch mit dem Optokoppler OC2 verbunden sein. Dabei signalisiert das erste Überwachungselement 110 die Signale S(I1) und S(U1). Das zweite Überwachungselement 120 ist mit dem Optokoppler OC2 240 verbunden. Dabei signalisiert das zweite Überwachungselement 120 die Signale S(I2) und S(U2). Die erste Ausgabeeinheit 180 und die zweite Ausgabeeinheit 130 werden vom ersten Überwachungselement 110 mit dem Strom I1 und mit der Spannung U1 gespeist. In weiteren Ausführungsformen kann eine Mehrzahl von zweiten Ausgabeeinheiten 130 parallel angeordnet werden, die jeweils vom ersten Überwachungselement 110 mit dem Strom I1 und mit der Spannung U1 gespeist werden. Weiter kann alternativ oder ergänzend auch eine Mehrzahl von ersten Ausgabeeinheiten 180 parallel angeordnet werden, die jeweils vom ersten Überwachungselement 110 mit dem Strom I1 und mit der Spannung U1 gespeist werden.

Fig. 4 zeigt eine Stromversorgung 10 mit einer Vorrichtung 20 zu ihrer Überwachung mit einer ersten Ausgabeeinheit 180 und einer zweiten Ausgabeeinheit 130. Die erste Ausgabeeinheit 180 umfasst einen ersten Schalter 200 zum Abschalten des ersten Versorgungsausgangs 190. Der erste Schalter 200 wird vom zweiten Überwachungselement 120 gesteuert und unterbricht bei Überschreitung des zweiten Schwellwerts die zur Verfügungstellung des zweiten Stroms I2 und der zweiten Spannung U2. Weiter umfasst das zweite Überwachungselement 120 den Spannungsteiler zur Ermittlung des Signals S(U2) sowie die Strommeseinrichtung, die als Strommess-Widerstand (Shunt) ausgeführt ist, zur Ermittlung des Signals S(I2). Das zweite Überwachungselement 120 umfasst weiter den zweiten Komparator 125. Die erste Ausgabeeinheit 180 umfasst eine Anzeige zur

Signalisierung einer Schwellwertüberschreitung in Form einer Leuchtdiode D4, die vom zweiten Komparator 125 angesteuert wird.

Weiter umfasst die Stromversorgung 10 mit der Vorrichtung 20 die bereits aus der Figur 2 bekannten elektrischen Bauteile der Primärseite, insbesondere den EMV-Filter den

5 Gleichrichter D1, den Kondensator C1, den anteiligen Spannungswandler 100 der Primärseite, das primärseitige Steuerungselement 105, das Schaltelement 220 sowie die primärseitigen Anteile der Optokoppler OC1 und OC2. Sekundärseitig zeigen die Stromversorgung 10 mit der Vorrichtung 20 ähnlich der Figur 2 den anteiligen Spannungswandler 100 der Sekundärseite, die Diode D2, den Kondensator C2, den EMV-
10 Filter (ohne Bezugszeichen) am Ausgang des ersten Überwachungselement 110 sowie die sekundärseitigen Anteile der Optokoppler OC1 und OC2. Die Verbindung der Bauteile entspricht weitgehend denen der Figur 2.

Die zweite Ausgabeeinheit 130 stellt einen dritten Strom I3 und eine dritte Spannung U3 an einem zweiten Versorgungsausgang 140 bereit. Dabei wird die zweite Ausgabeeinheit 130
15 vom ersten Überwachungselement 110 mit dem ersten Strom I1 und der ersten Spannung U1 versorgt.

Die zweite Ausgabeeinheit 130 umfasst einen zweiten Schalter 210 zum Abschalten des zweiten Versorgungsausgangs 140. Der zweite Schalter 210 wird von der zweiten Ausgabeeinheit 130 gesteuert und unterbricht bei Überschreitung des dritten Schwellwerts
20 die zur Verfügungstellung des dritten Stroms I3 und der dritten Spannung U3. Optional kann die zweite Ausgabeeinheit 130 einen Spannungsteiler (nicht gezeigt) zur Ermittlung des Signals S(U3) umfassen, der auf der Spannung U3 basiert. Weiter kann optional die zweite Ausgabeeinheit 130 eine Strommesseinrichtung (nicht gezeigt) umfassen, die als Strommess-Widerstand (Shunt) ausgeführt ist, zur Ermittlung des Signals S(I3). Die zweite
25 Ausgabeeinheit 130 umfasst weiter eine Anzeige zur Signalisierung einer Schwellwertüberschreitung in Form einer Leuchtdiode D3, die von der zweiten Ausgabeeinheit 130 angesteuert wird. Weiter optional kann die zweite Ausgabeeinheit 130 die Signale S(U3) und S(I3) an dem ersten Komparator 115 des ersten Überwachungselements 110 über eine Verbindungsleitung elektrisch übermitteln.

30 Der erste Schalter 200 wird in Abhängigkeit eines Überschreitens des zweiten Schwellwertes geschaltet. Eine Signalisierung des zweiten Schwellwertes basiert optional auf einer Fehlfunktion des ersten Schalters 200. Dies kann in Kombination mit der Signalisierung des Überschreitens des zweiten Schwellwertes gekoppelt sein oder separat signalisiert werden. Die Signalisierung kann neben Details des Überschreitens des zweiten Schwellwertes auch

Hinweise zum ersten Schalter 200 und dessen Funktion, zum Beispiel der Fehlfunktion, und Stellung (offen, geschlossen) enthalten. Eine Trennung des ersten Schalters 200 basiert auf internen Signalen der ersten Ausgabeeinheit 180.

Der zweite Schalter 210 wird in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten

- 5 Schwellwertes geschaltet. Dabei basiert eine Trennung des zweiten Schalters 210 auf internen Signalen der zweiten Ausgabeeinheit 130. Optional kann eine Signalisierung des Überschreitens des dritten Schwellwertes auf einer Fehlfunktion des zweiten Schalters 210 basieren. Weiter optional kann der zweite Schalter 210 vom ersten Komparator 115 angesteuert werden.

- 10 Wie in Figur 2 ist ein primärseitig angeordnetes Schaltelement 220 ist zwischen dem primärseitigen Steuerungselement 105 und dem Spannungswandler 100 angeordnet und mit diesen elektrisch leitend verbunden. Dabei steuert das Schaltelement 220 den Spannungswandler 100 primärseitig basierend auf Signalen des primärseitigen Steuerungselements 105. Die Steuerung bewirkt eine Beeinflussung des ersten Stroms I1
15 und der ersten Spannung U1. Alternativ bewirkt die Steuerung ein Abschalten des ersten Stroms I1 und ein Abschalten der ersten Spannung U1.

- Die signalleitende Verbindung mit dem primärseitigen Steuerungselement 105 umfasst ein optisches Kopplungselement 230, 240. Alternativ kann das Kopplungselement 230, 240 auch eine induktive und/oder eine kapazitive Kopplung enthalten. Optional kann die signalleitende
20 Verbindung mit dem ersten Überwachungselement 110 ein erstes Kopplungselement 230 umfassen und die signalleitende Verbindung mit dem zweiten Überwachungselement 120 ein zweites Kopplungselement 240 umfassen. Das erste Kopplungselement 230 und das zweite Kopplungselement 230 können dabei parallel angeordnet sein.

