

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. Februar 2025 (13.02.2025)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2025/032017 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F24H 1/00 (2022.01) *F24H 9/20* (2022.01)
F24H 1/20 (2022.01) *H05B 1/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2024/072078

(22) Internationales Anmeldedatum:
02. August 2024 (02.08.2024)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
23189830.5 04. August 2023 (04.08.2023) EP

(71) Anmelder: **FRONIUS INTERNATIONAL GMBH**
[AT/AT]; Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT).

(72) Erfinder: **MÜHLEGGGER, Johannes**; c/o Fronius International GmbH, Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT).
BRANDSTÖTTER, Markus; c/o Fronius International GmbH, Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT). **MOMIN,**

Shahil; c/o Fronius International GmbH, Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT). **WOLF, Martin**; c/o Fronius International GmbH, Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT).
BAUER-MARSCHALLINGER, Johannes; c/o Fronius International GmbH, Froniusstraße 1, 4643 Pettenbach (AT).

(74) Anwalt: **BRATOVIC, Nino Maria**; Lissi-Kaesser-Str. 20, 80797 München, 80797 München (DE).

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

(54) Title: SWITCHING DEVICE, HOUSEHOLD SYSTEM AND METHOD FOR OPERATING A HEATING APPARATUS

(54) **Bezeichnung:** SCHALTVORRICHTUNG, HAUSANLAGE, UND VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER HEIZEINRICHTUNG

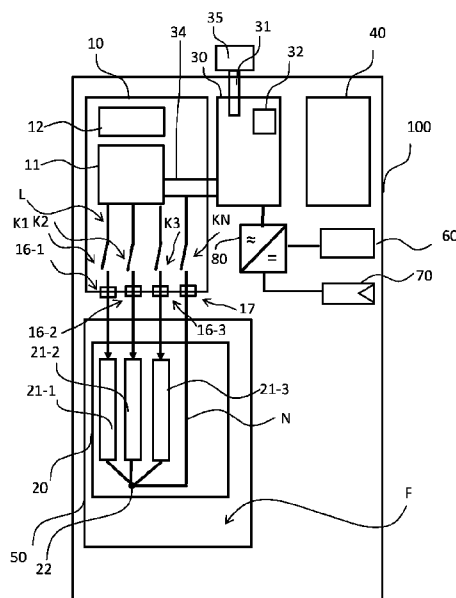


Fig. 1

(57) **Abstract:** The invention relates to a switching device (10) for operating an external heating apparatus (20) for heating a medium (F) by means of a plurality of heating elements (21-i) of the heating apparatus (20). The invention also relates to a household system (100), and various methods for heating a medium (F). The switching device (10) can, when heating elements (21-i) of the heating apparatus (20) are connected to one another at a common star point (22) and can be connected to the switching device (10) independently of one another, is designed to be supplied by at least one current phase (L) and can comprise a control apparatus (11) which is designed to switch the heating elements (21-i), independently of one another, in each case via at least one associated switch (Ki, Kia, KN) of the switching device (10) for the graduated setting of a heating power generated in total by the heating apparatus (20) according to a respective heating stage, wherein the control apparatus is implemented by a computing unit.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung schafft eine Schaltvorrichtung (10) zum Betreiben einer externen Heizeinrichtung (20) zum Erwärmen eines Mediums (F) mittels einer Mehrzahl von Heizelementen (21-i) der Heizeinrichtung (20), eine Hausanlage (100), sowie verschiedene Verfahren zum Erwärmen eines Mediums (F). Die Schaltvorrichtung (10) kann, wenn Heizelemente (21-i) der Heizeinrichtung (20) an einem gemeinsamen Sternpunkt (22) miteinander verschaltet und an der Schaltvorrichtung (10) unabhängig voneinander anschließbar sind, dazu eingerichtet ist, von zumindest einer Stromphase (L) versorgt zu werden und eine Steuereinrichtung (11) umfassen, welche dazu eingerichtet ist, die Heizelemente (21-i) unabhängig voneinander jeweils über zumindest einen zugehörigen Schalter (Ki, Kia, KN) der Schaltvorrichtung (10) zur stufenweisen Einstellung einer von der Heizeinrichtung (20) insgesamt erzeugten Heizleistung gemäß einer jeweiligen Heizstufe zu schalten, wobei die Steuereinrichtung durch eine Recheneinheit realisiert ist.

SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- in Schwarz-Weiss; die internationale Anmeldung enthielt in ihrer eingereichten Fassung Farbe oder Graustufen und kann von PATENTSCOPE heruntergeladen werden.

Titel

5 Schaltvorrichtung, Hausanlage, und Verfahren zum Betreiben einer Heizeinrichtung

Gebiet der Erfindung

10 Die Erfindung betrifft eine Schaltvorrichtung und ein Verfahren zum Betreiben, oder Steuern, einer Heizeinrichtung zum Erwärmen eines Mediums, sowie eine Hausanlage mit einer solchen Schaltvorrichtung und einer solchen Heizeinrichtung. Bei dem Medium kann es sich insbesondere um ein Fluid, also ein Gas oder eine Flüssigkeit, z.B. Wasser, handeln. Die
15 Heizeinrichtung kann somit insbesondere eine Mehrzahl von Heizelementen aufweisen, um Wasser in einem Wassertank zu erwärmen. Beispielsweise kann die Schaltvorrichtung einen 3-phasigen Heizstab für einen Wassertank einer Hausanlage betreiben.

20

Technischer Hintergrund

Die bestmögliche Ausnutzung von verfügbarer elektrischer Leistung nimmt mit zunehmender Verbreitung von erneuerbaren
25 Energiequellen ebenfalls stetig an Bedeutung zu. Insbesondere die Speicherung von Energie ist dabei ein wichtiger Baustein.

Es ist bekannt, dass viele Medien, insbesondere Fluide wie z.B. Wasser oder eine Salzschnmelze, dazu verwendet werden
30 können, um Energie in Form von Wärme zu speichern. Insbesondere in Haushalten, wo ja immer wieder Warmwasser benötigt wird, kann Wasser in einem Wassertank bereits im Vorfeld erwärmt werden, wenn gerade ein elektrischer Leistungsüberschuss besteht. Hierfür ist es vorteilhaft, wenn
35 eine Heizleistung, mit welchem das Medium erwärmt wird, auf kostengünstige Weise möglichst präzise einstellbar ist, damit der zur Verfügung stehende Leistungsüberschuss optimal verwendet werden kann.

Bestehende Hausanlagen sind üblicher Weise bereits mit einem Wassertank mit Heizeinrichtung, häufig einem 1-phasigen oder 3-phasigen Heizstab, ausgestattet. Leistungselektronik, um
5 solche Heizeinrichtungen jedoch mit präzise einstellbarer elektrischer Leistung zu betreiben, ist bisher für gewöhnlich nicht vorhanden, und wäre in der Nachrüstung verhältnismäßig teuer.

10 Zusammenfassung der Erfindung

Nach all dem Vorangehenden ist es daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Schaltvorrichtung bereitzustellen, mit welcher selbst eine bestehende
15 Heizeinrichtung auf kostengünstige Weise schaltbar ist, um verschiedene Heizstufen und damit gewünschte Heizleistungen bereitzustellen. Eine weitere Aufgabe besteht in der Bereitstellung eines Verfahrens zum Betreiben einer bereits bestehenden Heizeinrichtung in der genannten Weise, sowie
20 einer verbesserten Hausanlage zur besseren Ausnutzung zur Verfügung stehender elektrischer Leistung, insbesondere aus erneuerbaren Energiequellen.

Diese Aufgaben werden durch die Gegenstände der unabhängigen
25 Patentansprüche gelöst.

Dementsprechend wird gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung eine Schaltvorrichtung zum Betreiben einer externen Heizeinrichtung zum Erwärmen eines Mediums mittels einer
30 Mehrzahl von Heizelementen der Heizeinrichtung bereitgestellt, welche an einem gemeinsamen Sternpunkt miteinander (sternförmig) verschaltet und an der Schaltvorrichtung unabhängig voneinander anschließbar (oder angeschlossen) sind, wobei die Schaltvorrichtung dazu eingerichtet ist, von
35 zumindest einer Stromphase versorgt zu werden und eine Steuereinrichtung umfasst, welche dazu eingerichtet ist, die Heizelemente unabhängig voneinander jeweils über zumindest einen zugehörigen Schalter der Schaltvorrichtung zur stufigen

Einstellung einer von der Heizeinrichtung insgesamt erzeugten Heizleistung gemäß einer jeweiligen Heizstufe zu schalten, wobei die Steuereinrichtung durch eine Recheneinheit realisiert ist.

5

Dabei kann es vorgesehen sein, dass der Steuereinrichtung ein gewünschter Heizleistungswert (d. h. ein Gesamt-Heizleistungs-Sollwert) mitgeteilt wird, und die Steuereinrichtung daraufhin eine Heizstufe auswählt, welche den mitgeteilten Gesamt-

10

Heizleistungs-Sollwert optimal realisiert. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass der Steuereinrichtung lediglich (zum Beispiel durch ein übergeordnetes Energie-

15

Managementsystem) eine Heizstufe mitgeteilt wird. Die Information, welche Heizstufe welcher Gesamt-Heizleistung

20

entspricht, kann dementsprechend an dem Energie-Managementsystem und/oder an der Schaltvorrichtung, insbesondere der Steuereinrichtung, vorliegen. Die Grenzen können auch fließend sein, da das Energie-Managementsystem in die Schaltvorrichtung integriert sein kann oder umgekehrt.

25

Analoges kann für die Auswahl einer spezifischen Schaltkombination zur Realisierung einer gewünschten Heizstufe gelten, d. h., sie kann durch eine übergeordnete Instanz (z.B. das Energie-Managementsystem) vorgegeben werden, oder durch

30

die Steuereinrichtung selbst ausgewählt werden. Für eine verbesserte Kompatibilität der Schaltvorrichtung mit bestehenden Energie-Managementsystemen kann es vorteilhaft sein, wenn das Energie-Managementsystem der Schaltvorrichtung lediglich die gewünschte Gesamt-Heizleistung (d. h. Gesamt-Heizleistungs-Sollwert) mitteilt, und die Schaltvorrichtung daraufhin die Heizstufe sowie eine passende Schaltkombination zu deren Realisierung auswählt und einstellt.

35

Auf diese Weise wird eine ideale Ausnutzung der zur Verfügung stehenden elektrischen Energie ermöglicht, insbesondere der zur Verfügung stehenden Energie aus erneuerbaren Energiequellen. Dies bedeutet dabei nicht zwangsläufig eine vollständige Ausnutzung bzw. Verwendung, da andere Parameter

- und Randbedingungen eine Rolle spielen können, beispielsweise ein gewünschter oberer Schwellwert für eine Temperatur des Wassers, der vorrangige Wunsch, eine an die Hausanlage angeschlossene Batterie zu laden (etwa eine Fahrzeugbatterie eines Elektroautos aufgrund einer bevorstehenden Reise), und
- 5 dergleichen mehr. Gemäß manchen Varianten kann die Batterie als eine erneuerbare Energiequelle betrachtet werden, gemäß anderen Varianten kann sie separat davon betrachtet werden.
- 10 Die vorliegende Lösung ist außerdem kostengünstig realisierbar, da sie mit geringen Hardware-Anforderungen auskommt und außerdem vorteilhaft mit bestehenden Heizeinrichtungen kombinierbar ist.
- 15 Vorteilhaft weisen die steuerbaren Schalter der Schaltvorrichtung Relais oder (bevorzugt) Halbleiterschalter auf, oder bestehen jeweils aus einem Relais oder (bevorzugt) einem Halbleiterschalter.
- 20 Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Schaltvorrichtung dazu eingerichtet, zwischen mindestens fünf Heizstufen, besonders bevorzugt mindestens sieben Heizstufen, verschiedener Heizleistung zu schalten. Auf diese Weise lassen
- 25 sich bereits viele Steuer- und Regelprogramme mit vergleichsweise hoher Präzision realisieren. Vorteilhaft sind auch Schaltvorrichtungen mit neun, elf, zwölf, dreizehn oder noch mehr realisierbaren Heizstufen vorgesehen.
- 30 Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen ist zu mindestens einem Schalter eine Diode parallelgeschaltet, optional ausschließlich diese Diode, oder bevorzugt eine Reihenschaltung aus der Diode und einem weiteren Schalter.
- 35 Über die parallelgeschaltete Diode kann eine Halbwelle elektrischer Wechselspannung ausgefiltert werden, um zusätzliche Heizstufen realisieren zu können. Durch den weiteren Schalter kann auch diese Diode wiederum selektiv zu-

oder weggeschaltet werden, um zusätzliche Heizstufen zu realisieren.

- Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen weist die Schaltvorrichtung jeweils einen Ausgang für jedes anzuschließende Heizelement auf, wobei jeweils der dem entsprechenden Heizelement zugehörige Schalter seriell mit dem Ausgang verschaltet ist. Jeder Schalter ist vorteilhaft einzeln durch die Steuereinrichtung steuerbar. Es sind aber auch andere Varianten denkbar, gemäß welchen manche Ausgänge anders verschaltet sind, etwa mittels eines Kippschalters, der zwischen einer Stromphase und dem Neutralleiter hin- und herschalten kann. Auf diese Weise können auch bei bestehender Hardware der Heizeinrichtung zusätzliche Heizstufen realisiert werden. Die Ausgänge der Schaltvorrichtung können mechanisch in einer gemeinsamen Buchse realisiert sein, oder in jeweils separaten Buchsen.
- Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Steuereinrichtung außerdem dazu eingerichtet, zwischen Realisierungen derselben Heizleistung mittels unterschiedlicher Schaltkombinationen (d.h. Kombinationen von Schalterstellungen der Schalter) periodisch oder nacheinander zyklisch umzuschalten. Wie im Folgenden erläutert werden wird, gibt es häufig Heizstufen, welche über mehrere Schaltkombinationen implementiert werden können. Durch das periodische Umschalten kann sichergestellt werden, dass die einzelnen Heizelemente der Heizeinrichtung sowie Schalter der Schalteinrichtung gleichmäßig abgenutzt werden, um die Lebensdauer der Heizeinrichtung zu maximieren. Zusätzlich oder alternativ kann auch vorgesehen sein, dass bei jeder neuen Einstellung einer Heizstufe mit mehreren Realisierungsmöglichkeiten durch verschiedene Schaltkombinationen zyklisch nacheinander durch die verschiedenen Schaltkombinationen durchgewechselt wird. Auch auf diese Weise kann eine besonders gleichmäßige Abnutzung der Heizelemente, der Schalter usw. erzielt werden.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Schaltvorrichtung, insbesondere die Steuereinrichtung, dazu
5 eingerichtet, einen aktuellen Leistungswert einer erneuerbaren Energiequelle (insbesondere einer PV-Anlage) zu erhalten und eine aktuelle Heizstufe zumindest basierend auf dem empfangenen aktuellen Leistungswert anzupassen. Hierdurch kann eine optimale Ausnutzung der von der erneuerbaren
10 Energiequelle aktuell bereitgestellten Leistung erzielt werden. Dies kann das Anpassen eines Gesamt-Heizungsleistungs-Sollwerts durch die Schaltvorrichtung umfassen.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder
15 Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, die aktuelle Heizstufe außerdem basierend auf einem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert anzupassen. Auf diese Weise kann die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung vorteilhaft im Rahmen eines Energie-Managementsystem bzw. einer gemanagten
20 Hausanlage gemäß einem Steuer- oder Regelungsverfahren eingesetzt werden. Die Anweisungen (oder: Steuerbefehle) zum Anpassen der aktuellen Heizstufe können demnach beispielsweise von dem Energie-Managementsystem erzeugt werden.

25 Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, die aktuelle Heizstufe derart einzustellen, dass eine Differenz zwischen der von der Heizeinrichtung insgesamt erzeugten Heizleistung und dem Gesamt-Heizleistungs-
30 Sollwert minimal wird. Auch in dieser Weise kann die Schaltvorrichtung in einem Steuer- oder Regelungssystem eingesetzt werden.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder
35 Verfeinerungen von Ausführungsformen ist die Steuereinrichtung dazu ausgelegt, ein Messverfahren durchzuführen, um zu ermitteln, welche Heizstufen verfügbar sind und/oder welche Gesamt-Heizleistung jeweils mit jeder der verfügbaren

Heizstufen realisiert wird. Hierzu kann eine Testspannung an jeden Schalter der Schaltvorrichtung angelegt werden, jede mögliche Schaltkombination durchgeschaltet werden, und eine durch die Heizeinrichtung verbrauchte Leistung bei jeder

5 Schaltkombination ermittelt werden.

Auf diese Weise ist ermittelbar, welche Schaltkombinationen zur selben Heizstufe gehören, d. h., dieselbe Gesamt-Heizleistung realisieren, und welche Gesamt-Heizleistung dies

10 numerisch jeweils ist. Das Messverfahren kann automatisch, z.B. bei jeder Initialisierung der Schaltvorrichtung, oder auf Anfrage eines Benutzers durchgeführt werden. Im Rahmen des Messverfahrens kann entsprechend auch festgestellt werden, ob ein 1-phasiger oder ein 3-phasiger Anschluss der

15 Heizeinrichtung an die Schaltvorrichtung vorliegt. Somit ist die Schaltvorrichtung besonders vielseitig einsetzbar und leicht installierbar, da sie sich die nötigen Informationen selbst beschaffen kann.

Gemäß einem zweiten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Hausanlage bereit, welche eine Schaltvorrichtung gemäß einer Ausführungsform des ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung sowie eine Heizeinrichtung, welche mit der

20 Schaltvorrichtung verbunden (oder: verschaltet) ist und zu deren Betreiben die Schaltvorrichtung eingerichtet ist, aufweist. Die Hausanlage kann außerdem ein zu erwärmendes Medium umfassen, z.B. ein wärmestrahrendes Material eines Infrarotheizpanels, und/oder einen Fluidtank zum Aufbewahren eines Fluids, wobei das Fluid in dem Fluidtank mittels der

25 Heizeinrichtung erwärmbar ist. Insbesondere kann es sich bei dem Fluid um Wasser handeln.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen sind die Heizelemente in

35 einem Infrarotheizpanel oder einem Durchlauferhitzer oder in einem Fluidtank angeordnet. Im Falle des Fluidtanks können die Heizelemente beispielsweise in einer Wandöffnung des

Fluidtanks angeordnet sein, insbesondere dort eingeschraubt sein.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen umfasst die Hausanlage außerdem eine Benutzerschnittstelle, mittels welcher ein oder mehrere Soll-Parameter der Heizeinrichtung, des Mediums, und/oder eines Fluidtanks für das Medium einstellbar ist bzw. sind. Bei dem Parameter kann es sich beispielsweise um eine Soll-Temperatur des Mediums, einen oberen Schwellwert für die Temperatur des Mediums, einen Gesamt-Heizleistungs-Sollwert, einen Heizenergie-Sollwert und/oder dergleichen handeln.

Mittels der Benutzerschnittstelle können auch weitere Parameter der Hausanlage einstellbar sein, beispielsweise ein Ladezustand-Schwellwert für den Ladezustand einer Batterie der Hausanlage oder dergleichen. Die Benutzerschnittstelle kann integriert in die Schaltvorrichtung oder in ein Energie-Managementssystem der Hausanlage, oder separat ausgebildet sein. Die Benutzerschnittstelle kann eine graphische Benutzeroberfläche umfassen, welche – z.B. im Rahmen einer Applikation – durch ein Smartphone, ein Tablet, einen Desktop-PC oder dergleichen implementiert wird.

Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen weisen mehrere Heizelemente, z.B. mindestens zwei, mehr als 50% der Heizelemente oder alle Heizelemente der Heizeinrichtung denselben elektrischen Heizwiderstandswert auf. Haben alle Heizelemente denselben Heizwiderstandswert, ist dies auch als symmetrische Variante S bezeichnbar. Dies ist häufig der Fall bei bestehenden Heizeinrichtungen, z.B. 3-phasigen Heizstäben, sodass sich hier hohe Synergieeffekte mit den vielzähligen Schaltkombinationen und dementsprechend realisierbaren Heizstufen der erfindungsgemäßen Schaltvorrichtung ergeben. Alternativ können aber auch einige, oder alle, Heizelemente unterschiedliche elektrische Heizwiderstände aufweisen. Hierdurch sind zusätzliche Heizstufen realisierbar. Haben alle

Heizelemente einen unterschiedlichen Heizwiderstandswert, ist dies auch als asymmetrische Variante A bezeichnenbar.

- Gemäß einigen bevorzugten Ausführungsformen, Varianten oder Verfeinerungen von Ausführungsformen umfasst die Hausanlage außerdem eine Batterie sowie ein Energiemanagementsystem, welches dazu eingerichtet ist, einen Ladezustand der Batterie zu überwachen, und Energieentnahme aus der Batterie zum Betreiben der Heizeinrichtung basierend auf dem Ladezustand zu gewähren oder zu verhindern. Hierdurch kann ein optimales Zusammenspiel der beiden Energiesenken oder Energiespeicher, nämlich des Mediums einerseits und der Batterie andererseits, erzielt werden.
- Das Energie-Managementsystem kann dazu eingerichtet sein, die Schaltvorrichtung zu steuern, eine höhere als die aktuelle Heizstufe einzustellen. Hierzu, oder auch unabhängig davon, kann das Energie-Managementsystem beispielsweise entsprechend einer benutzereinstellbaren oder voreingestellten Priorisierung vorsehen, dass zusätzliche Leistung aus einer erneuerbaren Energiequelle der Hausanlage und/oder aus einer Batterie der Hausanlage bereitgestellt wird und/oder zusätzliche Leistung aus dem öffentlichen Stromversorgungsnetz bezogen wird und/oder der Leistungsverbrauch mindestens eines lokalen Verbrauchers der Hausanlage vermindert wird. Insbesondere kann ein Leistungsverbrauch lokaler Verbraucher, die an dem (mehrpoleigen) Stromnetz der Hausanlage („Haus-Stromnetz“) angeschlossen sind, vermindert werden. Bei einem solchen lokalen Verbraucher kann es sich beispielsweise um eine Wärmepumpe oder eine Brunnen- oder Poolpumpe handeln.

- Das Energie-Managementsystem kann auch dazu eingerichtet sein, die Schaltvorrichtung zu steuern, eine niedrigere als die aktuelle Heizstufe einzustellen. Hierzu können die o.g. Maßnahmen entsprechend umgekehrt durchgeführt werden bzw. beendet werden.

Das Energie-Managementsystem kann auch dazu eingerichtet sein, einen Ladezustand einer Batterie der Hausanlage zu überwachen und einen Bezug von zusätzlicher Leistung aus der Batterie nur dann zuzulassen, falls der Ladezustand der Batterie oberhalb
5 eines benutzereinstellbaren oder voreingestellten Ladezustand-Schwellwerts liegt.

Die Hausanlage kann so eingerichtet sein, dass die Schaltvorrichtung auf eine niedrigere Heizstufe als die
10 aktuelle umschaltet, falls keine ausreichende Leistung (aus erneuerbaren Energiequellen der Hausanlage) vorhanden ist. Hierzu kann das Energie-Managementsystem entweder die Steuereinrichtung der Schaltvorrichtung anweisen, die Heizstufe zu verringern, falls keine ausreichende Leistung
15 vorhanden ist. Alternativ kann das Energie-Managementsystem eine Information über die vorhandene Leistung der Steuereinrichtung mitteilen, welche wiederum dazu eingerichtet sein kann, dementsprechend die Heizstufe zu verändern, d.h. zu erhöhen oder zu verringern.

20 Gemäß einem dritten Aspekt stellt die vorliegende Erfindung eine Schaltvorrichtung zum Betreiben einer externen Heizeinrichtung zum Erwärmen eines Mediums mittels mindestens eines Heizelements der Heizeinrichtung bereit,
25 wobei die Schaltvorrichtung dazu eingerichtet ist, von zumindest einer Stromphase versorgt zu werden und eine Steuereinrichtung umfasst, welche dazu eingerichtet ist, das Heizelement über zumindest einen zugehörigen Schalter der Schaltvorrichtung zur (stufigen) Einstellung einer von der
30 Heizeinrichtung insgesamt erzeugten Gesamt-Heizleistung gemäß einer jeweiligen Heizstufe zu schalten, wobei zu dem Schalter eine Diode parallelgeschaltet ist.

Auf diese Weise kann, durch selektives Überbrücken oder Nicht-
35 Überbrücken der Diode mittels des Schalters, mindestens eine zusätzliche Heizstufe realisiert werden, da die Diode eine der Halbwellen elektrischer Wechselspannung ausfiltert.

Gemäß einem vierten Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Heizeinrichtung (oder: zum Erwärmen eines Mediums mittels einer Heizeinrichtung) mit einer Mehrzahl von Heizelementen, welche an einem gemeinsamen Sternpunkt

- 5 miteinander (sternförmig) verschaltet unabhängig voneinander an eine Energiequelle anschließbar (oder angeschlossen) sind, bereit. Das Verfahren umfasst zumindest die Schritte:
Erfassen einer gewünschten Gesamt-Heizleistung, d. h. eines Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts;
10 Bestimmen einer Heizstufe, welche der gewünschten Heizleistung (d. h., dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert) bestmöglich (oder genau) entspricht, d. h. insbesondere, diesem möglichst nahe kommt; und
Schalten der Heizelemente unabhängig voneinander jeweils über
15 zumindest einen zugehörigen Schalter zur (stufigen) Einstellung der bestimmten Heizstufe.

Gemäß einem fünften Aspekt stellt die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben einer Heizeinrichtung mit mindestens einem

- 20 Heizelement (oder: zum Erwärmen eines Mediums mittels mindestens eines Heizelements einer Heizeinrichtung) bereit. Das Verfahren umfasst mindestens die Schritte:
Erfassen einer gewünschten Gesamt-Heizleistung, d. h. eines Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts;
25 Bestimmen einer Heizstufe, welche der gewünschten Gesamt-Heizleistung (d. h. dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert) bestmöglich entspricht; und
Schalten zumindest eines Schalters, welcher zwischen einer Stromphase und dem mindestens einen Heizelement der
30 Heizeinrichtung angeordnet ist, und welcher mit einer Diode (optional mit einer Reihenschaltung aus der Diode und einem weiteren Schalter) parallelgeschaltet ist, zur (stufigen) Einstellung der bestimmten Heizstufe.

- 35 Gemäß einem sechsten Aspekt stellt die Erfindung ein Computerprogrammprodukt bereit, welches ausführbaren Programmcode aufweist, welcher dazu eingerichtet ist, wenn er ausgeführt wird (z. B. mittels einer Recheneinrichtung), das

Verfahren gemäß einer Ausführungsform des vierten oder fünften Aspekts der vorliegenden Erfindung auszuführen.

5 Gemäß einem siebten Aspekt stellt die Erfindung ein nicht-flüchtige computerlesbares Datenspeichermediums bereit, welches ausführbaren Programmcode umfasst, welcher dazu eingerichtet ist, wenn er ausgeführt wird (z. B. mittels einer Recheneinrichtung), das Verfahren gemäß einer Ausführungsform des vierten oder fünften Aspekts der vorliegenden Erfindung
10 auszuführen.

Das nicht-flüchtige computerlesbare Datenspeichermedium kann beispielsweise als ein Halbleiterspeicher, z. B. ein SSD-Speicherstein ausgebildet sein oder einen solchen aufweisen.
15 Das Datenspeichermedium kann auch eine CD, DVD, Blu-Ray oder eine magnetische Speichervorrichtung aufweisen oder umfassen.

Gemäß einem achten Aspekt stellt die Erfindung einen Datenstrom bereit, welches ausführbaren Programmcode umfasst
20 oder dazu ausgebildet ist, Programmcode zu erzeugen, welcher dazu eingerichtet ist, wenn er ausgeführt wird (z. B. mittels einer Recheneinrichtung), das Verfahren gemäß einer Ausführungsform des vierten oder fünften Aspekts der vorliegenden Erfindung auszuführen.

25 Bei der Recheneinrichtung kann es sich um jedwede Einrichtung handeln, die zum digitalen Rechnen, insbesondere zum Ausführen einer Software, einer Applikation, oder eines Algorithmus ausgebildet und eingerichtet ist. Die Recheneinrichtung kann
30 beispielsweise mindestens eine Prozessoreinheit (z.B. mindestens eine CPU), mindestens eine Graphikprozessoreinheit (z. B.: mindestens eine GPU), mindestens ein field-programmable gate array, FPGA und/oder mindestens eine applikationsspezifische integrierte Schaltung, ASIC, und/oder
35 eine beliebige Kombination der vorgenannten Elemente umfassen. Die Recheneinrichtung kann außerdem einen Arbeitsspeicher und/oder einen nichtflüchtigen Datenspeicher aufweisen, welche operativ miteinander und/oder mit einigen oder allen der zuvor

genannten Elemente verknüpft sind. Die Recheneinrichtung kann teilweise oder vollständig in einer lokalen Einheit (beispielsweise einem personal computer, PC, einem Laptop, einem Notebook oder dergleichen) und/oder teilweise oder
5 vollständig in einem verteilten System, z.B. einer Cloud-Rechenplattform oder einem räumlich getrennt angeordneten Server, implementiert sein.

Kurze Beschreibung der Figuren

10

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen in den Figuren der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen hierbei:

15 Fig. 1 ein schematisches Blockdiagramm einer Schaltvorrichtung sowie einer Hausanlage gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 bis Fig. 15

20 verschiedene mögliche Verschaltungen, welche durch erfindungsgemäße Schaltvorrichtungen realisierbar sind;

Fig. 16 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden
25 Erfindung;

Fig. 17 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

30

Fig. 18 ein schematisches Blockdiagramm eines Computerprogrammprodukts gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

35 Fig. 19 ein schematisches Blockdiagramm eines Datenspeichermediums gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

Fig. 20 ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß noch einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

- 5 In sämtlichen Figuren sind gleiche bzw. funktionsgleiche Elemente und Vorrichtungen - sofern nicht anders angegeben ist - mit denselben Bezugszeichen versehen worden. Die Bezeichnung und Nummerierung der Verfahrensschritte impliziert nicht zwangsläufig eine Reihenfolge, sondern dient der besseren
- 10 Unterscheidung, obwohl in einigen Varianten die Reihenfolge auch der Reihenfolge der Nummerierung entsprechen kann.

Detaillierte Beschreibung der Figuren

- 15 Fig. 1 zeigt ein schematisches Blockdiagramm einer Schaltvorrichtung 10 sowie einer Hausanlage 100 gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung. Die Schaltvorrichtung 10 kann dabei auch unabhängig von der Hausanlage 100 verwendet werden bzw. vorgesehen sein. Die
- 20 verschiedenen Bestandteile der Hausanlage 100 sind optional und können jeweils gemäß geplantem Einsatz oder bereits bestehender Infrastruktur vorgesehen werden oder nicht. Zudem sind selbstverständlich zusätzliche, nicht gezeigte Bestandteile ergänzbar.
- 25 Die Schaltvorrichtung 10 ist dazu ausgelegt, eine (bezüglich der Schaltvorrichtung 10) externe Heizeinrichtung 20 zu betreiben, welche zum Erwärmen eines Mediums ausgelegt ist. Vorliegend wird als Beispiel für ein solches Medium speziell
- 30 ein Fluid F in einem Fluidtank 50 (hier insbesondere Wasser in einem Wassertank) verwendet. Die Heizeinrichtung 20 kann beispielsweise in einer Wandöffnung des Fluidtanks 50 angeordnet, insbesondere eingeschraubt, sein. Es versteht sich jedoch, dass auch vielfältige andere Medien erwärmt werden
- 35 können, beispielsweise auch Wärmestrahler eines Infrarotpanels oder dergleichen.

Wie im Folgenden näher erläutert werden wird, ist die Schaltvorrichtung 10 derart ausgebildet, dass sie die Heizeinrichtung 20 in eine Heizstufe einer Vielzahl von möglichen Heizstufen versetzen kann, wobei vorteilhaft jede

5 Heizstufe mit einer unterschiedlichen Heizleistung der Heizeinrichtung 20 einhergeht. Besonders vorteilhaft ist es, dass die Schaltvorrichtung 10 auch mit bestehenden, verhältnismäßig einfach ausgebildeten Heizeinrichtungen 20 kompatibel ist.

10

Die Schaltvorrichtung 10 umfasst dazu eine Steuereinrichtung 11, welche durch eine beliebige Recheneinheit, beispielsweise durch einen Mikrokontroller, eine anwendungsspezifische integrierte Schaltung (ASIC), eine speicherprogrammierbare

15 Steuerung (SPS) und/oder dergleichen realisiert sein kann. Die Steuereinrichtung 11 kann insbesondere teilweise in Hardware und teilweise in Software realisiert sein.

20

Die Schaltvorrichtung 10 ist außerdem dazu eingerichtet, über mindestens eine elektrische Leitung 34 von zumindest einer Stromphase L versorgt zu werden, bei der es sich um eine einzelne Stromphase (L1, L2, L3) eines 3-Phasen-Wechselstroms, oder um zwei, oder um alle dieser Stromphasen handeln kann. Die Schaltvorrichtung 10 kann über die mindestens eine

25 elektrische Leitung auch mit einem Neutralleiter N und/oder einem Schutzleiter PE gekoppelt sein.

30

Die Schaltvorrichtung 10 weist außerdem eine Mehrzahl von Schaltern K1, K2, K3 auf, welche im Folgenden teilweise gemeinsam (oder wenn es keine Rolle spielt, welcher der Schalter genau gemeint ist) auch mit Ki bezeichnet werden. Die Steuereinrichtung 11 ist dazu eingerichtet, die Schalter Ki zu schalten, d.h. insbesondere jeden Schalter Ki unabhängig von den anderen entweder zu öffnen oder zu schließen (oder: ein-

35 bzw. auszuschalten).

Jeder der Schalter Ki ist dazu ausgelegt, mit einem einzelnen Heizelement 21-1, 21-2, 21-3 eine Heizeinrichtung 20 verbunden

zu werden, insbesondere derart, dass das entsprechende Heizelement 21-i heizt, wenn der entsprechende Schalter K_i geschlossen ist, und nicht heizt, wenn der entsprechende Schalter K_i geöffnet ist. Hierzu kann jeder Schalter K_i mit
5 einem (insbesondere: genau einem) entsprechenden Anschluss 16-i an einem Gehäuse der Schaltvorrichtung 10 elektrisch verbunden sein, sodass jedes Heizelement 21-i nur elektrisch mit einem der entsprechenden Anschlüsse 16-i verbunden zu werden braucht.