- Die Überwachungselemente 110, 120 sind dazu ausgebildet, eine Überschreitung der
25 Schwellwerte zu überwachen sowie eine Dauer der Schwellwertüberschreitung zu überwachen. Eine Signalisierung der Schwellwertüberschreitung kann erst nach Ablauf der vorgegebenen Dauer stattfinden. Die Dauer kann wählbar sein.

- Die Schwellwerte können von einem Nutzer einstellbar sein. Dies umfasst die Einstellbarkeit der Stromobergrenzen I1', I2', I3', der Spannungsobergrenzen U1', U2', U3' und der
30 Leistungsobergrenzen P1', P2' und P3'. Dies kann optional auch eine individuell einstellbare Dauer der jeweiligen Schwellwertüberschreitung umfassen.

Die Stromversorgung 10 entspricht den Kleinspannungsanforderungen SELV (Safety Extra Low Voltage).

Der Spannungswandler 100 der Stromversorgung 10 kann einen Transformator oder ein Schaltnetzteil oder einen hartschaltenden Fluss- oder Sperrwandler oder einen resonant schaltenden Konverter umfassen.

5 Mit anderen Worten kann die Erfindung wie folgt zusammengefasst werden: In einem SELV-Kleinspannungsstromversorgungssystem mit einer Gleichspannung < 60 Volt DC (Gleichspannung) von zum Beispiel 12 Volt oder 24 Volt DC wird zur Erhöhung der Sicherheit die Ausgangsleistung begrenzt nach UL 1310 (Class II Power Unit) auf dauerhaft kleiner 100 Watt. Ebenso müssen die dazugehörigen Begrenzungsmechanismen wie Spannungs-, Strom- und Leistungsbegrenzung einfach-fehlersicher redundant und damit
10 doppelt ausgeführt vorhanden sein.

Ebenso gilt für auf Sicherheit gerichtete Systeme eine erhöhte Anforderung gegenüber Überspannungen und Überstrom. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die höchste Spannung in einem Stromversorgungssystem die Systemspannung bedingt und die Komponenten nur bis zu einer Spannungsgrenze sicher arbeiten. Bei Überschreitung einer Stromgrenze kann
15 ein an das System angeschlossener ausgefallener Verbraucher Fehler verursachen.

Diese Begrenzung hat einen erheblichen Einfluss auf die daran angeschlossenen Komponenten und die Installation. Bei nicht redundant leistungsbegrenzten Stromversorgungen sind deutliche Sicherheitsreserven zum Beispiel in der Verdrahtung zu berücksichtigen und/oder sie dürfen nur von Fachleuten installiert werden.

20 Diese redundante Leistungsbegrenzung erfolgt im Stand der Technik durch kleine Stromversorgungen, die keinen Leistungsdurchsatz von 100 Watt erlauben. Hierbei besteht die erste Leistungsbegrenzung aus der natürlichen Leistungsbegrenzung einer Stromversorgung, die sich aufgrund der maximalen Leistungsbegrenzung des Transformators 100 ergibt. Die zweite Strombegrenzung besteht aus der üblicherweise
25 eingebauten Strombegrenzung. Beide Mechanismen begrenzen einfach-fehlersicher die maximale Leistung auf eine bestimmte Obergrenze. Dies erfordert jedoch aufgrund einer erheblichen Ungenauigkeit der Begrenzungen einen erheblichen Abstand zur maximal möglichen Ausgangsleistung. Ebenso erfordern nachgeschaltete Sicherungen an einem Ausgang der Stromversorgung 10 einen erheblichen Sicherheitsabstand, da diese über eine
30 gewisse Zeit einen erheblich höheren Strom erlauben als der Nennwert der Sicherung, der auch stark von der Umgebungstemperatur abhängt. Zusammengefasst erlauben diese Methoden üblicherweise eine Begrenzung auf maximal 2/3 der maximal möglichen Ausgangsleistung. Um sich dem Leistungsgrenzwert deutlich dichter anzunähern

ermöglichen Ausführungsbeispiele eine Stromversorgungen, welche die beiden Spannungs- und Stromregelung (bzw. Spannungs- und Strombegrenzung) redundant realisieren.

Die zuvor aufgezeigten Lösungen des Standes der Technik haben den Nachteil, dass sie entweder einen erheblichen Sicherheitsabstand zur maximalen Ausgangsleistung bedingen
5 oder mit erhöhten Kosten durch redundante Regelungen und/oder Begrenzungen realisiert werden. Ebenso wird die Leistungsbegrenzung nur in Stromversorgungen realisiert, die nur über diese Leistungsbegrenzung verfügen.

Vorgestellt wird eine Lösung einer flexibel redundant leistungsbegrenzten Stromversorgung, die sowohl über einen oder mehrere redundant begrenzte Ausgänge 190 als auch über
10 einen oder mehrere nicht redundant einfach begrenzte Ausgänge 140 verfügt.

In der erfindungsgemäßen Stromversorgung 10 wird die Ausgangsspannung U_1 geregelt und der Strom eines Ausgangs I_1 einfach erfasst und begrenzt. Diesem nachgeschaltet sind beliebig viele Module 180, die über eine zusätzliche Spannungs- und Stromregelung / -
begrenzung 120 verfügen mit einem Spannungs- Stromregler / -begrenzer für U_2 und I_2 .

15 Diese Module 180 messen ebenso unabhängig von der übrigen Schaltung die Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom und melden die jeweilige Ausgangsspannung und den Ausgangsstrom der vorgeschalteten Stromversorgung 110. Ebenso wird der Summen-Ausgangsstrom aller ungesicherten Ausgänge 140 für I_3 erfasst. Die Stromversorgung 10 berechnet aus dem Gesamtstrom I_1 abzüglich dem Strom I_3 aller
20 ungesicherten Ausgänge und dem Strom I_2 sowie gegebenenfalls weiterer redundant begrenzten Ausgänge den Strom durch jeden einzelnen redundant begrenzten Ausgang. Überschreitet der Ausgangsstrom eines redundant gesicherten Ausgangs die Grenze, so schaltet als erster Mechanismus die Begrenzung in dem Modul 180 dieses ab. Zur Redundanz kann aber zusätzlich die Stromversorgung 10 diesen Ausgang nicht mehr
25 versorgen und dadurch abschalten oder ergänzend die gesamten Ausgangsspannungen U_2 und U_3 abschalten.

Die gesamte Abschaltung der Stromversorgung 10 spielt insbesondere dann eine Rolle, wenn zum Beispiel der redundant gesicherte Ausgang 190 Sensoren versorgt über eine Verdrahtung mit dem dann erlaubten geringen Querschnitt. Fallen diese Sensoren aus, ist
30 vorteilhaft das gesamte System abzuschalten, um zum Beispiel einen nicht überwachten Betrieb des angeschlossenen Verbrauchers zu verhindern.

Die Module 180 zur Spannungs- und Stromregelung (bzw. -begrenzung) können über einen weiteren Anschluss unabhängig vom gemessenen Ausgangsstrom der Stromversorgung versorgt werden oder auch von dem gemessenen Ausgangsstrom. In letztem Fall wird

entweder die Stromaufnahme der Begrenzungsmodule 180 in der Berechnung berücksichtigt oder sie kann bei wesentlich geringerer Stromaufnahme gegenüber der Begrenzung vernachlässigt werden.

Hiermit ist es möglich, ein modulares Stromversorgungssystem zu realisieren, das insgesamt eine deutlich höhere Ausgangsleistung zur Verfügung stellt und auch redundant einfach-
5 fehlersichere Ausgänge 180 zur Verdrahtung mit geringen Querschnitten ermöglicht. Das vorgestellte Stromversorgungssystem kann zum Beispiel in einer Stromversorgung realisiert werden. Die einzelnen Ausgangskanäle können mit verschiedenen umschaltbaren Strombegrenzungen realisiert werden.

10 Eine Stromversorgung 10 besteht aus dem Eingang und dem hier gezeigten einfach spannungs- und stromgeregelten Ausgang 140 sowie den redundant geregelten Ausgängen 190. Dazu besitzt die Stromversorgung 10 einen primärseitigen Schaltungsteil und einen sekundärseitigen Schaltungsteil. Über einen Transformator TR1 wird die Energie der Eingangsseite übertragen auf die Sekundärseite. Die Stromversorgung kann sowohl als
15 galvanisch getrenntes Schaltnetzteil mit galvanischer Trennung als auch nicht galvanisch getrennt ausgeführt sein. Die Spannungs- und Stromregelung U1 und I1 der Stromversorgung 10 erfasst sekundärseitig die Ausgangsgrößen und meldet die Fehler über den Optokoppler OC1 zurück zur Primärseite, wo entsprechend der primärseitige Leistungspfad gesteuert wird. Ebenso kann aber auch die Regelung der ersten
20 Ausgangsgrößen U1 und I1 primärseitig erfolgen, insbesondere bei fester Eingangsspannung. Ebenso ist die beschriebene Ausführung unabhängig von der Art des Schaltnetzteils. Dies kann beliebig realisiert werden, zum Beispiel hartschaltend als Fluss- oder Sperrwandler oder resonant schaltend zum Beispiel als LLC. Ebenso ist anstatt einer induktiven Leistungsübertragung auch eine kapazitive Übertragung möglich. Auch die
25 Realisierung der Rückkopplung soll nur ein Prinzip beispielhaft darstellen, andere Verfahren wie induktive Rückkopplung sind ebenso möglich. Auch können der/die Leistungsschalter 200, 210 primär- oder sekundärseitig angesteuert werden. Entscheidend ist lediglich, dass es eine erste Regelung der Ausgangsgrößen U1 und I1 gibt für den einfach geregelten Ausgang 140.

30 In einem ersten nachgeschalteten Modul 130 werden die ersten Ausgänge 140 des Schaltnetzteils 10 versorgt aus dem sekundärseitigen Leistungspfad als einfach abgesicherte Ausgänge 140. Mit einem weiteren Modul 180 werden die Ausgänge einfach- fehlergesichert redundant überwacht mit den Spannungs- und Strombegrenzungssignalen S(U2) und S(I2). Meldet eines dieser Signale S(U2) oder S(I2) eine Überschreitung des
35 Grenzwertes, wird wenigstens der Ausgang 190 über den Schalter S1 abgeschaltet. Ebenso

wird die gesamte Stromversorgung 10 in diesem Fehlerfall abgeschaltet oder ein weiterer Schalter vor dem Ausgangsmodul 180 schaltet dieses ab. Ergibt die Berechnung des Gesamtstromes I_1 abzüglich des Stromes durch den einen oder die mehreren ungesicherten Ausgänge I_3 eine Überschreitung des redundant einfach-fehlersicheren Ausgangsstromes, wird der Schalter S_1 ebenso geöffnet und der redundant geregelte Ausgang 190 abgeschaltet.

Die ausgangsseitigen Module 180 und/oder 130 können eingebaut sein oder auch als Steckmodule ausgeführt werden. Ebenso können sie separat dem Benutzer die Einhaltung des Stromes durch LEDs D_3 und D_4 signalisieren. Weiter kann der jeweilige Ausgang eigenständig bei Überschreitung des Ausgangsstromes abgeschaltet werden. Ebenso kann die Konfiguration der Ausgänge fest vorgegeben sein oder einstellbar sein über Schalter oder über eine Schnittstelle.

Wichtig sind hier jeweils die zwei Arten der Ausgänge 190 und 140 in einer Stromversorgung. Die einfach gesicherten Ausgänge 140 bestehen aus einer einfachen Überwachung und/oder Steuerung (beispielsweise Regelung) der Ausgangsspannung und des Ausgangsstroms U_3 und I_3 . Im Gegensatz dazu besitzen der oder die einfach-fehlersicheren Ausgänge 190 jeweils eine vollständig redundante Überwachung und/oder Steuerung (beispielsweise Regelung) mit zwei getrennten Spannungs- und Strommessungen U_1 und U_2 bzw. I_1 und I_2 , getrennten Steuerungen (beispielsweise Regelungen) und getrennten Rückkopplungen OC_1 und OC_2 , sowie optional getrennten Eingriffsmöglichkeiten auf der Primärseite.

Fig. 5 illustriert ein Verfahren 300 zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung. Das Verfahren umfasst ein Überwachen 310, mit einem ersten Überwachungselement, eines ersten Stroms, I_1 , und einer ersten Spannung, U_1 , die sekundärseitig von einem Spannungswandler ausgegeben werden. Weiter umfasst das Verfahren ein primärseitiges Steuern 320 des Spannungswandlers mit einem primärseitigen Steuerungselement, das mit dem ersten Überwachungselement signalleitend verbunden ist, basierend auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , wenn ein erster Schwellwert überschritten wird. Das Verfahren umfasst weiter ein Überwachen 330, mit einem zweiten Überwachungselement, eines zweiten Stroms, I_2 , und einer zweiten Spannung, U_2 , wobei der zweite Strom, I_2 , und die zweite Spannung, U_2 , auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , basieren. Das zweite Überwachungselement wird vom ersten Überwachungselement mit dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , versorgt. Darüber hinaus umfasst das Verfahren ein primärseitiges Steuern 340 des Spannungswandlers basierend auf dem zweiten Strom, I_2 , und der zweiten Spannung, U_2 ,

wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird, wobei das primärseitige Steuerungselement mit dem zweiten Überwachungselement signalleitend verbunden ist.

Dabei kann das Verfahren 300 zur Regelung eines Schaltnetzteils mit wenigstens zwei Ausgangsspannungen eine erste Regelung umfassen, die eine erste Ausgangsspannung U1, I1, erzeugt und die als dritte Ausgangsspannung U3, I3, ausgegeben wird, und einer zweiten Ausgangsspannung U2, I2, die versorgt wird aus der ersten Ausgangsspannung U1, I1, und als zweite Ausgangsspannung U2, I2, ausgegeben wird.