10

An einem jeweils von den Schaltern K_1 , K_2 , K_3 abgewandten Ausgang der Heizelemente 21-1, 21-2, 21-2 sind die Heizelemente 21-i an einen gemeinsamen Sternpunkt 22 angeschlossen, d.h., sie sind sternförmig gekoppelt.

15

Über einen Anschluss 17 der Schaltvorrichtung 10 kann ein Neutraleiter N angeschlossen werden, welcher optional über einen Schalter K_N der Schaltvorrichtung 10 durch die Steuereinrichtung 11 schaltbar sein kann. Welche Schalter K_i ,
20 K_N jeweils geschaltet werden können, kann sich von Installationsort zu Installationsort je nach den vorliegenden Regeln, Normen oder Gesetzen unterscheiden und kann in der Steuereinrichtung 11 jeweils einstellbar sein. Die Schalter K_1 , K_2 , K_3 können als Relais oder Halbleiterschalter
25 ausgebildet sein oder ein Relais oder einen Halbleiterschalter umfassen.

Vorliegend wird die Erfindung beispielhaft mit drei (bevorzugt Halbleiter-)Schaltern K_1 , K_2 , K_3 zum Betreiben von genau drei
30 Heizelementen 21-i beschrieben. Es versteht sich jedoch, dass auch weniger (zum Beispiel zwei Schalter K_i) oder mehr Schalter K_i vorliegen können. Dies gilt für jede der hierin beschriebenen Ausführungsformen. Vorteilhaft ist es, wenn die Anzahl der Schalter K_i der Anzahl der Heizelemente 21-i gleich
35 ist, oder zumindest größer ist als diese.

Jedes Heizelement 21-i steuert eine eigene Heizleistung P_i zum Erwärmen des Fluids F bei, wobei eine maximale Gesamt-

Heizleistung $P_{\max} = P_1 + P_2 + P_3$ dann geleistet wird, wenn sämtliche Schalter K_i geschlossen sind. Vorteilhaft liegt der Steuereinrichtung 11 eine Information darüber vor, an welchem der Schalter K_i bzw. an welchem der Anschlüsse 16-i welche

5 Heizleistung P_i zur Verfügung gestellt werden kann bzw. steht.

Diese Information (welche einzelne Heizleistung P_i jeweils zur Verfügung gestellt werden kann) kann etwa mittels einer Benutzerschnittstelle 12 der Schaltvorrichtung einprogrammiert

10 sein oder aus einer Tabelle ausgewählt werden. Denkbar ist auch, dass in der Steuereinrichtung 11 eine Datenbank mit gängigen Modellen der Heizeinrichtung 20 vorliegt, aus denen das entsprechende Modell mit den entsprechenden einzelnen Heizleistungen P_i von einem Benutzer dann ausgewählt werden

15 kann.

Die Benutzerschnittstelle 12 kann, statt und/oder zusätzlich zu an der Schaltvorrichtung 10, etwa auch an einem Energie-Managementssystem 40 der Hausanlage 100 vorgesehen sein,

20 welches mit der Schaltvorrichtung 10 zur Datenkommunikation gekoppelt ist. Das Energie-Managementssystem 40 der Hausanlage 100 kann auch in die Schaltvorrichtung 10 integriert sein oder umgekehrt.

Für Modelle von Heizeinrichtungen 20, welche unterschiedliche Heizleistungen P_i ihrer Heizelemente 21-i aufweisen, kann der Benutzer zusätzlich aufgefordert werden, bei Installation der Schaltvorrichtung 10 anzugeben, an welchem Anschluss 16-i welche Heizleistung P_i (oder: welcher Heizwiderstand) anliegt.

30

Besonders bevorzugt ist jedoch die Steuereinrichtung 11 dazu ausgelegt, ein Messverfahren (z.B. für Strom, Spannung, und/oder Frequenz) durchzuführen, um zu ermitteln, welche Heizwiderstände vorliegen, welche Heizstufen verfügbar sind

35 und/oder welche Gesamt-Heizleistung P jeweils mit jeder der verfügbaren Heizstufen realisiert wird. Hierzu kann durch die Steuereinrichtung 11 eine Testspannung an jeden Schalter K_1 , K_2 , K_3 der Schaltvorrichtung 10 angelegt werden, jede mögliche

Schaltkombination durchgeschaltet werden, und eine durch die Heizeinrichtung 20 verbrauchte Leistung bei jeder Schaltkombination ermittelt werden.

5 Auf diese Weise ist ermittelbar, welche Schaltkombinationen zur selben Heizstufe gehören, d. h., dieselbe Gesamt-Heizleistung P realisieren, und welche Gesamt-Heizleistung P dies numerisch (oder: quantitativ) jeweils ist. Das Messverfahren kann automatisch, z.B. bei jeder Initialisierung
10 der Schaltvorrichtung 10, oder auf Anfrage eines Benutzers über die Benutzerschnittstelle 12 durchgeführt werden. Im Rahmen des Messverfahrens kann entsprechend auch festgestellt werden, ob ein 3-phasiger oder ein 1-phasiger Anschluss der Heizeinrichtung 20 an die Schaltvorrichtung 10 vorliegt.

15

Wenn der Steuereinrichtung 11 die Information vorliegt, welche Heizstufe welcher Gesamt-Heizleistung entspricht, kann vorteilhaft der Steuereinrichtung 11 (beispielsweise durch das Energie-Managementsystem 40) lediglich ein Gesamt-
20 Heizleistungs-Sollwert mitgeteilt werden, woraufhin die Steuereinrichtung 11 selbständig bestimmt, welche Heizstufe diesem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert bestmöglich entspricht, eine entsprechende Schaltkombination auswählt, und diese dann einstellt. Dementsprechend wird im Folgenden hauptsächlich von
25 der gewünschten Heizstufe die Rede sein, wobei es sich versteht, dass diese jeweils zur bestmöglichen Realisierung eines Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts bestimmt sein kann.

Der Gesamt-Heizleistungs-Sollwert kann beispielsweise in
30 Abhängigkeit davon bestimmt werden, wieviel elektrische Leistung aktuell durch erneuerbare Energiequellen erzeugt wird, wieviel elektrische Leistung davon nach Abzug eines Gesamtverbrauchs von Verbrauchern 32 übrigbleibt, wie hoch ein aktueller Strompreis ist und/oder dergleichen.

35

Im Folgenden wird hauptsächlich der Fall beschrieben, dass alle Heizelemente 21-i dieselbe Heizleistung P_i aufweisen („symmetrische Variante“, S), da dies eine übliche Bauweise

von Heizeinrichtungen 20 ist. Es versteht sich jedoch, dass alles Gesagte analog auch auf solche Heizeinrichtungen 20 angewandt werden kann, welche über verschiedene Heizelemente 21-i mit verschiedenen Heizleistungen P_i verfügen.

5

Die Heizelemente 21-i können dazu jeweils (mindestens) einen Heizwiderstand aufweisen oder aus einem solchen bestehen. Die Gesamtzahl aller Widerstände eines Heizelements 21-i, welche zum Heizen verwendet werden, stellt die Heizleistung P_i des

10

entsprechenden Heizelements 21-i bereit.

Die genaue Verschaltung der Heizelemente 21-i miteinander und mit Stromphasen einer Stromversorgung ist in Fig. 1 nur schematisch dargestellt. Tatsächliche mögliche Schaltungen, welche mittels der Schaltvorrichtung 10 realisiert sein

15

können, werden im Folgenden näher erläutert werden.

Es ist jedoch bereits jetzt ersichtlich, dass die Steuereinrichtung 11 dazu eingerichtet ist, die

20

Heizelemente 21-i unabhängig voneinander jeweils über zumindest einen zugehörigen Schalter K_i der Schaltvorrichtung 10 zur stufigen Einstellung einer von der Heizeinrichtung 20 insgesamt zu erzeugenden (oder: erzeugten) Gesamt-Heizleistung P gemäß einer jeweiligen Heizstufe zu schalten.

25

Die erfindungsgemäße Hausanlage 100 umfasst zumindest die Schaltvorrichtung 10 und die Heizeinrichtung 20. Die Schaltvorrichtung 10 wird über ein Stromnetz 30 (beispielsweise ein mehrpoliges Haus-Stromnetz eines

30

Haushalts) mit elektrischer Leistung versorgt. Das Stromnetz 30 kann einen Netzanschlusspunkt 31 zum Anschluss an das öffentliche Stromversorgungsnetz 35 und mindestens einen Verbraucher 32 aufweisen, beispielsweise eine Wärmepumpe.

35

Durch die Kombinatorik der Schalterstellungen der Schalter K_i sowie der Verschaltung der Anschlüsse 16-i durch die Schaltvorrichtung 10 ergibt sich eine Hierarchie von Heizstufen, mit der niedrigsten Heizstufe (alle Schalter K_i

offen) entsprechend einer Heizleistung von 0 Watt, und der höchsten Heizstufe (alle Schalter K_i geschlossen) entsprechend einer maximalen Gesamt-Heizleistung von $P_{\max}$.

5 Im Folgenden wird zunächst eine Reihe von möglichen Verschaltungen anhand der Fig. 2 bis 15 beschrieben werden, um die vielfältigen Möglichkeiten der vorliegenden Erfindung zu demonstrieren. Dabei wird auch jeweils die entsprechend bereitgestellte Hierarchie von Heizstufen erläutert werden. Im
10 Anschluss wird erläutert werden, wie die Heizstufen für eine effiziente Nutzung zur Verfügung stehender Energie, insbesondere von erneuerbaren Energiequellen, verwendet werden kann. Es ist jedoch bereits ersichtlich, dass durch eine Vielzahl von bereitgestellten Heizstufen die aktuelle Gesamt-
15 Heizleistung P der Heizeinrichtung 20 besonders passend und flexibel eingestellt werden kann. Dadurch wird eine Differenz zwischen der von der Heizeinrichtung 20 insgesamt erzeugten Heizleistung und dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert minimal gehalten.

20

Fig. 2 zeigt eine mögliche Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer Ausführungsform. Hierbei ist durch die Schaltvorrichtung 10 (in Fig. 2 nicht vollständig dargestellt) jeder der drei Anschlüsse 16-1, 16-2, 16-3 an
25 eine entsprechende Stromphase L_1 , L_2 , L_3 eines 3-Phasen-Wechselstroms angeschlossen, während der Sternpunkt 22 an einen Neutralleiter N angeschlossen ist, bzw. direkt mit dem Ausgang 17 der Schaltvorrichtung 10 verbunden ist. Die Heizelemente 21- i weisen jeweils einen Heizwiderstand R_1 , R_2 ,
30 R_2 auf.

Bei dieser Variante wird kein Schalter KN am Neutralleiter N benötigt und kann daher auch an der Schaltvorrichtung 10 entfallen, d.h., der Neutralleiter N kann schalterlos bleiben.
35 Dies ist vorteilhaft in Gebieten, in denen das Schalten des Neutralleiters N untersagt ist.

In einer ersten Variante S („symmetrisch“), welche dem Betrieb eines herkömmlichen 3-phasigen Heizstabs entspricht, sind $R_1=R_2=R_3=R$ (nicht dargestellt). Diese Verschaltung ermöglicht vier verschiedene Heizstufen, entsprechend jeweils einer unterschiedlichen Gesamt-Heizleistung P . In der folgenden Tabelle 1 sind in den ersten drei Spalten die einzelnen Einstellungsmöglichkeiten der Schalter aufgelistet (0 entspricht „Schalter offen“, 1 entspricht „Schalter zu“. Die entsprechend eingestellten (oder: ausgewählten) Gesamt-Heizleistungen P sind in der vierten Spalte jeweils als Bruchteil der maximalen Gesamt-Heizleistung $P_{\max}$ angegeben. Somit entsprechen die vier verschiedenen realisierbaren Heizstufen beispielhaft den Gesamt-Heizleistungen 0, $1/3 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$ und $P_{\max}$. Die fünfte Spalte gibt beispielhaft entsprechende Watt-Werte bei einem Heizwiderstand $R=26,45 \Omega$, einer Spannung von 230 V (N zu Li, d.h. von Neutralleiter zu Phase) und einer maximalen Gesamt-Heizleistung von $P_{\max}=6\text{kW}$ an.

Verschaltung nach Fig. 2, Variante S: 4 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1=R_2=R_3=26,45 \Omega$
0	0	0	$0 P_{\max}$	0
0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	1	0	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	1	1	$P_{\max}$	6000 W

Tabelle 1: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 2

20

Die beiden mittleren Heizstufen, entsprechend den Gesamt-Heizleistungen $1/3 P_{\max}$ und $2/3 P_{\max}$, sind kombinatorisch jeweils durch drei verschiedene Schaltkombinationen der Schalter K_i erzielbar. Somit kann die Steuereinrichtung 11 dazu eingerichtet sein, wenn eine dieser beiden Heizstufen eingestellt ist, periodisch und/oder mit jeder neuen Einstellung einer dieser Heizstufen, nacheinander zyklisch eine andere Schaltkombination der Schalter K_i auszuwählen, um die entsprechenden Heizelemente 21-i und die Schalter 16-i

25

gleichmäßig zu beanspruchen bzw. abzunutzen. Dies gilt auch für jede der im Folgenden besprochenen Ausführungsformen, sofern sie mindestens eine Heizstufe aufweisen, welche durch mehr als eine Schaltkombination realisierbar ist. Es kann also

5 periodisch und/oder zyklisch zwischen den Schaltkombinationen umgeschaltet werden.

In einer zweiten Variante A („asymmetrisch“), sind R_1 , R_2 , und R_3 alle verschieden, wie in Fig. 2 dargestellt. Diese

10 Verschaltung ermöglicht sieben verschiedene Heizstufen mit jeweils einer unterschiedlichen Gesamt-Heizleistung P . Gemäß der folgenden Tabelle 2 entsprechen die sieben verschiedenen realisierbaren Heizstufen beispielhaft den Gesamt-

15 Heizleistungen 0 , $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, und $P_{\max}$, wenn $R_2=R_1/3$ und $R_3=R_1/2$. Die fünfte Spalte gibt beispielhaft entsprechende Watt-Werte bei Heizwiderständen von $R_1=52,9 \Omega$, $R_2=17,63 \Omega$ und $R_3=26,45 \Omega$, einer Spannung von 230 V (L-N) .

Verschaltung nach Fig. 2, Variante A: 7 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1 = 52,9 \Omega / R_2 = 17,63 \Omega / R_3 = 26,45 \Omega$
0	0	0	$0 P_{\max}$	0
0	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000 W
0	1	0	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000 W
1	0	0	$1/6 P_{\max}$	1000 W
1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	1	1	$P_{\max}$	6000 W

20 Tabelle 2: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 2

Hierin und im Folgenden wird o.B.d.A. der Fall beschrieben, dass bei den asymmetrischen Varianten R_1 den größten Ohm'schen Widerstand aufweist. Es versteht sich jedoch, dass auch andere

25 Permutationen möglich sind. Es kann auch der mit R_1 bezeichnete Widerstand an den Anschluss 16-2 oder 16-3 angeschlossen werden, und so weiter in beliebiger Permutation.

Fig. 3 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Hier ist die zu betreibende Heizeinrichtung 20 ein 3-phasiger Heizstab, der jedoch -im Gegensatz zu den Varianten von Fig. 2 - mit einem 1-phasigen Stromnetz betrieben werden soll. Dementsprechend können alle drei Anschlüsse 16-i durch die Schaltvorrichtung 10 mit der L1-Stromphase verbunden werden. Die hierdurch realisierbaren Heizstufen bei der symmetrischen Variante S mit $R=R_1=R_2=R_3$ bzw. einer asymmetrischen Variante entsprechen wiederum denen aus Tabelle 1 und Tabelle 2.

Fig. 4 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der gemäß Fig. 2 dadurch, dass die Schaltvorrichtung 10 hier den Schalter KN am Neutralleiter N aufweist. Dementsprechend sind insgesamt 5 Heizstufen gemäß der nachfolgenden Tabelle 3 für die symmetrische Variante mit $R_1=R_2=R_3=R$ (in Fig. 4 dargestellt) verfügbar:

Verschaltung nach Fig. 4, Variante S: 5 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R = 26,45 \, \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	1	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
0	1	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	0	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	1	0	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	1	1	0	$P_{\max}$	6000 W
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000 W

Tabelle 3: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 4

Die fünf Heizstufen entsprechen den Gesamt-Heizleistungen P von 0 (5 Schaltkombinationen), $1/3 P_{\max}$ (3 Schaltkombinationen), $1/2 P_{\max}$ (3 Schaltkombinationen), $2/3 P_{\max}$ (4 Schaltkombinationen), und $P_{\max}$ (2 Schaltkombinationen). Bei einer asymmetrischen Variante ergäben sich entsprechend mehr Heizstufen. Auch bei der Verschaltung gemäß Fig. 4 ist der Betrieb eines 1-phasigen Heizstabes möglich, indem an die Stelle von L2 und L3 in Fig. 4 ebenfalls L1 gesetzt wird (nicht dargestellt).

10

Fig. 5 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der gemäß Fig. 2 bzw. 4 dadurch, dass die Schaltvorrichtung 10 hier den Schalter KN am Neutralleiter

15

N aufweist, und dass der Ausgang 16-2 über den Schalter K2 (Kippschalter) zwischen einer Verbindung mit L2 oder einer Verbindung mit dem Neutralleiter N umgeschaltet werden kann.