Dabei wird der Ausgangsstrom I3 der dritten Ausgangsspannung U3, I3, von dem Gesamtausgangsstrom I1 subtrahiert als erster berechneter Ausgangsstrom der zweiten Ausgangsspannung U2, I2, und zur Primärseite als erstes Signal zurückgekoppelt. Die zweite Ausgangsspannung U2, I2, umfasst eine eigene, unabhängige zweite Regelung, die über eine zweite unabhängige Rückkopplung zur Primärseite verfügt und eine doppelte, einfachfehlersichere Regelung der zweiten Ausgangsspannung U2, I2 ermöglicht.

In Ausführungsbeispielen kann die Ausgangsspannung der Ausgänge U2 und U3 einstellbar sein. In weiteren Ausführungsbeispielen kann der Ausgangsstrom für jeden Ausgang einzeln einstellbar sein. Dabei kann die Ausgangsleistung für jeden Ausgang einzeln einstellbar sein. Weiter kann dabei eine Strom- bzw. Leistungsüberhöhung bis zu einem bestimmten Grenzwert und für eine maximale Zeit für jeden Ausgang einzeln einstellbar sein. Darüber hinaus kann dafür ein Verhalten bei Überschreitung der Grenzwerte einstellbar sein, wobei in Ausführungsbeispielen die gesamte Stromversorgung abgeschaltet werden kann oder wobei der jeweils grenzwertüberschreitende Ausgang abgeschaltet werden kann. Ergänzend kann die Einstellung der Grenzwerte und/oder die Zustände der Ausgänge bzw. Signalisierung sowohl an der Stromversorgung erfolgen als auch über eine Schnittstelle mit einer Steuerung. Des Weiteren können weitere Ausgangsspannungen erzeugt werden und entsprechend dem beschriebenen Verfahren einfach oder doppelt geregelt werden.

Obwohl die Erfindung in Bezug auf exemplarische Ausführungsbeispiele beschrieben worden ist, ist für Fachkundige ersichtlich, dass verschiedene Änderungen vorgenommen werden können und Äquivalente als Ersatz verwendet werden können. Ferner können viele Modifikationen vorgenommen werden, um eine bestimmte Situation oder einen bestimmten Verbraucher an die Lehre der Erfindung anzupassen. Folglich ist die Erfindung nicht auf die offenbarten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfasst alle Ausführungsbeispiele, die in den Bereich der beigefügten Patentansprüche fallen.

Bezugszeichen

	10	Stromversorgung
	20	Vorrichtung zur Überwachung der Stromversorgung
5	100	Spannungswandler einer Eingangsspannung
	105	Primärseitiges Steuerungselement
	110	Erstes Überwachungselement für U1 und I1
	115	Erster Komparator
	120	Zweites Überwachungselement U2 und I2
10	125	Zweiter Komparator
	130	Zweite Ausgabeeinheit
	140	Zweiter Versorgungsausgang
	180	Erste Ausgabeeinheit (beispielsweise Modul)
	190	Erster Versorgungsausgang
15	200	Erster Schalter
	210	Zweiter Schalter
	220	Schaltelement
	230	Erstes Kopplungselement
	240	Zweites Kopplungselement
20	300	Verfahren zur Überwachung einer Stromversorgung
	310	Überwachen mit erstem Überwachungselement
	320	Primärseitiges Steuern mit primärseitigem Steuerungselement
	330	Überwachen mit zweitem Überwachungselement
	340	Primärseitiges Steuern des Spannungswandlers

Ansprüche

1. Vorrichtung (20) zur Überwachung einer Stromversorgung (10) für Sicherheitskleinspannung, umfassend:

ein erstes Überwachungselement (110), das dazu ausgebildet ist, einen ersten

- 5 Strom, I1, und eine erste Spannung, U1, zu überwachen, die sekundärseitig von einem Spannungswandler (100) ausgegeben werden,

ein primärseitiges Steuerungselement (105), das mit dem ersten Überwachungselement (110) signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler (100) basierend auf dem ersten Strom, I1, und der ersten Spannung, U1, primärseitig zu steuern, wenn ein erster Schwellwert überschritten wird, und

- 15 ein zweites Überwachungselement (120), das dazu ausgebildet ist, einen zweiten Strom, I2, und eine zweite Spannung, U2, zu überwachen, wobei der zweite Strom, I2, und die zweite Spannung, U2, auf dem ersten Strom, I1, und der ersten Spannung, U1, basieren, wobei das zweite Überwachungselement (120) vom ersten Überwachungselement (110) mit dem ersten Strom, I1, und der ersten Spannung, U1, versorgt wird,

wobei das primärseitige Steuerungselement (105) mit dem zweiten Überwachungselement (120) signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler (100) basierend auf dem zweiten Strom, I2, und der zweiten Spannung, U2, primärseitig zu steuern, wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird.

20

2. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach Anspruch 1, wobei der erste Schwellwert eine erste Stromobergrenze, I1', und eine erste Spannungsobergrenze, U1', oder eine erste Leistungsobergrenze, P1', umfasst,

- 25 wobei der zweite Schwellwert eine zweite Stromobergrenze, I2', und eine zweite Spannungsobergrenze, U2', oder eine zweite Leistungsobergrenze, P2', umfasst,

wobei die erste Stromobergrenze, I1', gleich oder größer ist als die zweite Stromobergrenze, I2', und wobei die erste Spannungsobergrenze, U1', oder die erste Leistungsobergrenze, P1', gleich oder größer ist als die zweite Spannungsobergrenze, U2', oder die zweite Leistungsobergrenze, P2'.

30

3. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend:

eine erste Ausgabeeinheit (180), die den zweiten Strom, I_2 , und die zweite Spannung, U_2 , an einem ersten Versorgungsausgang (190) bereitstellt, wobei die erste Ausgabeeinheit (180) das zweite Überwachungselement (120) umfasst.

4. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach Anspruch 3, wobei die erste Ausgabeeinheit (180) einen ersten Schalter (200) zum Abschalten des ersten Versorgungsausgangs (190) umfasst.

10

5. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach einem der vorherigen Ansprüche, ferner umfassend:

eine zweite Ausgabeeinheit (130), die einen dritten Strom, I_3 , und eine dritte Spannung, U_3 , an einem zweiten Versorgungsausgang (140) bereitstellt,

15 wobei die zweite Ausgabeeinheit (130) vom ersten Überwachungselement (110) mit dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , versorgt werden.

6. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach Anspruch 5, wobei die zweite Ausgabeeinheit (130) einen zweiten Schalter (210) zum Abschalten des zweiten Versorgungsausgangs (140) umfasst.