Dementsprechend sind insgesamt 7 Heizstufen gemäß der nachfolgenden Tabelle 4 für die symmetrische Variante S mit

20

$R_1=R_2=R_3=R$ verfügbar (nicht dargestellt) bzw. 12 Heizstufen gemäß Tabelle 5 für die asymmetrische Variante A (dargestellt) verfügbar:

Verschaltung nach Fig. 5, Variante S: 7 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	N	0	0	0	0
0	N	0	1	0	0
0	N	1	0	$1/6 P_{\max}$	1000 W
0	N	1	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	L2	0	0	0	0
0	L2	0	1	$1/3 P_{\text{ampf}}$	2000 W
0	L2	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
0	L2	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	N	0	0	$1/6 P_{\max}$	1000 W
1	N	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	N	1	0	$5/9 P_{\max}$	3333 W
1	N	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	L2	0	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	L2	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	L2	1	0	$P_{\max}$	6000 W

1	L2	1	1	$P_{\max}$	6000 W
---	----	---	---	------------	--------

Tabelle 4: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 5

Die sieben Heizstufen entsprechen jeweils der Gesamt-
Heizleistung P von 0, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $5/9 P_{\max}$, $2/3$
5 $P_{\max}$, und $P_{\max}$.

Diese Variante illustriert somit den allgemeinen Fall, dass
die Schaltvorrichtung 10 einen Schalter (hier: K2) aufweisen
kann, welcher zwischen einer der Stromphasen L1, L2, L3, d.h.
10 einen Stromleiter einerseits und dem Neutraleiter N
andererseits umschaltbar ist. Das heißt, das entsprechende
Heizelement 21-2 mit seinem Heizwiderstand R2 wird alternativ
mit der entsprechenden Stromphase L1, L2, L3 oder dem
Neutraleiter N gekoppelt.

Verschaltung nach Fig. 5, Variante A: 12 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R1 = 52,9 \Omega / R2 = 26,45 \Omega / R3 = 17,63 \Omega$
0	N	0	0	0	0
0	N	0	1	0	0
0	N	1	0	$1/5 P_{\max}$	1200 W
0	N	1	1	$1/2 P_{\max}$	3000 W
0	L2	0	0	0	0
0	L2	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	L2	1	0	$3/5 P_{\max}$	3600 W
0	L2	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000 W
1	N	0	0	$1/9 P_{\max}$	666 W
1	N	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000 W
1	N	1	0	$10/31 P_{\max}$	1935 W
1	N	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	L2	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	L2	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	L2	1	0	$11/12 P_{\max}$	5500 W
1	L2	1	1	$P_{\max}$	6000 W

Tabelle 5: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 5

Die hier mit $R1=2R2=3R3$ beispielhaft realisierbaren zwölf
Heizstufen entsprechen jeweils der Gesamt-Heizleistung P von
20 0, $1/9 P_{\max}$, $1/6 P_{\max}$, $1/5 P_{\max}$, $10/31 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $3/5$
 $P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, $11/12 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

Fig. 6 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform, die eine Variante der Verschaltung von Fig. 5 darstellt. In Fig. 6 ist die zu

- 5 betreibende Heizeinrichtung 20 wiederum ein 3-phasiger Heizstab, der jedoch mit einem 1-phasigen Stromnetz betrieben werden soll. Dementsprechend werden alle drei Anschlüsse 16-i durch die Schaltvorrichtung 10 mit der L1-Stromphase verbunden. Hierdurch sind sechs Heizstufen realisierbar, die
- 10 in der nachfolgenden Tabelle 6 aufgeführt sind. Obwohl in Fig. 6 eine symmetrische Variante S dargestellt ist, versteht es sich, dass auch eine asymmetrische Variante mit teilweise oder vollständig verschiedenen Heizwiderständen R_1 , R_2 , R_3 vorgesehen sein kann.

15

Verschaltung nach Fig. 6, Variante S: 6 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	N	0	0	0	0
0	N	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
0	N	1	0	0	0
0	N	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
0	L2	0	0	0	0
0	L2	0	1	0	0
0	L2	1	0	$1/6 P_{\max}$	1000 W
0	L2	1	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	N	0	0	0	0
1	N	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W
1	N	1	0	0	0
1	N	1	1	$P_{\max}$	6000 W
1	L2	0	0	$1/6 P_{\max}$	1000 W
1	L2	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000 W
1	L2	1	0	$2/9 P_{\max}$	1333 W
1	L2	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000 W

Tabelle 6: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 6

Die sechs Heizstufen entsprechen jeweils der Gesamt-
Heizleistung P von 0, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $2/9 P_{\max}$, und

- 20 $P_{\max}$.

Im Folgenden werden nun Ausführungsformen gezeigt und erläutert, welche jeweils mindestens eine Diode aufweisen, welche mit einem jeweiligen Schalter parallelgeschaltet ist. Die Dioden ermöglichen es, durch das Blockieren von

5 Halbwellen, zusätzliche Heizstufen zu realisieren.

Fig. 7 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform. In dieser einfachen Variante wird eine 1-phasige Heizeinrichtung 20 betrieben, welche ein einzelnes Heizelement 21-i mit einem Heizwiderstand R (oder einer Summe von Heizwiderständen, welche mit R als Ersatzwiderstand dargestellt werden können) umfasst.

Die Schaltvorrichtung 10 kann für solche 1-phasigen Heizeinrichtungen 20 mit lediglich zwei Anschlüssen 16-1, 17 für den L1-Stromleiter und den Neutralleiter ausgebildet sein, oder programmiert sein, lediglich diese Anschlüsse mit Strom zu versorgen.

An dem für den L1-Stromleiter bzw. die L1-Stromphase vorgesehenen Anschluss 16-1 weist die Schaltvorrichtung 10 einen durch die Steuereinrichtung 11 steuerbaren Schalter K1 sowie eine zu diesem Schalter K1 parallel geschaltete Diode 14 auf. Auf diese Weise sind, wie in Tabelle 7 im Folgenden aufgelistet, drei Heizstufen realisierbar: 0, $1/2 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

Verschaltung nach Fig. 7: 3 Heizstufen			
K1	KN	P	R=26,45 Ω
0	0	0	0
0	1	$1/2 P_{\max}$	1000 W
1	0	0	0
1	1	$P_{\max}$	2000 W

Tabelle 7: Verfügbare Heizstufen der Variante aus Fig. 7

Fig. 8 zeigt eine Verschaltung durch die Schaltvorrichtung 10 gemäß einer weiteren Ausführungsform, die als eine Variante der Ausführungsform nach Fig. 7 bezeichnet werden kann. In dieser Variante weist die Schaltvorrichtung 10 eine mit dem

Schalter K1 parallel verschaltete Serienschaltung aus einem weiteren, durch die Steuereinrichtung 11 steuerbaren Schalter K1a, sowie der Diode 14 auf. Der Schalter K1a bildet dabei mit der Diode 14 eine Serienschaltung. Auf diese Weise sind, wie
 5 in Tabelle 8 im Folgenden aufgelistet, ebenfalls drei Heizstufen realisierbar: 0, $1/2 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

Verschaltung nach Fig. 8: 3 Heizstufen			
K1	K1a	P	R=26,45 Ω
0	0	0	0
0	1	$1/2 P_{\max}$	1000 W
1	0	$P_{\max}$	2000 W
1	1	$P_{\max}$	2000 W

Tabelle 8: Verfügbare Heizstufen der Variante aus Fig. 8

- 10 Die Diode 14 (entweder allein in Parallelschaltung zu einem Schalter K1, K2, K3 wie in Fig. 7, oder in einer Serienschaltung mit einem weiteren Schalter K1a, wobei diese Serienschaltung zu einem Schalter K1, K2, K3 parallelgeschaltet ist, wie in Fig. 8) kann vorteilhaft auch
 15 mit anderen Varianten kombiniert werden, insbesondere auch mit 3-phasigen Heizeinrichtungen 20.

Fig. 9 zeigt eine Variante der Verschaltung aus Fig. 2, welche sich von dieser durch eine mit dem Schalter K1

- 20 parallelgeschaltete Diode 14 sowie den fehlenden Anschluss des Sternpunkts 22 an den Neutraleiter N unterscheidet.

Dementsprechend kann die Schalteinrichtung 10 auch ohne den Anschluss 17 ausgebildet sein und somit beispielsweise nur genau einen Anschluss 16-1, 16-2, 16-3 pro Stromphase L1, L2,
 25 L3 aufweisen.

In einer symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (nicht dargestellt) können auf diese Weise 5 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 9 aufgelistet ist:

30

Verschaltung nach Fig. 9, Variante S: 5 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$

0	0	0	0	0
0	0	0	$1/4 P_{\max}$	1500 W
0	0	1	$1/4 P_{\max}$	1500 W
0	0	1	$3/4 P_{\max}$	4500 W
0	1	0	0	0
0	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000 W
0	1	1	$1/2 P_{\max}$	3000 W
1	1	1	$P_{\max}$	6000 W

Tabelle 9: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 9

Die auf diese Weise realisierbaren fünf Heizstufen sind demnach: 0, $1/4 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $3/4 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

5

In einer asymmetrischen Variante A (dargestellt) mit drei unterschiedlichen Widerständen R_1 , R_2 , R_3 können 7 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 10 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 9, Variante A: 7 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1 = 52,9 \Omega / R_2 = 26,45 \Omega / R_3 = 17,63 \Omega$
0	0	0	0	0
0	0	0	$56/275 P_{\max}$	1120 W
0	0	1	$2/11 P_{\max}$	1000 W
0	0	1	$91/110 P_{\max}$	4550 W
0	1	0	0	0
0	1	0	$9/22 P_{\max}$	2250 W
0	1	1	$4/11 P_{\max}$	2000 W
0	1	1	$P_{\max}$	5500 W

10 Tabelle 10: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 9

Die auf diese Weise mit $R_1=2R_2=3R_3$ beispielhaft realisierbaren sieben Heizstufen sind demnach: 0, $2/11 P_{\max}$, $56/275 P_{\max}$, $4/11 P_{\max}$, $9/22 P_{\max}$, $91/110 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

15

Fig. 10 zeigt eine 1-phasig betriebene (oder: 1-phasig gekoppelte) Variante der Verschaltung aus Fig. 9. Der Neutraleiter N kann dabei an den Schalter K2 und den Anschluss 16-2 angeschlossen werden (dargestellt) oder an den Schalter K3 und den Anschluss 16-3 angeschlossen werden (nicht dargestellt).

20

In einer symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (nicht dargestellt) können auf diese Weise 5 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 11 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 10, Variante S: 5 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	$3/8 P_{\max}$	500 W
0	0	1	$22/25 P_{\max}$	1175 W
0	1	0	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	$3/4 P_{\max}$	1000 W
0	1	1	$P_{\max}$	1333 W

5 Tabelle 11: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 10

Die auf diese Weise realisierbaren fünf Heizstufen sind demnach: 0, $3/8 P_{\max}$, $3/4 P_{\max}$, $22/25 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

- 10 In einer asymmetrischen Variante A (dargestellt in Fig. 10) mit drei unterschiedlichen Widerständen R_1 , R_2 , R_3 können ebenfalls fünf Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 12 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 10, Variante A: 5 Heizstufen				
K1	K2	K3	P	$R_1 = 52,9 \Omega / R_2 = 17,63 \Omega / R_3 = 26,45 \Omega$
0	0	0	0	0
0	0	0	$1/4 P_{\max}$	375 W
0	0	1	0	0
0	0	1	$9/10 P_{\max}$	1350 W
0	1	0	0	0
0	1	0	$1/2 P_{\max}$	750 W
0	1	1	0	0
1	1	1	$P_{\max}$	1500 W

15 Tabelle 12: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 10

Die auf diese Weise mit $R_1=3R_2=2R_3$ beispielhaft realisierbaren fünf Heizstufen sind demnach: 0, $1/4 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $9/10 P_{\max}$, $P_{\max}$.

Fig. 11 zeigt eine Variante der Verschaltung aus Fig. 9, wobei die Verschaltung bzw. Schalteinrichtung 10 aus Fig. 11 im Gegensatz zu der Verschaltung bzw. Schalteinrichtung 10 aus

5 Fig. 9 einen an dem Anschluss 17 der Schalteinrichtung 10 angeschlossenen Neutralleiter N aufweist, welcher durch einen Schalter KN („Neutralleiter-Schalter“) der Schalteinrichtung 10 schaltbar ist.

- 10 In einer symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (nicht dargestellt) können auf diese Weise 9 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 13 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 11, Variante S: 9 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000
0	0	1	0	$1/4 P_{\max}$	1500
0	0	1	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	0	0	$1/4 P_{\max}$	1500
0	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	1	0	$3/4 P_{\max}$	4500
0	1	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	$1/2 P_{\max}$	3000
1	1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	1	0	$P_{\max}$	6000
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

Tabelle 13: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 11

15

Die auf diese Weise realisierbaren neun Heizstufen sind demnach: 0, $1/6 P_{\max}$, $1/4 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $3/4 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$ und $P_{\max}$.

- 20 In einer asymmetrischen Variante A (dargestellt) mit drei unterschiedlichen Widerständen R_1 , R_2 , R_3 können 13 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 14 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 11, Variante A: 13 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	R1 = 52,9 Ω / R2 = 26,45 Ω / R3 = 17,63 Ω
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1/12 P _{max}	500
0	0	1	0	3/16 P _{max}	1125
0	0	1	1	7/12 P _{max}	3500
0	1	0	0	1/6 P _{max}	1000
0	1	0	1	5/12 P _{max}	2500
0	1	1	0	91/120 P _{max}	4550
0	1	1	1	11/12 P _{max}	5500
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1/6 P _{max}	1000
1	0	1	0	3/8 P _{max}	2250
1	0	1	1	2/3 P _{max}	4000
1	1	0	0	1/3 P _{max}	2000
1	1	0	1	1/2 P _{max}	3000
1	1	1	0	11/12 P _{max}	5500
1	1	1	1	P _{max}	6000

Tabelle 14: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 11

Die auf diese Weise mit $R_1=2R_2=3R_3$ beispielhaft realisierbaren
 5 dreizehn Heizstufen sind demnach: 0, 1/12 P_{max}, 1/6 P_{max}, 3/16 P_{max}, 1/3 P_{max}, 3/8 P_{max}, 5/12 P_{max}, 1/2 P_{max}, 7/12 P_{max}, 2/3 P_{max}, 91/120 P_{max}, 11/12 P_{max}, und P_{max}.

Fig. 12 zeigt eine 1-phasig betriebene Variante der
 10 Verschaltung aus Fig. 11.

In einer symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (nicht dargestellt) können auf diese Weise 7 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 15 aufgelistet ist:

15

Verschaltung nach Fig. 12, Variante S: 7 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	R1=R2=R3=R= 26,45 Ω
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1/6 P _{max}	1000
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	1/2 P _{max}	3000
0	1	0	0	0	0

0	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

Tabelle 15: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 12

Die auf diese Weise realisierbaren sieben Heizstufen sind demnach: 0, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

In einer asymmetrischen Variante A (dargestellt) mit drei unterschiedlichen Widerständen R_1 , R_2 , R_3 können 9 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 16 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 12, Variante A: 9 Heizstufen					
K1	K2	K3	KN	P	$R_1 = 52,9 \Omega / R_2 = 26,45 \Omega / R_3 = 17,63 \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$1/12 P_{\max}$	500
0	0	1	0	0	0
0	0	1	1	$7/12 P_{\max}$	3500
0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	$5/12 P_{\max}$	2500
0	1	1	0	0	0
0	1	1	1	$11/12 P_{\max}$	5500
1	0	0	0	0	0
1	0	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000
1	0	1	0	0	0
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	0	0
1	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
1	1	1	0	0	0
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

Tabelle 16: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 12

Die auf diese Weise mit $R_1=2R_2=3R_3$ beispielhaft realisierbaren neun Heizstufen sind demnach: 0 , $1/12 P_{\max}$, $1/6 P_{\max}$, $5/12 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $7/12 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $11/12 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

- 5 Fig. 13 zeigt eine Variante der Verschaltung aus Fig. 11, welche sich von dieser durch eine Schaltbarkeit der Diode 14 statt des Schalters KN im Neutraleiter N unterscheidet; zudem ist die symmetrische Variante S dargestellt. Das heißt, mit der Diode 14 ist ein weiterer Schalter K1a in Reihe
- 10 geschaltet, mittels welchem die Diode 14 (und bevorzugt auch nur die Diode 14) zum Schalter K1 parallel schaltbar ist, wenn der Schalter K1a geschlossen ist. Wenn der Schalter K1a geöffnet ist, spielt die Diode keinerlei Rolle für die Verschaltung.

15

In einer symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (dargestellt) können auf diese Weise 7 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 17 aufgelistet ist:

Verschaltung nach Fig. 13, Variante S: 7 Heizstufen					
K1	K2	K3	K1a	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000
0	0	1	0	$1/3 P_{\max}$	2000
0	0	1	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000
0	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000
0	1	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000
1	0	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	1	0	$P_{\max}$	6000
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

- 20 Tabelle 17: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 13

Die auf diese Weise realisierbaren sieben Heizstufen sind demnach: 0, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

- 5 Ebenfalls mit der symmetrischen Variante S mit $R_1=R_2=R_3=R$ (dargestellt in Fig. 13), aber mit einer 1-phasigen Verschaltung (d.h., $L_1=L_2=L_3$, nicht dargestellt) können wiederum 7 Heizstufen realisiert werden, wie in Tabelle 18 aufgelistet ist:

10

Verschaltung nach Fig. 13, Variante S, 1-phasig: 7 Heizstufen					
K1	K2	K3	K1a	P	$R_1=R_2=R_3=R= 26,45 \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000
0	0	1	0	$1/3 P_{\max}$	2000
0	0	1	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000
0	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
0	1	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000
0	1	1	1	$5/6 P_{\max}$	5000
1	0	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	0	1	$1/3 P_{\max}$	2000
1	0	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	1	0	$P_{\max}$	6000
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

Tabelle 18: Verfügbare Heizstufen der Variante S aus Fig. 13 bei 1-phasiger Verschaltung

- 15 Die auf diese Weise realisierbaren sieben Heizstufen sind demnach: 0, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

- 20 Fig. 14 zeigt eine Variante der Verschaltung aus Fig. 13, mit den beiden Unterschieden, dass es sich um eine 1-phasige Verschaltung, sowie eine asymmetrische Variante A handelt.

In dieser asymmetrischen Variante A mit beispielhaft $R_1=2R_2=3R_3$ können 11 Heizstufen realisiert werden, wie in der nachfolgenden Tabelle 19 dargestellt ist:

5

Verschaltung nach Fig. 14, Variante A, 1-phasig: 11 Heizstufen					
K1	K2	K3	K1a	P	$R_1 = 52,9 \, \Omega / R_2 = 26,45 \, \Omega / R_3 = 17,63 \, \Omega$
0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	$1/12 P_{\max}$	500
0	0	1	0	$1/2 P_{\max}$	3000
0	0	1	1	$7/12 P_{\max}$	3500
0	1	0	0	$1/3 P_{\max}$	2000
0	1	0	1	$5/12 P_{\max}$	2500
0	1	1	0	$5/6 P_{\max}$	5000
0	1	1	1	$11/12 P_{\max}$	5500
1	0	0	0	$1/6 P_{\max}$	1000
1	0	0	1	$1/6 P_{\max}$	1000
1	0	1	0	$2/3 P_{\max}$	4000
1	0	1	1	$2/3 P_{\max}$	4000
1	1	0	0	$1/2 P_{\max}$	3000
1	1	0	1	$1/2 P_{\max}$	3000
1	1	1	0	$P_{\max}$	6000
1	1	1	1	$P_{\max}$	6000

Tabelle 19: Verfügbare Heizstufen der Variante A aus Fig. 14 bei 1-phasiger Verschaltung

Die auf diese Weise realisierbaren elf Heizstufen sind demnach: 0, $1/12 P_{\max}$, $1/6 P_{\max}$, $1/3 P_{\max}$, $5/12 P_{\max}$, $1/2 P_{\max}$, $7/12 P_{\max}$, $2/3 P_{\max}$, $5/6 P_{\max}$, $11/12 P_{\max}$, und $P_{\max}$.

10

Bei einer 3-phasigen Verschaltung (nicht dargestellt) der asymmetrischen Variante wären dieselben Heizstufen realisierbar.

15

Fig. 15 zeigt eine Variante der Verschaltung aus Fig. 13, mit dem Unterschied, dass an allen Stromphasen L1, L2, L3 parallel zu dem jeweiligen Schalter K1, K2, K3 eine Reihenschaltung aus Diode 14 und zusätzlichem Schalter K1a, K2a, K3a angeordnet ist (und nicht nur zu dem Schalter K1 wie in Fig. 13).

20

Die hierdurch realisierbaren Heizstufen sind dieselben, wie mit Bezug auf Fig. 13 sowie die Tabelle 17 (symmetrische Variante S, 3-phasig) und die Tabelle 18 (symmetrische Variante S, 1-phasig) beschrieben wurde. Jedoch kann jede

5 Heizstufe bei der Variante aus Fig. 15 mit mehr verschiedenen Schaltkombinationen realisiert werden.

Die Variante aus Fig. 15 ermöglicht darüber hinaus erkennbar eine phasengenaue Schaltung, sodass entsprechend auch ein

10 phasengenauer Verbrauch der Heizeinrichtung 20 einstellbar ist. Tritt an dem Netzanschlusspunkt 31 und/oder im (hausinternen) Stromnetz 30 eine Schieflast auf, d. h., weisen eine oder mehrere Stromphasen L1, L2, L3 eine deutlich andere Auslastung auf als eine oder mehrere der anderen Stromphasen

15 L1, L2, L3, dann kann die Schaltvorrichtung 10 (z.B. durch ein Energie-Managementsystem 40) derart gesteuert werden (oder selbst derart steuern), dass durch Auswahl einer passenden Heizstufe und/oder einer passenden Schaltkombination der Schalter K1, K1a, K2, K2a, K3, K3a der Schieflast

20 entgegengewirkt wird.

Die Erfassung der Schieflast kann durch das Energie-Managementsystem 40 erfolgen, welche entweder die Schaltvorrichtung 10 daraufhin entsprechend direkt steuert,

25 oder der Schaltvorrichtung 10 die nötigen Informationen übermittelt, damit die Schaltvorrichtung 10 selbst die nötige Steuerung durchführen kann.

Die Variante aus Fig. 15 ist auch nützlich im Falle eines

30 Notstroms, also beispielsweise wenn das öffentliche Stromnetz 35 ausfällt oder ausgeschaltet wird. In diesem Fall wird vom Wechselrichter häufig im lokalen Stromnetz 30 eine Notstromversorgung mit einer Frequenz beispielsweise von 53 Hz aufgebaut und über eine Frequenzmessung von der Steuereinheit

35 11 erkannt, während im Normalbetrieb beispielsweise die 50 Hz des öffentlichen Stromnetzes 35 vorliegen.

In dieser Situation werden häufig nur einige wenige Verbraucher betrieben, und es kann wichtig sein, genau wählen zu können, an welcher Stromphase L1, L2, L3 wie viel Leistung abgegriffen wird. Die Variante aus Fig. 15 ermöglicht es einem

5 Benutzer, über eine Benutzerschnittstelle 12 (der Schaltvorrichtung 10, des Energie-Managementsystems 40 oder dergleichen) manuell eine einzelne (oder mehrere) der Stromphasen L1, L2, L3 der Heizeinrichtung 20 zu aktivieren, beispielsweise auf der niedrigsten Heizstufe mit einer
10 Heizleistung größer als null, um die Notstromversorgung nicht zu überlasten. Kommt es dennoch zu einer Überlastung oder einem Zusammenbruch der Notstromversorgung, kann der Benutzer wiederum eine andere Stromphase L1, L2, L3 für einen zweiten oder dritten Versuch auswählen.

15

Ähnliche Wahlmöglichkeiten stehen dem Benutzer auch bei den anderen, im Vorangehenden beschriebenen Verschaltungsvarianten zur Verfügung.

20 In der erfindungsgemäßen Hausanlage 200 ist es bei asymmetrischen Verschaltungsvarianten, in denen an mindestens einem Anschluss 16-i eine Diode 14 angelegt ist (sei es in Parallelschaltung mit dem entsprechenden Schalter Ki und/oder in Reihenschaltung mit dem weiteren Schalter Kia), bevorzugt,
25 dass dieser Anschluss 16-i mit einem Heizelement 21-i verbunden ist, welches die niedrigste Heizleistung bzw. den höchsten Heizwiderstand (in den Beispielen meist R1) aufweist. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass durch die Verwendung der Diode 14 (und entsprechendes Schalten) eine weitere
30 Heizstufe bereitgestellt wird bzw. werden kann.

Fig. 16 zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar eines Verfahrens zum Betreiben einer

35 Heizeinrichtung 20 bzw. zum Erwärmen eines Mediums, insbesondere eines Fluids F, mittels einer Heizeinrichtung 20 mit einer Mehrzahl von Heizelementen 21-i, welche an einem gemeinsamen Sternpunkt 22 miteinander sternförmig verschaltet

unabhängig voneinander an eine Energiequelle anschließbar sind.

Das Verfahren ist mittels der Schaltvorrichtung 10 und/oder
5 der Hausanlage 100 gemäß einer Ausführungsform (insbesondere gemäß einer der Figuren 1-6 und 9-15) der vorliegenden Erfindung ausführbar, aber auch unabhängig davon.

Dementsprechend ist das Verfahren gemäß allen mit Bezug auf die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung oder die

10 erfindungsgemäße Hausanlage beschriebenen Ausführungsformen, Varianten, Optionen und Weiterentwicklungen anpassbar und umgekehrt. Ein Energie-Managementsystem 40, welches dieses Verfahren durchführt, kann beispielsweise auch in eine erfindungsgemäße Schaltvorrichtung 10 integriert sein.

15

In einem Schritt S100 wird eine gewünschte Gesamt-
Heizleistung P der Heizeinrichtung 20, d. h. erfasst,
beispielsweise von einer Benutzerschnittstelle 12, von einem
Energie-Managementsystem 40 oder dergleichen. Das Erfassen des
20 Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts kann ein Bestimmen des Gesamt-
Heizleistungs-Sollwerts, insbesondere dessen Berechnen,
umfassen.

In einem Schritt S200 wird eine Heizstufe bestimmt

25 (beispielsweise durch das Energie-Managementsystem 40 oder die Steuereinrichtung 11 der Schaltvorrichtung 10), welche dem erfassten Gesamt-Heizleistungs-Sollwert bestmöglich entspricht, d. h., möglichst nahe kommt. Dadurch kann eine Differenz zwischen der von der Heizeinrichtung 20 insgesamt
30 erzeugten Heizleistung und dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert vorteilhaft minimal gehalten werden. Alternativ kann auch vorgesehen sein, dass (gemäß einer Option) jeweils die dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert nächstliegende niedrigere Heizstufe gewählt wird, oder (gemäß einer anderen Option)
35 jeweils die dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert nächsthöhere Heizstufe gewählt wird.

In einem Schritt S300 werden Heizelemente 21-i der Heizeinrichtung 20 unabhängig voneinander jeweils über zumindest einen zugehörigen Schalter Ki; Kla, zur (stufigen) Einstellung der bestimmten Heizstufe, geschaltet. Beispiele
5 für solche und weitere Schalthandlungen als Verfahrensschritte finden sich in der Beschreibung der Figuren 1-6 und 9-15 und ergeben sich insbesondere aus den dort aufgeführten Tabellen.

Fig. 17 zeigt ein schematisches Flussdiagramm zum Erläutern
10 eines Verfahrens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und zwar eines Verfahrens zum Betreiben einer Heizeinrichtung 20 bzw. zum Erwärmen eines Mediums F mittels mindestens eines Heizelements 21-i einer Heizeinrichtung 20. Das Verfahren ist mittels der Schaltvorrichtung 10 und/oder
15 der Hausanlage 100 gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausführbar, aber auch unabhängig davon. Dementsprechend ist das Verfahren gemäß allen mit Bezug auf die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung oder die erfindungsgemäße Hausanlage beschriebenen Ausführungsformen,
20 Varianten, Optionen und Weiterentwicklungen anpassbar und umgekehrt.

In einem Schritt S400 wird eine gewünschte Gesamt-Heizleistung P der Heizeinrichtung 20, d. h., ein Gesamt-
25 Heizleistungs-Sollwert erfasst, beispielsweise von einer Benutzerschnittstelle 12, von einem Energie-Managementsystem 40, von einem Thermostat, oder dergleichen.

In einem Schritt S500 wird eine Heizstufe bestimmt, welche dem
30 erfassten Gesamt-Heizleistungs-Sollwert bestmöglich (oder genau) entspricht, d. h. insbesondere, diesem möglichst nahe kommt.

In einem Schritt S600 wird zur (stufigen) Einstellung der
35 bestimmten Heizstufe zumindest ein mit mindestens einem Heizelement 21-i in Reihe geschalteter erster Schalter K1 geschaltet, welcher mit einer Diode 14 parallelgeschaltet ist,

wobei der Schalter zwischen einer Stromphase L1 und dem mindestens einen Heizelement 21-i angeordnet ist.

In einem optionalen zusätzlichen Schritt S700 wird zur
5 (stufigen) Einstellung der bestimmten Heizstufe außerdem ein
mit der Diode 14 in Reihe geschalteter und zusammen mit der
Diode 14 mit dem ersten Schalter K1 parallel geschalteter
weiterer Schalter K1a geschaltet. Diese Parallelschaltung ist
somit ebenfalls zwischen einer Stromphase L1 und dem
10 mindestens einen Heizelement 21-i angeordnet.

Beispiele für solche und weitere Schalthandlungen wie in den
Verfahrensschritten S600 und S700 finden sich in der
Beschreibung der Figuren 7-15 und ergeben sich insbesondere
15 aus den dort aufgeführten Tabellen.

Fig. 18 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines
Computerprogrammprodukts 200 gemäß einer Ausführungsform der
vorliegenden Erfindung. Das Computerprogrammprodukt 200
20 umfasst ausführbaren Programmcode 250, welcher dazu
eingerichtet ist, wenn er ausgeführt wird, das Verfahren gemäß
einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung
durchzuführen, beispielsweise gemäß Fig. 16 oder Fig. 17.

25 Fig. 19 zeigt ein schematisches Blockdiagramm eines nicht-
flüchtigen computerlesbaren Datenspeichermediums 300 gemäß
einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das
Datenspeichermedium 300 umfasst ausführbaren Programmcode 350,
welcher dazu eingerichtet ist, wenn er ausgeführt wird, das
30 Verfahren gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden
Erfindung durchzuführen, beispielsweise gemäß Fig. 16 oder
Fig. 17.

Das nicht-flüchtige computerlesbare Datenspeichermedium 300
35 kann beispielsweise als ein Halbleiterspeicher, z. B. ein SSD-
Speicherstein ausgebildet sein oder einen solchen aufweisen.
Das Datenspeichermedium 300 kann auch eine CD, DVD, Blu-Ray

oder eine magnetische Speichervorrichtung aufweisen oder umfassen.

Wieder Bezug nehmend auf Fig. 1 wird nun erläutert, wie die
5 erfindungsgemäß Schaltvorrichtung 10 vorteilhaft in eine
erfindungsgemäße Hausanlage 100 eingebunden sein und dort
betrieben werden kann. Dementsprechend können auch die
Verfahren gemäß Fig. 16 oder Fig. 17 in allen ihren Varianten
und Ausführungsformen entsprechend angepasst werden, um die
10 Hausanlage 100, und/oder speziell die Schaltvorrichtung 10, zu
steuern.

Die Hausanlage 100 kann ein Energie-Managementsystem 40
aufweisen, welches insbesondere Ströme elektrischer Energie
15 über das Stromnetz 30 steuern kann, insbesondere zwischen
Stromquellen und/oder Stromverbrauchern, etwa dem
Netzanschlusspunkt 31, mindestens einem Verbraucher 32, einer
Batterie 60 der Hausanlage 100, einer erneuerbaren
Energiequelle 70 (beispielsweise einer PV-Anlage) der
20 Hausanlage 100, einem Wechselrichter 80 der Hausanlage 100
und/oder dergleichen mehr.

Prinzipiell sind die Möglichkeiten und übliche Programme
solcher Energie-Managementsysteme 40 bekannt. Beispielsweise
25 ist es aus verschiedenen Gründen generell gewünscht, dass die
von einer erneuerbaren Energiequelle 70 erzeugte elektrische
Energie möglichst innerhalb der Hausanlage 100 verbraucht
wird, falls dies nicht möglich ist, innerhalb der Batterie 60
gespeichert wird, und falls dies auch nicht mehr möglich ist,
30 über den Netzanschlusspunkte 31 aus der Hausanlage 100 in das
öffentliche Stromnetz eingespeist wird. Es sind jedoch auch
andere Schemata denkbar, beispielsweise auf einem aktuellen
Strompreis basierende Schemata, die versuchen, einen
finanziellen Gewinn durch Stromhandel zu erwirtschaften.

35

Fig. 19 zeigt ein schematisches Flussdiagramm, welches ein
mögliches Verfahren zur Auswahl von Heizstufen illustriert,
wobei die ausgewählten Heizstufen durch die verschiedenen

Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung implementiert werden können. Dementsprechend können die Schaltvorrichtung 10 und/oder die Hausanlage 100 dazu eingerichtet sein, ein solches Verfahren durchzuführen, bzw. können die Verfahren
5 gemäß Fig. 16 oder Fig. 17 so gestaltet oder abgewandelt sein, dass sie ein solches Verfahren beinhalten.

Die Beschreibung beginnt mit einem Startschritt S1; es versteht sich jedoch, dass das beschriebene Verfahren
10 üblicherweise zyklisch durchgeführt wird, d.h. immer wieder von vorne beginnt, wie durch die Pfeilverläufe dargestellt ist.

In dem Schritt S1 wird zunächst eine Soll-Temperatur für das
15 Medium, hier (lediglich beispielhaft) ein Fluid F in einem Fluidtank 50, erfasst. Die Soll-Temperatur kann von einem Benutzer direkt vorgegeben werden, etwa über eine Benutzerschnittstelle 12 in einer Smart-Home-Steuerapplikation. Alternativ kann die Soll-Temperatur auch
20 durch einen Algorithmus gegeben sein, welcher beispielsweise Tageszeit, Jahreszeit und/oder eine Benutzereingabe berücksichtigen kann. Das Erfassen S1 kann auch darin bestehen, dass eine bereits vorgegebene Soll-Temperatur beibehalten wird.