20

7. Vorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei der erste Schalter (200) in Abhängigkeit eines Überschreitens des zweiten Schwellwertes geschaltet wird, und/oder wobei der zweite Schalter (210) in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten Schwellwertes geschaltet wird, und/oder wobei eine Signalisierung des zweiten Schwellwertes auf einer Fehlfunktion des ersten Schalters (200) basiert und/oder wobei optional eine Signalisierung des dritten Schwellwertes auf einer Fehlfunktion des zweiten Schalters (210) basiert.

25

8. Vorrichtung (20) nach Anspruch 7,

wobei eine Trennung des zweiten Schalters (210) auf internen Signalen der zweiten Ausgabeeinheit (130) basiert und/oder wobei eine Trennung des ersten Schalters (200) auf internen Signalen der ersten Ausgabeeinheit (180) basiert.

5

9. Vorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei ein primärseitig angeordnetes Schaltelement (220) zwischen dem primärseitigen Steuerungselement (105) und dem Spannungswandler (100) angeordnet und mit diesen elektrisch leitend verbunden ist,

10

wobei das Schaltelement (220) den Spannungswandler (100) primärseitig steuert basierend auf Signalen des primärseitigen Steuerungselements (105),

wobei die Steuerung eine Beeinflussung des ersten Stroms, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , bewirkt, oder wobei die Steuerung ein Abschalten des ersten Stroms, I_1 , und ein Abschalten der ersten Spannung, U_1 , bewirkt.

15

10. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach einem der vorherigen Ansprüche,

wobei die signalleitende Verbindung mit dem primärseitigen Steuerungselement (105) ein induktives und/oder ein kapazitives und/oder ein optisches Kopplungselement (230, 240) umfasst,

20

wobei optional die signalleitende Verbindung mit dem ersten Überwachungselement (110) ein erstes Kopplungselement (230) umfasst und die signalleitende Verbindung mit dem zweiten Überwachungselement (120) ein zweites Kopplungselement (240) umfasst.

25

11. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach einem der vorherigen Ansprüche,

wobei die Überwachungselemente (110, 120) dazu ausgebildet sind, eine Überschreitung der Schwellwerte sowie eine Dauer der Schwellwertüberschreitung zu überwachen, wobei eine Signalisierung der Schwellwertüberschreitung erst nach Ablauf der vorgegebenen

30

Dauer stattfindet.

12. Vorrichtung (20) zur Überwachung der Stromversorgung nach einem der vorherigen Ansprüche,

5 wobei die Schwellwerte von einem Nutzer einstellbar sind und/oder wobei die Einstellung der Schwellwerte eine jeweils einstellbare Dauer der Schwellwertüberschreitung umfasst.

13. Stromversorgung (10) für Sicherheitskleinspannung (10), wobei die Stromversorgung den Kleinspannungsanforderungen, SELV, entspricht, gemäß einem der vorherigen Ansprüche.

10

14. Stromversorgung (10) für Sicherheitskleinspannung (10) nach Anspruch 13,

wobei der Spannungswandler (100) einen Transformator oder ein Schaltnetzteil oder einen hartschaltenden Fluss- oder Sperwandler oder einen resonant schaltenden Konverter umfasst.

15

15. Verfahren (300) zur Überwachung einer Stromversorgung (10) für Sicherheitskleinspannung, umfassend:

Überwachen (310), mit einem ersten Überwachungselement (110), eines ersten Stroms, I_1 , und einer ersten Spannung, U_1 , die sekundärseitig von einem

5 Spannungswandler (100) ausgegeben werden,

primärseitiges Steuern (320) des Spannungswandlers (100) mit einem primärseitigen Steuerungselement (105), das mit dem ersten Überwachungselement (110) signalleitend verbunden ist, basierend auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , wenn ein erster Schwellwert überschritten wird,

10 Überwachen (330), mit einem zweiten Überwachungselement (120), eines zweiten Stroms, I_2 , und einer zweiten Spannung, U_2 , wobei der zweite Strom, I_2 , und die zweite Spannung, U_2 , auf dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , basieren, wobei das zweite Überwachungselement (120) vom ersten Überwachungselement (110) mit dem ersten Strom, I_1 , und der ersten Spannung, U_1 , versorgt wird,

15 primärseitiges Steuern (340) des Spannungswandlers (100) basierend auf dem zweiten Strom, I_2 , und der zweiten Spannung, U_2 , wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird, wobei das primärseitige Steuerungselement (105) mit dem zweiten Überwachungselement (120) signalleitend verbunden ist.