25 In einem Schritt S2 wird eine aktuelle Ist-Temperatur des Fluids F in dem Fluidtank 50 erfasst, insbesondere gemessen. Die Ist-Temperatur kann mittels eines Temperaturfühlers der Hausanlage 100 ermittelt werden, welcher beispielsweise in den
30 Fluidtank 50 integriert sein kann.

In einem Schritt S3 wird geprüft, ob eine Ist-Temperatur des Fluids F in dem Fluidtank 50 kleiner ist als eine Soll-Temperatur.

35 Hier und im Folgenden versteht es sich, dass, wann immer von einem Vergleich mit einem Vergleichs- oder Schwellwert (hier: mit der Soll-Temperatur) die Rede ist, dabei immer ein

Toleranzbereich vorgesehen sein kann, innerhalb dessen das Verfahren fortfährt, als gäbe es keinen Unterschied. Auf diese Weise kann ein ständiges Hin- und Herschalten oder anderes instabiles Regelverhalten verhindert werden. Die

5 Toleranzbereiche können jeweils symmetrisch oder asymmetrisch um den Vergleichs- oder Schwellwert angeordnet sein. Letzteres kann beispielsweise eingesetzt werden, um einen Hystereseeffekt zu erzielen, etwa, dass es einer größeren Abweichung vom Schwellwert bedarf, um eine Entscheidung zu
10 revidieren, als es nötig war, um die Entscheidung ursprünglich auszulösen. Im Folgenden werden entsprechende Toleranzbereiche nicht jedes Mal explizit erwähnt werden, um die Erklärungen schlank zu halten.

15 Ist gemäß der Prüfung in Schritt S3 (wie gesagt, optional unter Berücksichtigung eines Toleranzbereichs), die Ist-Temperatur kleiner als die Soll-Temperatur (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung), wird in einem Schritt S4 geprüft, ob in der Hausanlage 100 überschüssige Leistung, und zwar zunächst aus
20 erneuerbaren Energiequellen 70, z.B. aus einer PV-Anlage, vorhanden ist. Bevorzugt werden hierbei nur erneuerbare Energiequellen 70 der Hausanlage 100 berücksichtigt. Für die Prüfung kann im Rahmen des Schrittes S4 ein aktueller Leistungswert mindestens einer erneuerbaren Energiequelle 70
25 erhalten werden. Optional können weitere Leistungswerte, beispielsweise von Verbrauchern 32 verbrauchte Leistungen etc., ebenfalls empfangen werden. Aus den empfangenen Leistungswerten kann in bekannter Weise berechnet werden, ob überschüssige Leistung aus erneuerbaren Energiequellen 70 der
30 Hausanlage 100 vorhanden ist.

Ist überschüssige elektrische Leistung vorhanden (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung), wird in einem Schritt S5 geprüft, ob der Ladezustand der Batterie 60 oberhalb eines Ladezustand-
35 Schwellwerts liegt. Dieser Ladezustand-Schwellwert kann beispielsweise einen Ladezustand angeben, oberhalb dessen Ladezustände generell unerwünscht sind, sei es um die Batterie

60 zu erhalten, oder weil ein derart hoher Ladezustand als unnötig angesehen wird oder dergleichen.

Überschreitet der Ladezustand diesen ersten Schwellwert

5 (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung), steuert das Energie-
Managementsystem 40 die Hausanlage 100 derart, dass in einem
Schritt S6 eine an der Batterie 60 verfügbare und (z.B.
kundenseitig) freigegebene Ausgabeleistung der überschüssigen
Leistung hinzugezählt wird.

10

Unabhängig davon, ob dies geschieht oder nicht (in
Hausanlagen 100 ohne Batterie 60 werden die Schritt S4 und S5
entfallen), wird als nächstes in einem Schritt S7 geprüft, ob
die nun bestimmte überschüssige Leistung ausreicht, um die

15 Heizeinrichtung 20 auf eine höhere Heizstufe zu schalten.

Demnach kann eine bidirektionale Kommunikation zwischen der
Schaltvorrichtung 10 und dem Energie-Managementsystem 40
etabliert sein, sodass einerseits das Energie-
Managementsystem 40 jeweils die aktuell eingestellte Heizstufe
20 und/oder den Gesamt-Heizleistungs-Sollwert kennt, und es der
Schaltvorrichtung 10 andererseits eine einzustellende
Heizstufe und/oder den Gesamt-Heizleistungs-Sollwert vorgeben
kann. Unter einer höheren Heizstufe ist eine Heizstufe zu
verstehen, welche ceteris paribus eine größere Heizleistung
25 bereitstellt als eine niedrigere Heizstufe. In den
vorangehenden Beispielen war die niedrigste Heizstufe jeweils
bei Öffnung aller Schalter erreicht ($P=0$), und die höchste
Heizstufe bei Schließen aller Schalter ($P=P_{\max}$).

30 Ist eine höhere Heizstufe nicht möglich (Minuszeichen, „-“ in
der Zeichnung), etwa weil die überschüssige Leistung dafür
nicht ausreicht, oder weil es keine höhere Heizstufe mehr
gibt, wird das Verfahren bei Schritt S1 fortgeführt. Ist eine
höhere Heizstufe möglich (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung),
35 wird in einem Schritt S8 eine höhere Heizstufe eingestellt.
Hierzu wird die Schaltvorrichtung 10 z.B. durch das Energie-
Managementsystem 40 angewiesen (oder sie entscheidet selbst),
eine höhere Heizstufe einzustellen, und dann durch die

Schaltvorrichtung 10 die entsprechende Heizstufe durch entsprechendes Schalten der Schalter Ki, KN, Kia eingestellt. Danach wird das Verfahren wiederum bei Schritt S1 fortgesetzt.

- 5 Wird in Schritt S4 festgestellt, dass keine überschüssige Leistung aus erneuerbaren Energiequellen 70 verfügbar ist (Minuszeichen, „-“, in der Zeichnung), wird in einem Schritt S9 geprüft, ob aktuell Strom aus dem Versorgungsnetz verbraucht wird, d.h. am Netzanschlusspunkt 31 in die
- 10 Hausanlage 100 einfließt. Ist dies nicht der Fall (Minuszeichen, „-“, in der Zeichnung), wird die aktuelle Heizstufe beibehalten und das Verfahren bei Schritt S1 fortgeführt.
- 15 Ist dies der Fall (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung bei Schritt S9), wird in einem Schritt S10 geprüft, ob eine niedrigere Heizstufe zur Verfügung steht (d.h., ob nicht aktuell bereits die niedrigste Heizstufe, d.h. mit einer Leistung von null, eingestellt ist). Steht keine niedrigere
- 20 Heizstufe zur Verfügung (Minuszeichen, „-“, in der Zeichnung bei Schritt S10), bleibt diese Heizstufe bestehen, und das Verfahren wird bei Schritt S1 fortgeführt. Steht eine niedrigere Heizstufe zur Verfügung (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung), wird in einem Schritt S11 die Heizstufe
- 25 verringert. Hierzu wird z.B. die Schaltvorrichtung 10 durch das Energie-Managementsystem 40 angewiesen (oder sie entscheidet selbst), eine niedrigere Heizstufe einzustellen, und dann durch die Schaltvorrichtung 10 die entsprechende Heizstufe durch entsprechendes Schalten der Schalter Ki, KN,
- 30 Kia eingestellt. Danach wird das Verfahren wiederum bei Schritt S1 fortgesetzt.

- Wird jedoch in Schritt S3 festgestellt, dass die Ist-Temperatur nicht kleiner als die Soll-Temperatur ist (d.h.,
- 35 die Ist-Temperatur ist gleich groß, größer als die Soll-Temperatur oder ggfs. innerhalb eines Toleranzbereichs um die Soll-Temperatur), dargestellt durch ein Minuszeichen, „-“, links von Schritt S3 in der Zeichnung, wird in einem

Schritt S12 geprüft, ob die Ist-Temperatur kleiner als ein benutzereinstellbarer oder vorgegebener oberer Temperaturschwellwert ist, welcher größer als die Soll-Temperatur ist.

5

Ist dies der Fall (Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung unter Schritt S12), wird in einem Schritt S13 wiederum geprüft, ob überschüssige Leistung, zunächst aus erneuerbaren Energiequellen, verfügbar ist. Ist dies nicht der Fall

10

(Minuszeichen, „-“, in der Zeichnung), wird bei Schritt S9 fortgefahren, wie bereits erläutert wurde. Ist überschüssige Leistung aus erneuerbaren Energiequellen vorhanden

(Pluszeichen, „+“, in der Zeichnung unter Schritt S13), wird bei Schritt S7 fortgefahren, d. h. mit der Prüfung, ob eine

15

höhere Heizstufe möglich ist.

Ist das Ergebnis der Prüfung in Schritt S12 negativ, d. h., ist die aktuelle Temperatur (Ist-Temperatur) gleich oder größer dem oberen Temperaturschwellwert (Symbol „-“ in der Figur bei Schritt S12), wird in einem Schritt S14 die niedrigste Heizstufe der Heizeinrichtung 20 eingestellt, bei der es sich für gewöhnlich um die Heizstufe mit der Leistung $P=0$ handeln wird, d. h., die Heizeinrichtung 20 wird ausgeschaltet. Danach wird wieder mit Schritt S1 fortgefahren.

25

Das Verfahren gemäß Fig. 20 ermöglicht es somit, das Erwärmen des Mediums F (z.B. in dem Fluidtank 50) zum Speichern von thermischer Energie zu verwenden. Dies soll allerdings möglichst nicht mit Strom aus dem öffentlichen Stromnetz 35,

30

sondern nur mit elektrischer Leistung aus erneuerbaren Energiequellen 70 der Hausanlage 100 erfolgen, und auch nur dann, wenn dadurch die Ist-Temperatur nicht den oberen Temperatur-Schwellwert überschreitet. Außerdem kann ein Ladezustand der Batterie 60 der Hausanlage 100 oberhalb des

35

Schwellwerts ausgenutzt werden (Schritt S5). Es versteht sich, dass der Fachmann das Verfahren gemäß Fig. 20f in mannigfaltiger Weise anpassen kann, um einzelne Schritte zu

ergänzen oder wegzulassen, um eine gewünschte Regelung oder Steuerung zu bewirken.

Insbesondere kann, je nach Hausanlage 100 und aktueller Situation, der Schritt S8 des Erhöhens der Heizstufe alternativ auch durch einen Schritt eines Einschaltens mindestens eines Verbrauchers 32, z.B. einer Wärmepumpe, ersetzt oder ergänzt werden. Ebenso kann, je nach Hausanlage 100 und aktueller Situation, der Schritt S11 des Verringerns der Heizstufe alternativ auch durch einen Schritt eines Ausschaltens mindestens eines Verbrauchers 32, z.B. einer Wärmepumpe, ersetzt oder ergänzt werden. Einschalten bzw. Ausschalten können auch durch Erhöhen bzw. Verringern eines Energieverbrauchs ersetzt werden.

Aus der vorangehenden Beschreibung ist ersichtlich, wie die stufige Einstellbarkeit der Heizleistung der Heizeinrichtung 20 durch die erfindungsgemäße Schaltvorrichtung 10 es in kostengünstiger Weise ohne großen Hardware-Aufwand ermöglicht, komplexe Steuer- und Regelungsverfahren wie das in Fig. 20 durchzuführen, selbst mit einfachen, bereits installierten Heizeinrichtungen 20.

Patentansprüche

1. Schaltvorrichtung (10) zum Betreiben einer externen
5 Heizeinrichtung (20) zum Erwärmen eines Mediums (F) mittels
einer Mehrzahl von Heizelementen (21-i) der
Heizeinrichtung (20), welche an einem gemeinsamen
Sternpunkt (22) miteinander verschaltet und an der
Schaltvorrichtung (10) unabhängig voneinander anschließbar
10 sind,
wobei die Schaltvorrichtung (10) dazu eingerichtet ist, von
zumindest einer Stromphase (L) versorgt zu werden und eine
Steuereinrichtung (11) umfasst, welche dazu eingerichtet ist,
die Heizelemente (21-i) unabhängig voneinander jeweils über
15 zumindest einen zugehörigen Schalter (Ki, Kia, KN) der
Schaltvorrichtung (10) zur stufigen Einstellung einer von der
Heizeinrichtung (20) insgesamt erzeugten Heizleistung gemäß
einer jeweiligen Heizstufe zu schalten,
wobei die Steuereinrichtung (11) durch eine Recheneinheit
20 realisiert ist.
2. Schaltvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dazu eingerichtet,
zwischen mindestens fünf Heizstufen, bevorzugt mindestens
sieben Heizstufen, verschiedener Heizleistung zu schalten.
25
3. Schaltvorrichtung (10) nach einem der vorangehenden
Ansprüche 1 oder 2, wobei zu zumindest einem Schalter (Ki, KN)
eine Diode (14) parallelgeschaltet ist.
- 30 4. Schaltvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
aufweisend jeweils einen Ausgang (16-i) für jedes
anzuschließende Heizelement (21-i), wobei jeweils der dem
entsprechenden Heizelement (21-i) zugehörige Schalter (Ki)
seriell mit dem Ausgang (16-i) verschaltet ist.
35
5. Schaltvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
wobei die Steuereinrichtung (11) außerdem dazu eingerichtet
ist, zwischen Realisierungen derselben Heizleistung mittels

unterschiedlicher Schalterkombinationen der Schalter (Ki, KN) periodisch und/oder zyklisch umzuschalten.

6. Schaltvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Steuereinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, einen aktuellen Leistungswert einer erneuerbaren Energiequelle (70) zu erhalten (S4, S13) und eine aktuelle Heizstufe zumindest basierend auf dem empfangenen aktuellen Leistungswert anzupassen (S8).

7. Schaltvorrichtung (10) nach Anspruch 6, wobei die Steuereinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, die aktuelle Heizstufe außerdem basierend auf einem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert anzupassen.

8. Schaltvorrichtung (10) nach Anspruch 7, wobei die Steuereinrichtung (11) dazu eingerichtet ist, die aktuelle Heizstufe derart einzustellen, dass eine Differenz zwischen der von der Heizeinrichtung (20) insgesamt erzeugten Gesamt-Heizleistung und dem Gesamt-Heizleistungs-Sollwert minimal wird.

9. Schaltvorrichtung (10) nach Anspruch 7 oder 8, wobei die Steuereinrichtung (11) dazu ausgelegt ist, ein Messverfahren durchzuführen, um zu ermitteln, welche Heizstufen verfügbar sind und/oder welche Gesamt-Heizleistung jeweils mit jeder der verfügbaren Heizstufen realisiert wird.

10. Hausanlage (100), umfassend eine Schaltvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 und eine mit der Schaltvorrichtung (10) verbundene Heizeinrichtung (20), zu deren Betreiben die Schaltvorrichtung (10) eingerichtet ist.

11. Hausanlage (100) nach Anspruch 10, umfassend eine Benutzerschnittstelle (12), mittels welcher ein Soll-Parameter der Heizeinrichtung (20), des Mediums (F) und/oder eines Fluidtanks (50) für das Medium (F) einstellbar ist, beispielweise eine Soll-Temperatur des Mediums (F).

12. Hausanlage (100) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, umfassend einen elektrischen Anschluss (31) an ein Stromnetz (35), wobei der Sternpunkt (22) der Heizeinrichtung (20) über
5 einen zugehörigen Schalter (KN) an einen Neutraleiter (N) des Stromnetzes (30) angeschlossen ist und/oder über einen zugehörigen Schalter (KN) schaltbar ist.

13. Schaltvorrichtung (10) zum Betreiben einer externen
10 Heizeinrichtung (20) zum Erwärmen eines Mediums (F) mittels mindestens eines Heizelements (21-i) der Heizeinrichtung (20), wobei die Schaltvorrichtung (10) dazu eingerichtet ist, von zumindest einer Stromphase (L) versorgt zu werden und eine Steuereinrichtung (11) umfasst, welche dazu eingerichtet ist,
15 das Heizelement (21-i) über zumindest einen zugehörigen Schalter (Kia) der Schaltvorrichtung (10) zur stufigen Einstellung einer von der Heizeinrichtung (20) insgesamt erzeugten Heizleistung gemäß einer jeweiligen Heizstufe zu schalten, wobei zu dem zumindest einen zugehörigen Schalter
20 (Kia) eine Diode (14) parallelgeschaltet ist.

14. Verfahren zum Erwärmen eines Mediums (F) mittels einer Heizeinrichtung (20) mit einer Mehrzahl von Heizelementen (21-i), welche mit einem jeweiligen ersten Anschlussende an einem
25 gemeinsamen Sternpunkt (22) miteinander verschaltet sind und welche an einem jeweiligen zweiten Anschlussende unabhängig voneinander schaltbar sind, umfassend:
Erfassen (S100) eines Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts;
Bestimmen (S200) einer Heizstufe, welche dem gewünschten
30 Gesamt-Heizleistungs-Sollwert bestmöglich entspricht; und
Schalten (S300) der Heizelemente (21-i) unabhängig voneinander jeweils über zumindest einen zugehörigen Schalter (Ki, Kia, KN) zur Einstellung der bestimmten Heizstufe.