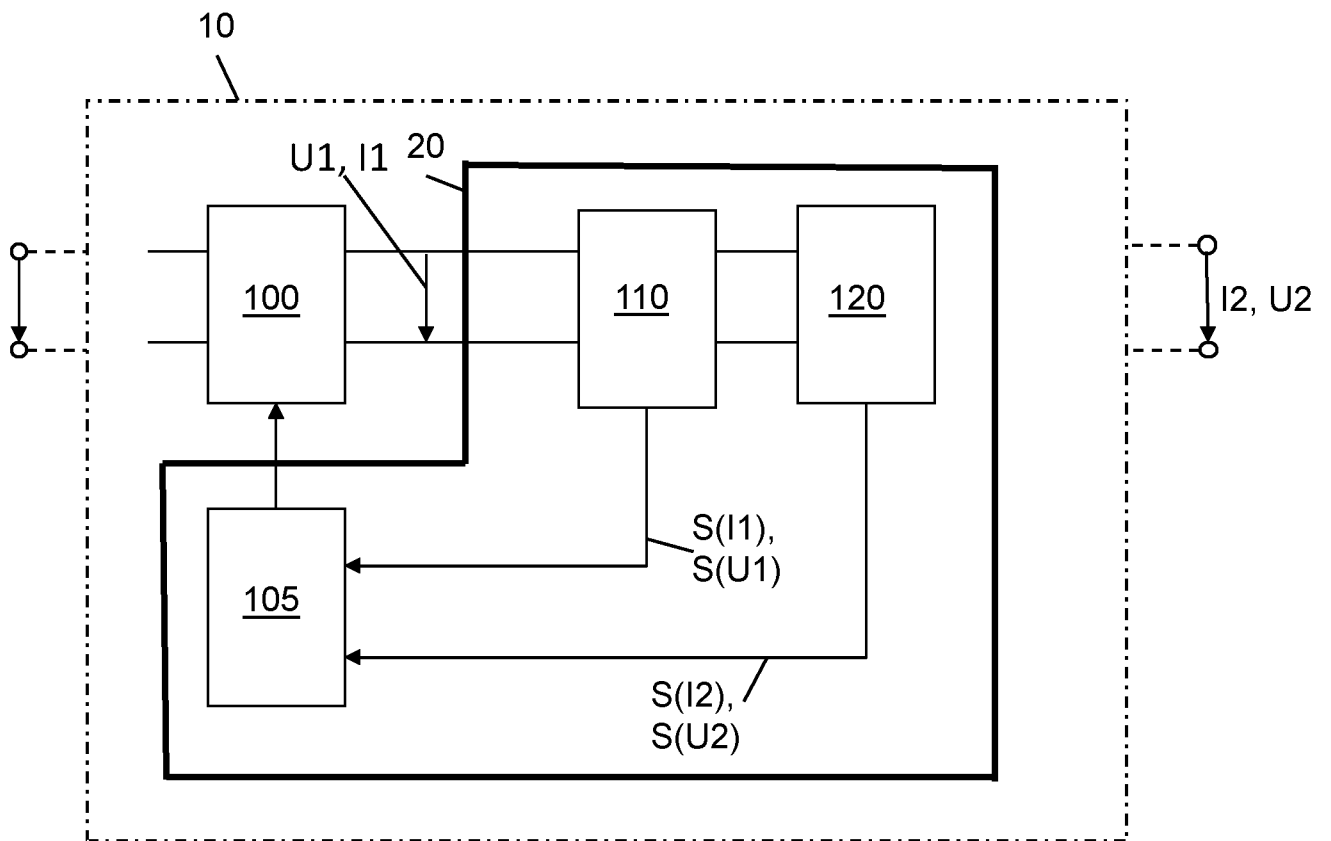


Fig. 1

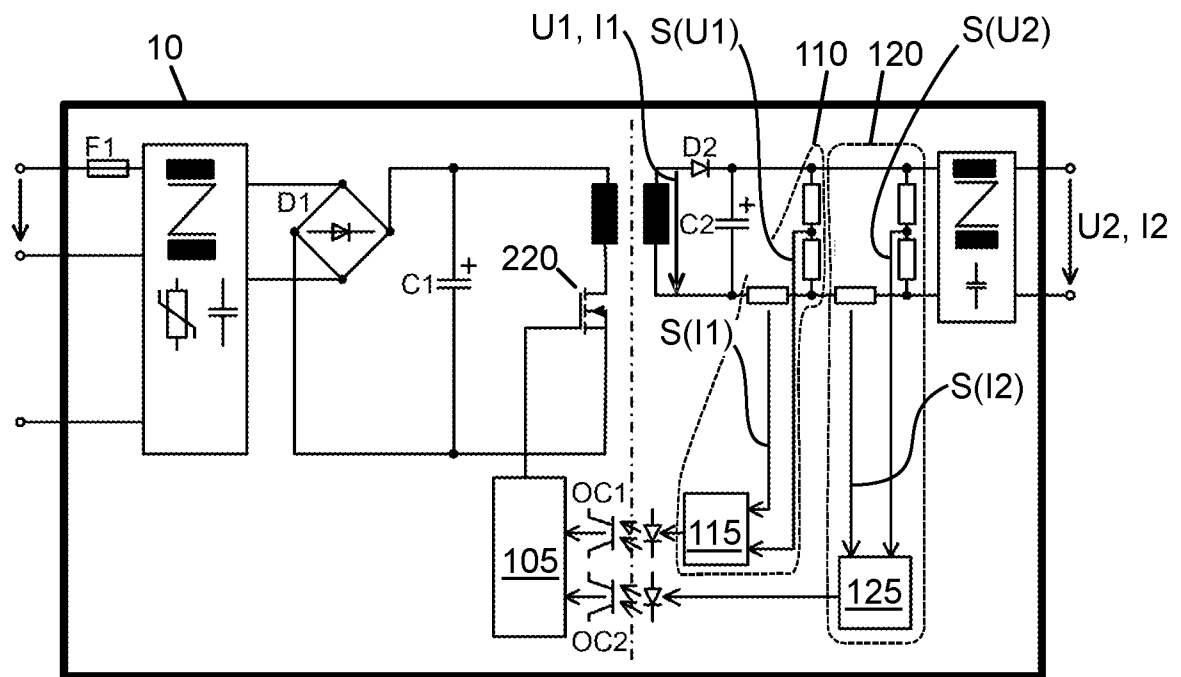


Fig. 2

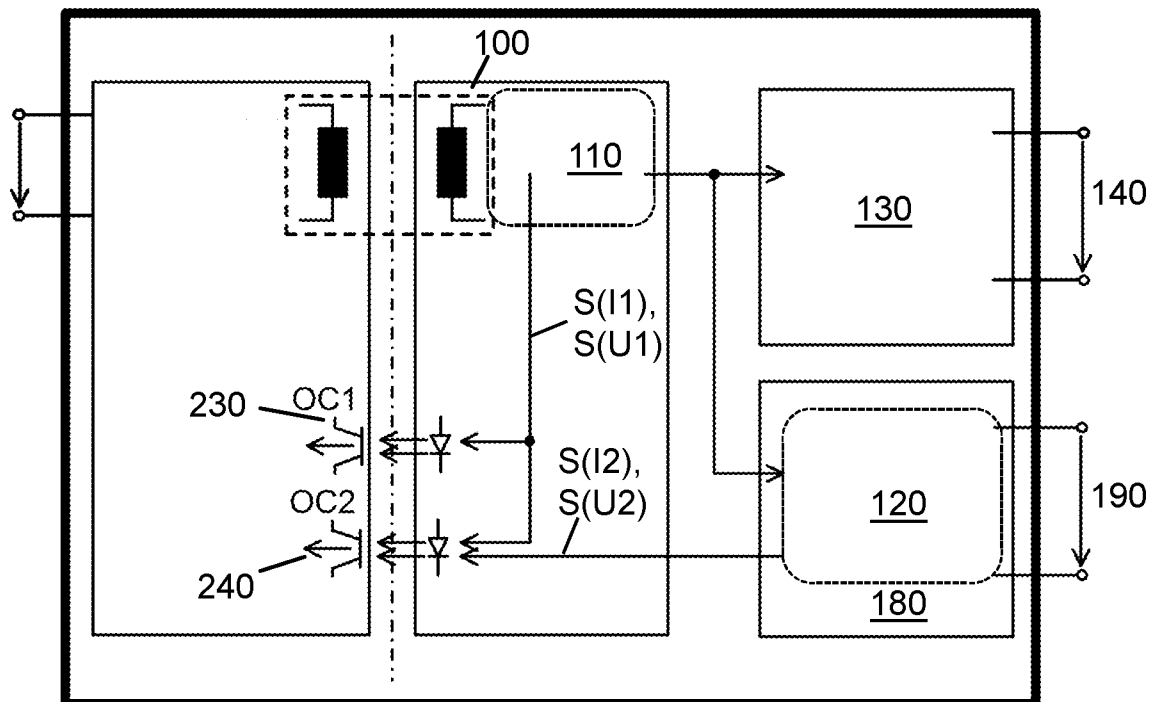


Fig. 3

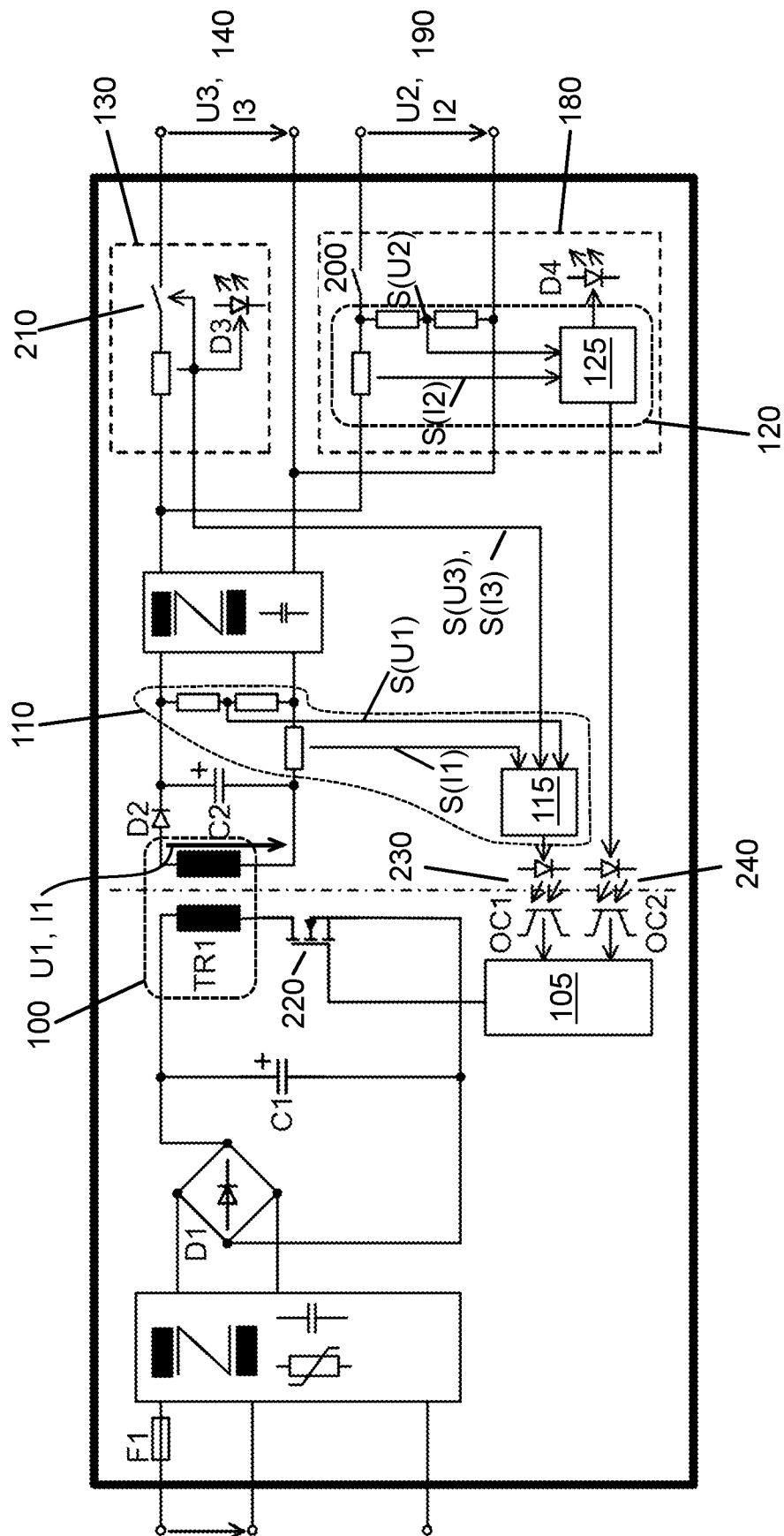


Fig. 4

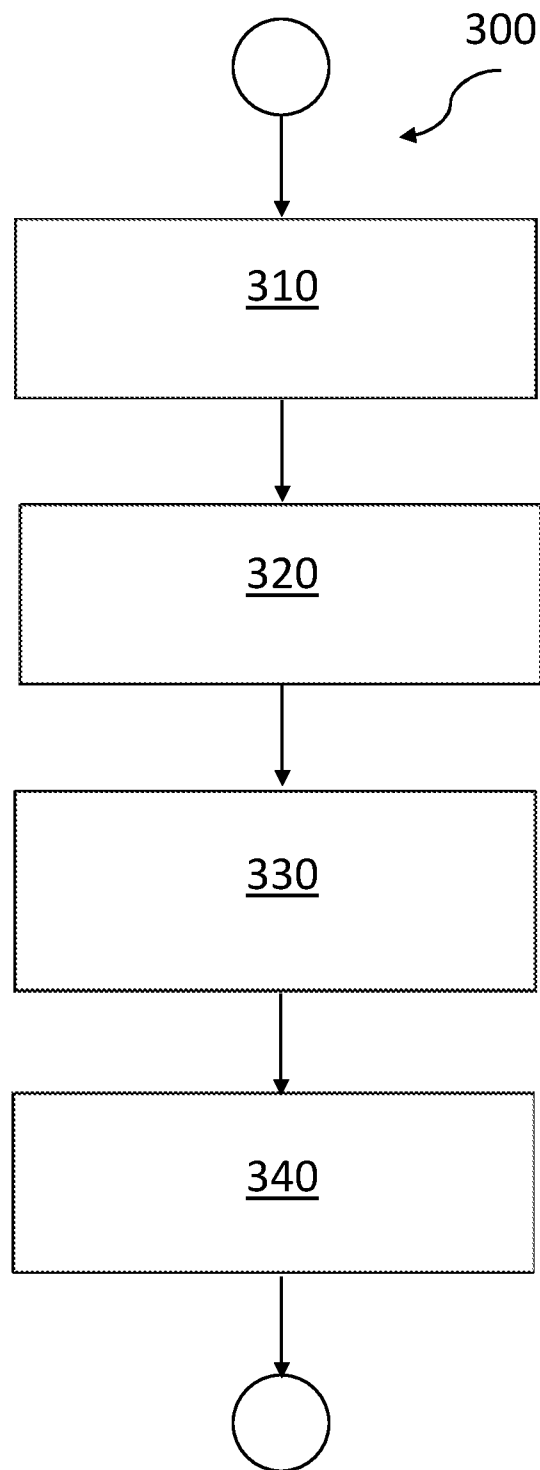


Fig. 5

RECHERCHENBERICHT
nach Artikel XI.23., §2 und §3
des belgischen Wirtschaftsgesetzbuches

BO 12534
BE 202205541

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2008/101096 A1 (TAKAYANAGI YOSHINOBU [JP] ET AL) 1. Mai 2008 (2008-05-01)	1-3, 5-9, 12-15	INV. H02H3/087
A	* Absätze [0033] - [0058]; Abbildungen 1, 2 *	4, 10, 11	H02H3/093 H02H3/20 H02H3/40

A	EP 3 451 476 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. März 2019 (2019-03-06)	1-14	H02H3/42 H02M1/00
	* das ganze Dokument *		

A	US 2013/015774 A1 (BRIGGS GERALD EDWARD [CA]) 17. Januar 2013 (2013-01-17)	1-14	ADD. H02H1/00 H02H3/00 H02H3/05
	* Zusammenfassung; Abbildungen 1, 2 *		

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H02H H02M
Abschlußdatum der Recherche		Prüfer	
8. Februar 2023		Trifonov, Antony	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

ANHANG ZUM RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE BELGISCHE PATENTANMELDUNG NR.

BO 12534
BE 202205541

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-02-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2008101096 A1		01-05-2008	EP	1919070 A2		07-05-2008
			JP	4263736 B2		13-05-2009
			JP	2008118727 A		22-05-2008
			US	2008101096 A1		01-05-2008

EP 3451476 A1		06-03-2019	CN	109428486 A		05-03-2019
			EP	3451476 A1		06-03-2019
			US	2019067935 A1		28-02-2019

US 2013015774 A1		17-01-2013	US	2013015774 A1		17-01-2013
			US	2015351179 A1		03-12-2015
			US	2017231037 A1		10-08-2017



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. BO12534	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 01.07.2022	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202205541
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. H02H3/087 H02H3/093 H02H3/20 H02H3/40 H02H3/42 H02M1/00 ADD. H02H1/00 H02H3/00 H02H3/05			
Anmelder PHOENIX CONTACT GmbH & Co. KG			

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- ☒ Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- ☐ Feld Nr. II Priorität
- ☐ Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- ☐ Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- ☒ Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- ☐ Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- ☒ Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- ☐ Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

	Prüfer Trifonov, Antony
--	----------------------------

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid auf der Grundlage eines Sequenzprotokolls erstellt worden, das
 - a. ☐ im Anmeldezeitpunkt Bestandteil der Anmeldung war.
 - b. ☐ nach dem Anmeldedatum für die Zwecke der Recherche eingereicht wurde
 - ☐ begleitet von einer Erklärung, wonach das Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht.
3. ☐ Hinsichtlich der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid insoweit erstellt worden, dass ein sinnvolles Gutachten ohne ein dem WIPO-Standard ST.26 entsprechendes Sequenzprotokoll erstellt werden konnte.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit	Ja: Ansprüche 4, 10-14 Nein: Ansprüche 1-3, 5-9, 15
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche 4, 10, 11 Nein: Ansprüche 1-3, 5-9, 12-15
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-15 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung

Es wurde festgestellt, dass die Anmeldung nach Form oder Inhalt folgende Mängel aufweist:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 US 2008/101096 A1 (TAKAYANAGI YOSHINOBU [JP] ET AL) 1. Mai 2008 (2008-05-01)

D2 EP 3 451 476 A1 (SIEMENS AG [DE]) 6. März 2019 (2019-03-06)

D3 US 2013/015774 A1 (BRIGGS GERALD EDWARD [CA]) 17. Januar 2013 (2013-01-17)

2 Neuheit

2.1 D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart (vgl. Fig. 1) eine Vorrichtung zur Überwachung einer Stromversorgung für Sicherheitskleinspannung, umfassend:

- ein erstes Überwachungselement (11), das dazu ausgebildet ist, einen ersten Strom und eine erste Spannung zu überwachen, die sekundärseitig von einem Spannungswandler (2, 13, 51) ausgegeben werden,
- ein primärseitiges Steuerungselement (6), das mit dem ersten Überwachungselement signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler basierend auf dem ersten Strom und der ersten Spannung primärseitig zu steuern, wenn ein erster Schwellwert überschritten wird (vgl. Schritt S111 im Verfahren aus Fig. 2), und
- ein zweites Überwachungselement (33), das dazu ausgebildet ist, einen zweiten Strom und eine zweite Spannung zu überwachen, wobei der zweite Strom und die zweite Spannung auf dem ersten Strom und der ersten Spannung basieren ("basieren" im Sinne einer Priorisierung der "main battery" im Schritt 112), wobei das zweite Überwachungselement (33) vom ersten Überwachungselement (11) mit dem ersten Strom und der ersten Spannung versorgt wird (d.h. einen Energie-Transfer zwischen Batterie 10 ("main battery") und Batterie 30 ("accessory battery"), vgl. Abs. 61, 62 und Fig. 4), wobei das primärseitige Steuerungselement (6) mit dem zweiten Überwachungselement (33) signalleitend verbunden und dazu ausgebildet ist, den Spannungswandler (2, 13, 51) basierend auf dem zweiten Strom und der

- zweiten Spannung primärseitig zu steuern, wenn ein zweiter Schwellwert überschritten wird (Abs. 67).
Daher ist der Gegenstand der Ansprüche 1 und 9 nicht neu.
- 2.2 Abhängige Ansprüche 2, 3 und 9 sind auch nicht neu (Anspruch 2: siehe Abs. 34 und 39; Anspruch 3: 31-33, Fig. 1; Anspruch 9: Q9 in Fig. 1).
- 2.3 Die erste Ausgabeeinheit aus D1 zeigt keinen Schalter. Daher ist Anspruch 4 neu.
- 2.4 D1 zeigt eine zweite Ausgabeeinheit (11, 13, C1, die einen Strom und eine Spannung an die Batterie 10 liefert. Mindestens ein der Schalter Q1-Q4 kann als einen zweiten Schalter gesehen werden.
Daher sind auch Ansprüche 5 und 6 nicht neu.
- 2.5 Bezüglich Anspruch 7, es sind vier fakultative Merkmale definiert. Ein von den Merkmalen ist: *"...der zweite Schalter (210) in Abhängigkeit eines Überschreitens eines dritten Schwellwertes geschaltet wird..."*, welches in D1, Fig. 5 (Schritte S303, S307 und S308) offenbart ist. Dazu basiert eine Trennung des zweiten Schalters auf internen Signalen der zweiten Ausgabeeinheit (d.h. auf den Signalen des ersten Überwachungselementes (11)).
Daher sind auch Ansprüche 7 und 8 nicht neu.
- 2.6 D1 zeigt kein induktives/kapazitives/optisches Kopplungselement nach Anspruch 10. Dazu wird keine Dauer der Schwellwertüberschreitung nach Anspruch 11 überwacht.
Daher sind Ansprüche 10 und 11 neu.
- 3 Erfinderische Tätigkeit
- 3.1 Die zusätzlichen Merkmale der abhängigen Ansprüche 12-14 stellen naheliegende Ausgestaltungen des Standes der Technik dar und fügen den unabhängigen Ansprüchen nichts von erfinderischer Bedeutung hinzu.
- 3.2 Eine Stromversorgung mit mehreren Zweigen und mit Schaltelementen in jedem Zweig ist aus D3 bekannt (vgl. die Schaltelemente 72, 76 in Fig. 2 and Abs. 43). Die Schaltelemente sind in der Schaltung angeschlossen, um die Lichtintensität durch PWM zu steuern. In der obengenannten Vorrichtung aus D1 sind die Ausgabeeinheiten jeweils mit einer Batterie gekoppelt, so dass es keinen Bedarf an einer PWM Steuerung besonders in der ersten

Ausgabeeinheit gibt.

Daher würde der Fachmann D1 und D3 nicht kombinieren. Aus diesem Grund scheint Anspruch 4 erfinderisch zu sein.

Zu Punkt VII

Bestimmte Mängel in der Anmeldung

- 4 Die unabhängigen Ansprüche sind nicht im zweiteiligen Form verfasst.
- 5 Weder wird der in D1-D3 offenbarte einschlägige Stand der Technik noch werden diese Dokumente in der Beschreibung angegeben.