35 15. Verfahren zum Erwärmen eines Mediums (F) mittels mindestens eines Heizelements (21-i) einer Heizeinrichtung (20), umfassend:
Erfassen (S400) eines Gesamt-Heizleistungs-Sollwerts;

Bestimmen (S500) einer Heizstufe, welche dem gewünschten Gesamt-Heizleistungs-Sollwert bestmöglich entspricht; und Schalten (S600) zumindest eines Schalters (Kia), welcher zwischen einer Stromphase (L1) und mindestens einem

- 5 Heizelement (21-i) der Heizeinrichtung (20) angeordnet ist, und welcher mit einer Diode (14), optional mit einer Reihenschaltung aus der Diode (14) und einem weiteren Schalter (K1a), parallelgeschaltet ist, zur Einstellung der bestimmten Heizstufe.

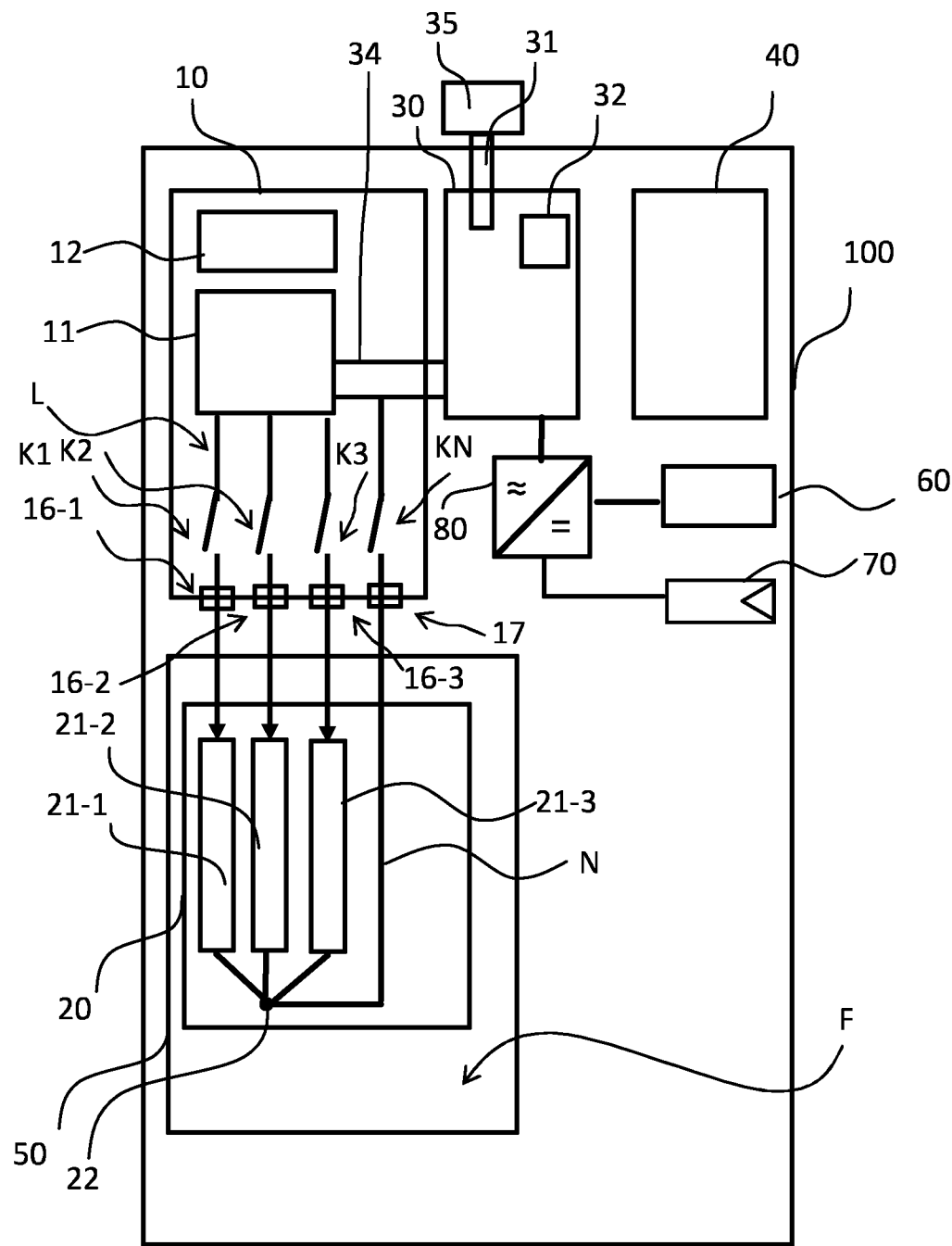


Fig. 1

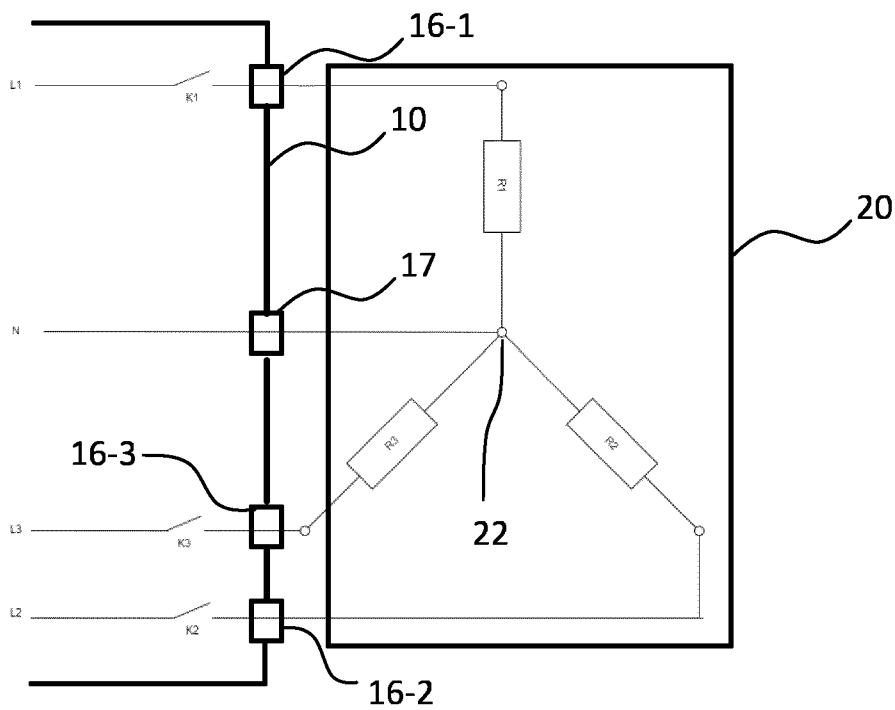


Fig. 2

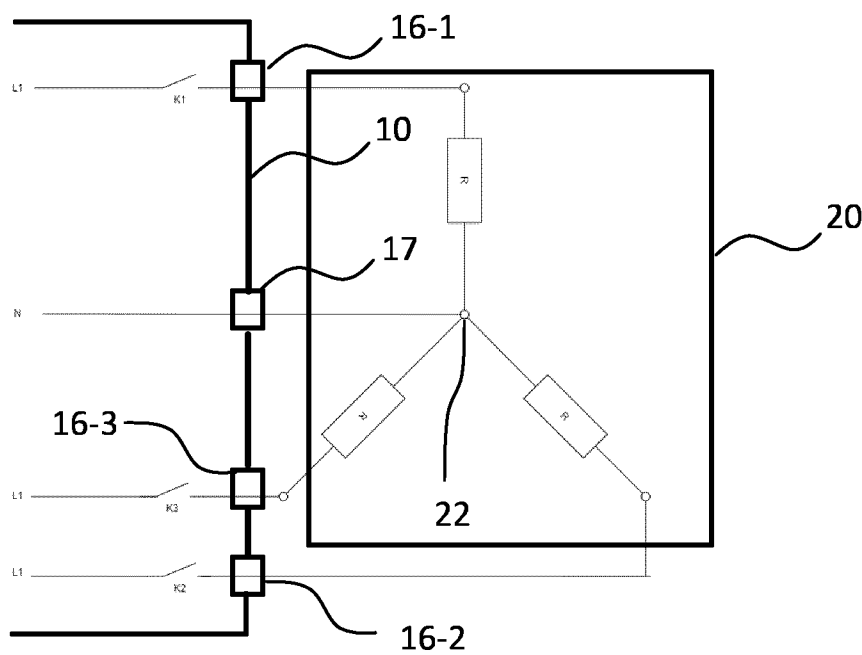


Fig. 3

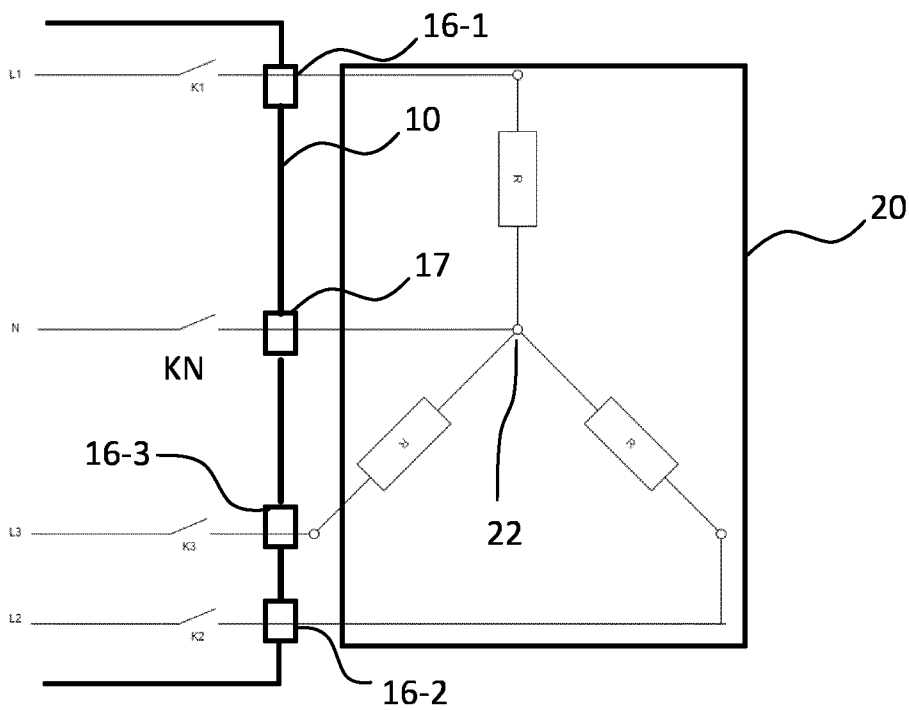


Fig. 4

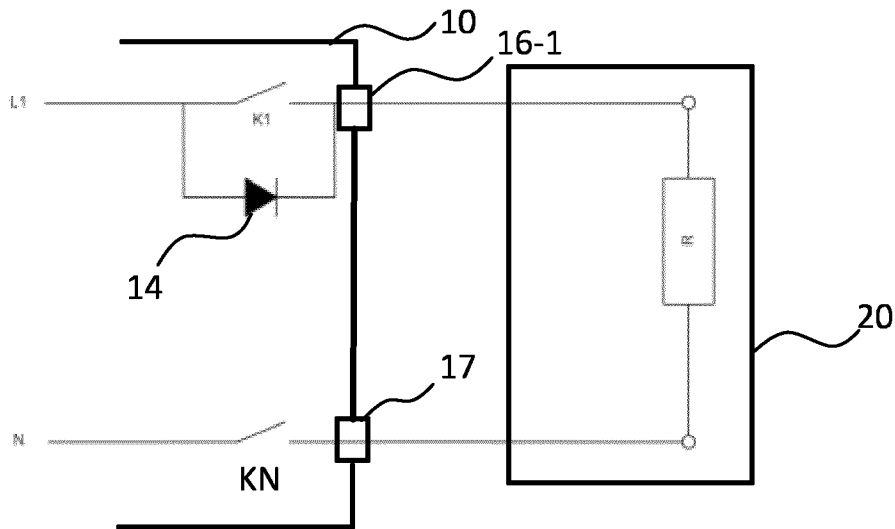


Fig. 7

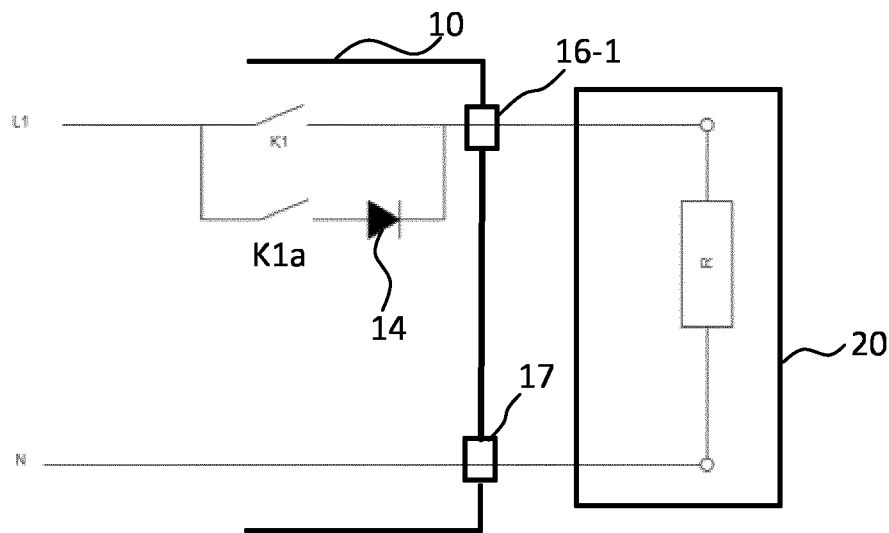


Fig. 8

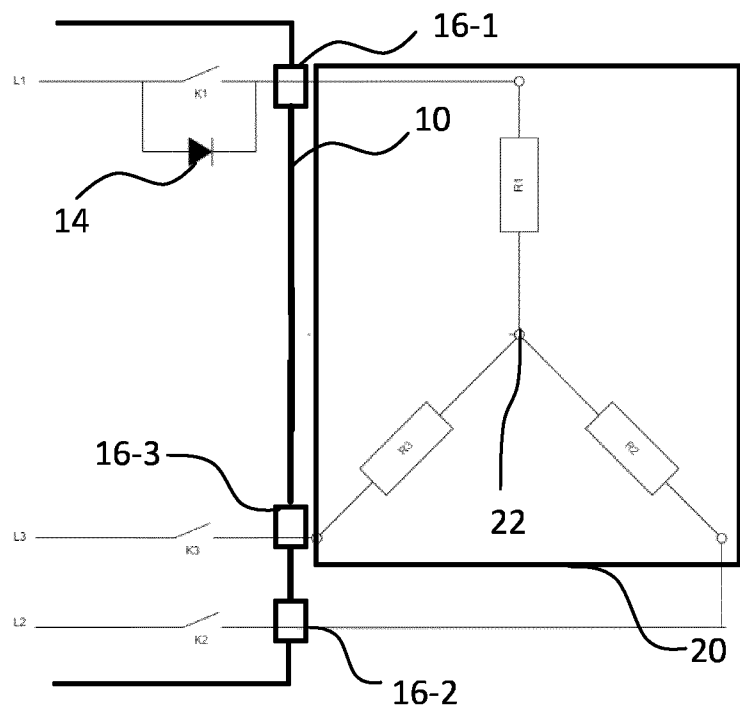


Fig. 9

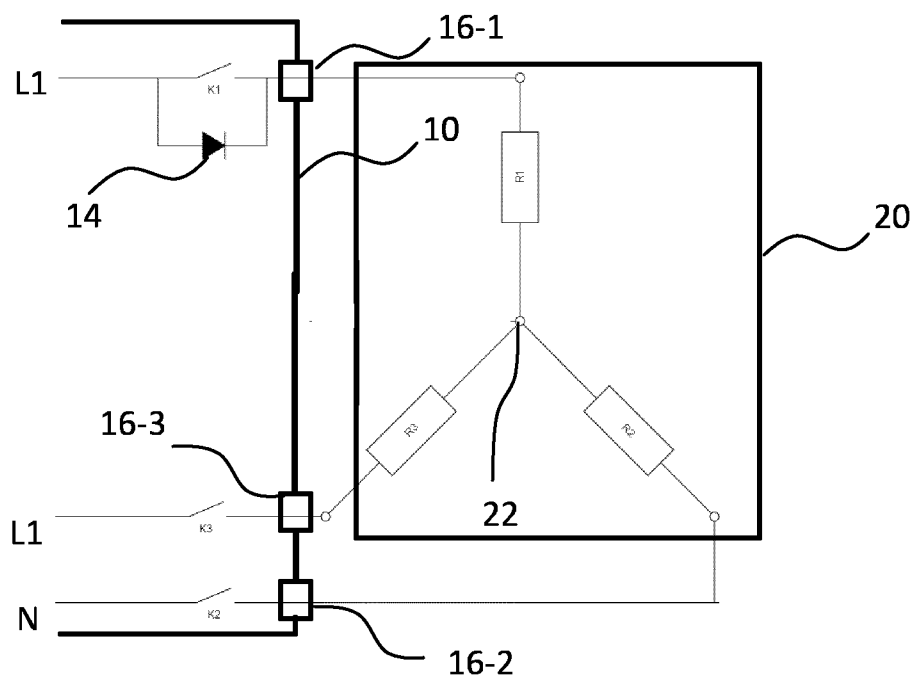


Fig. 10

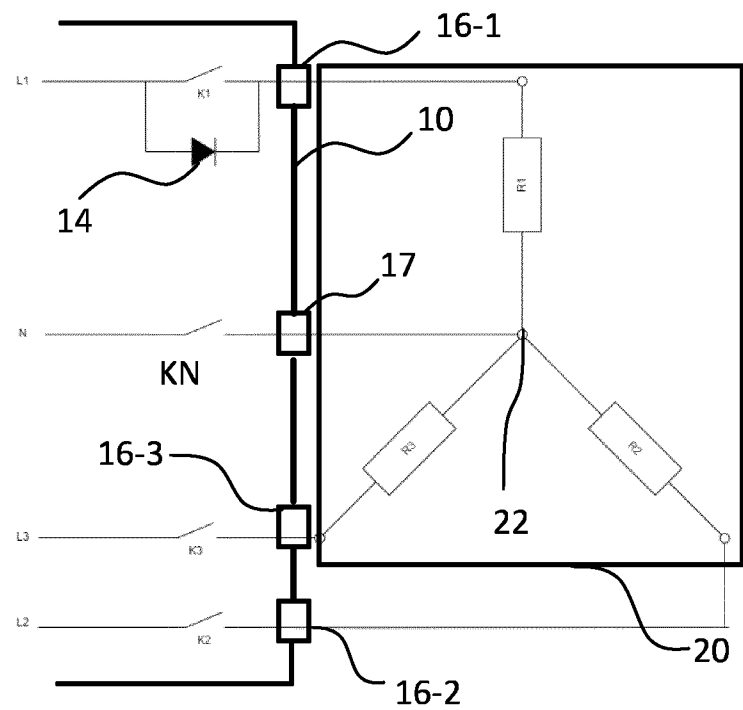


Fig. 11

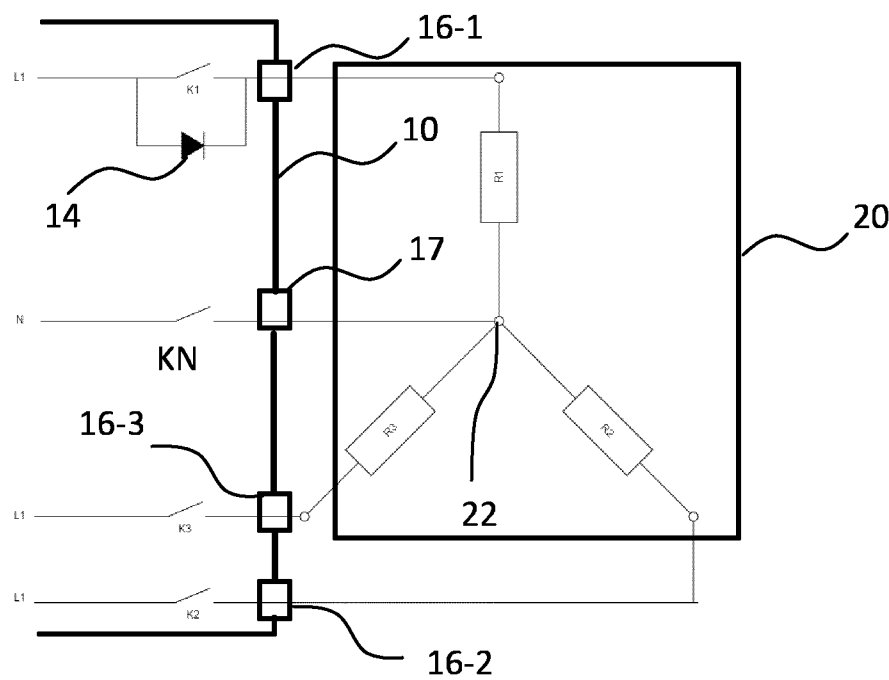


Fig. 12

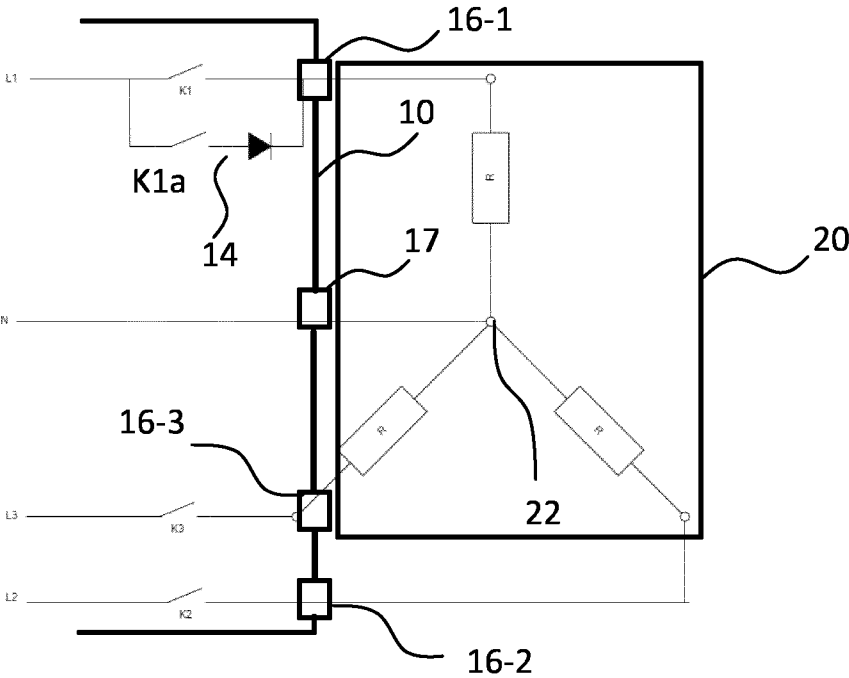


Fig. 13

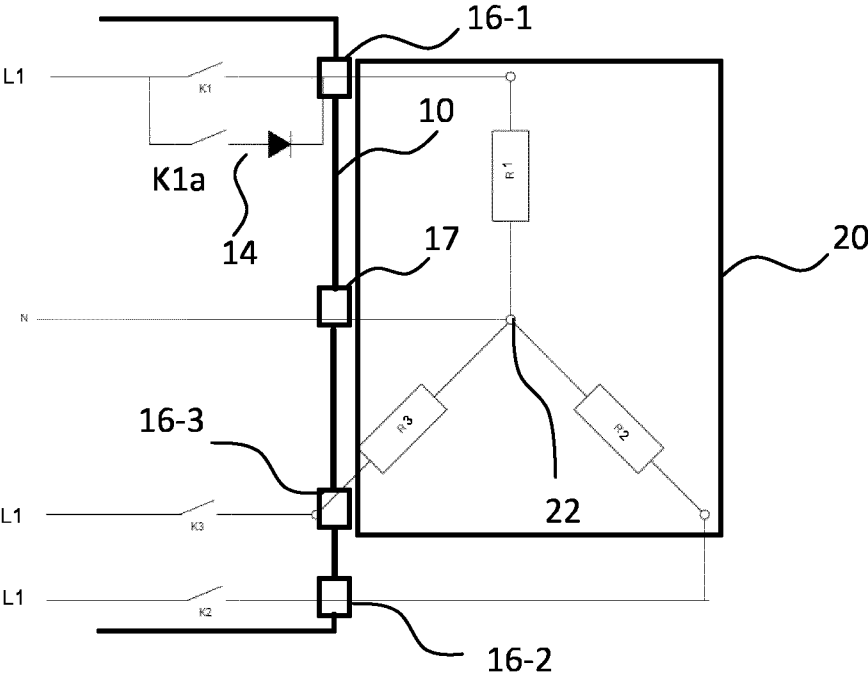


Fig. 14

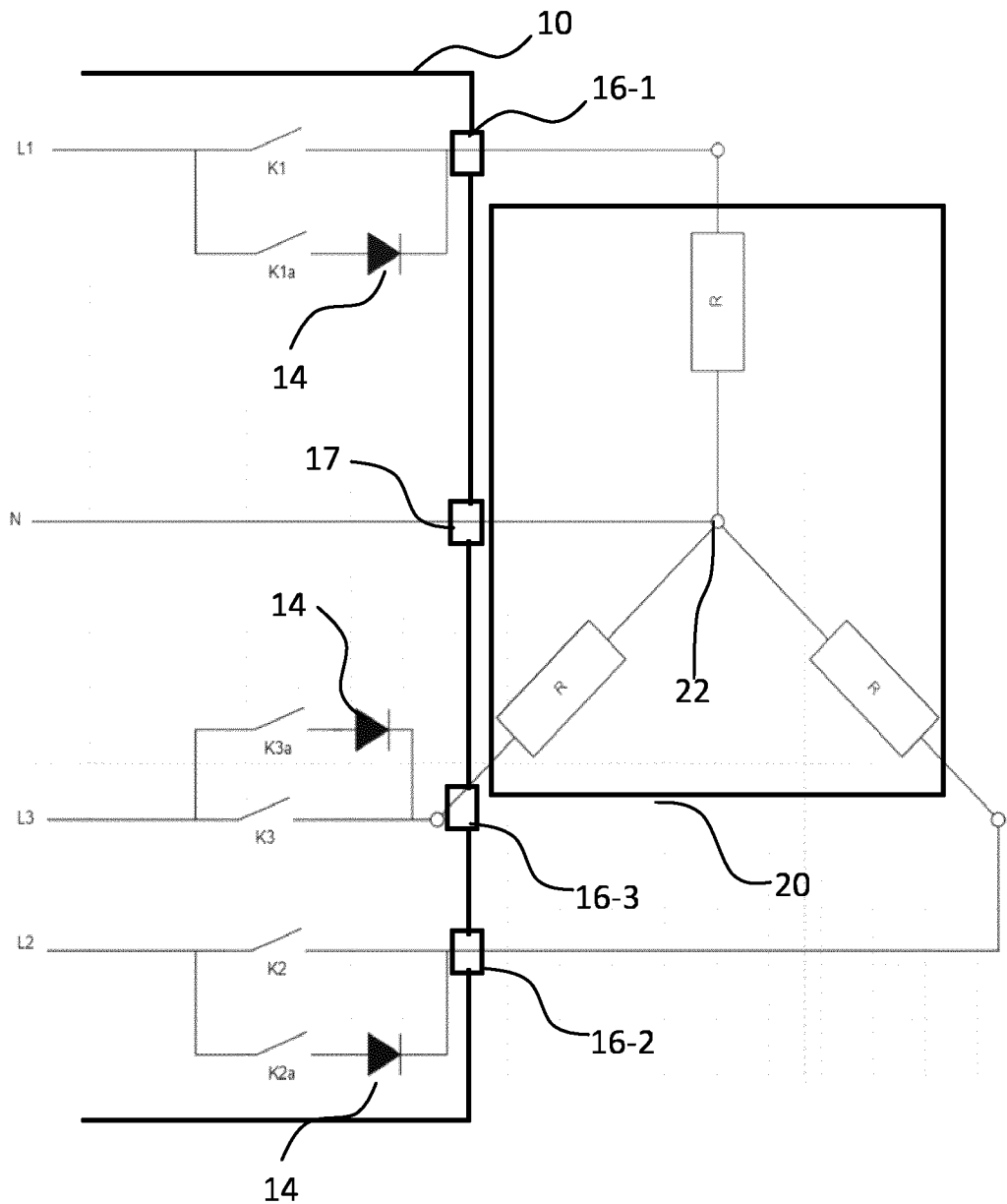


Fig. 15

Fig. 16

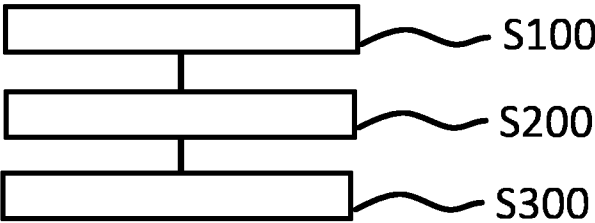


Fig. 17

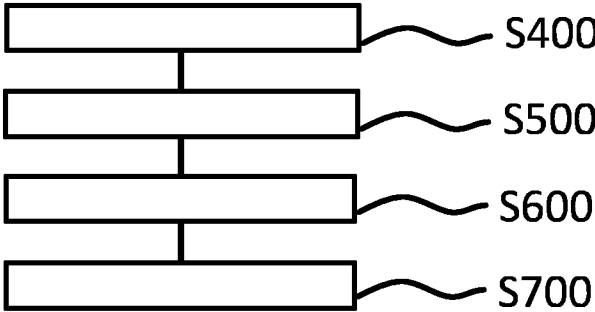


Fig. 18

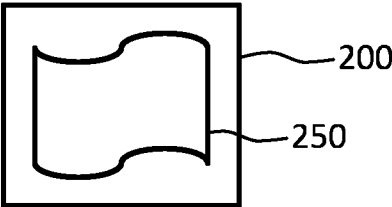
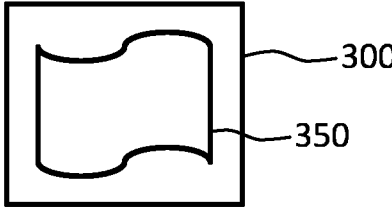


Fig. 19



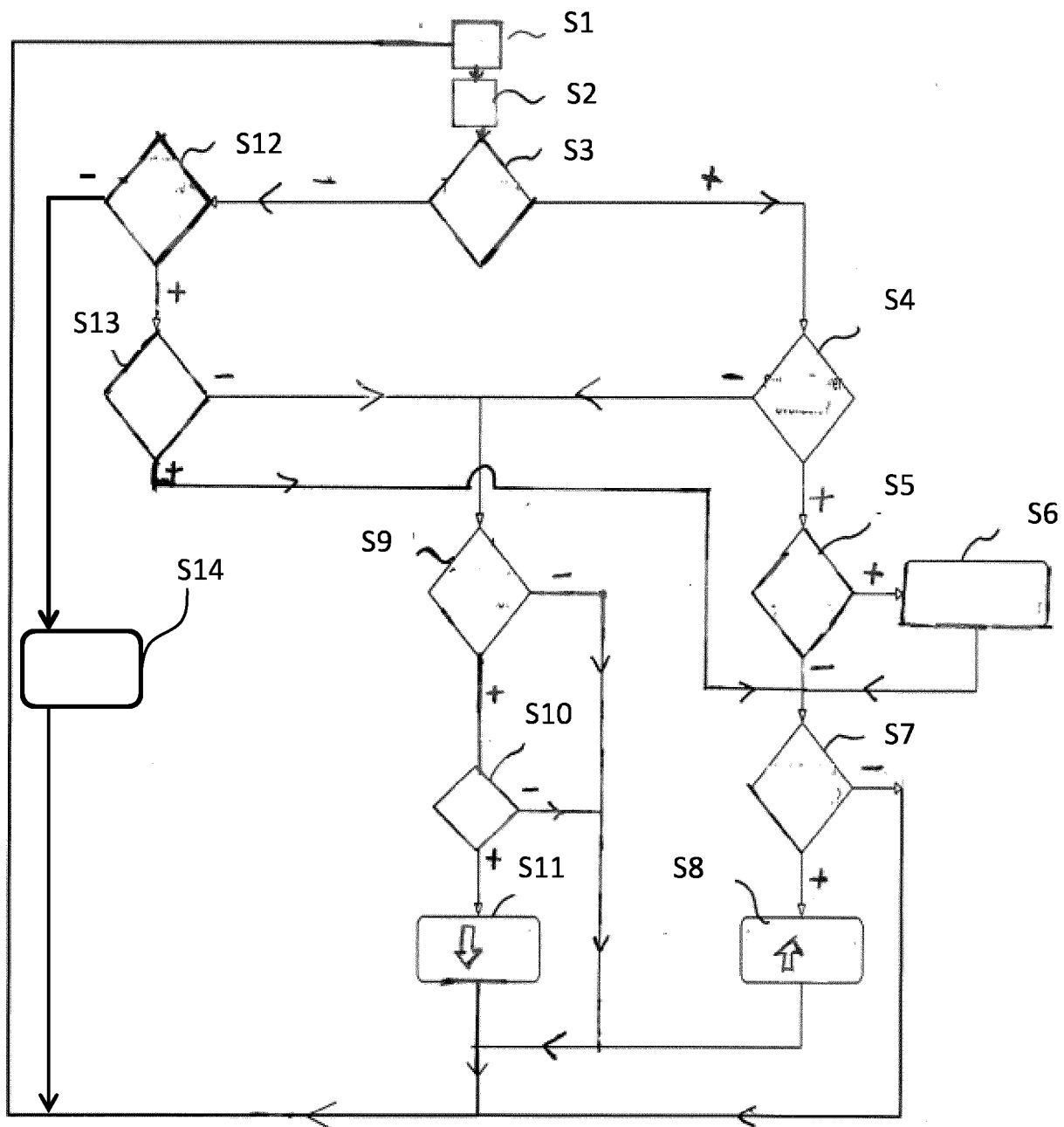


Fig. 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/072078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*F24H 1/00*(2022.01)i; *F24H 1/20*(2022.01)i; *F24H 9/20*(2022.01)i; *H05B 1/02*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F24H; H05B

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 2928391 A1 (VAILLANT JOH GMBH & CO) 15 January 1981 (1981-01-15)	14.15
Y	claim 1; figures 1-4	13
X	DE 3631226 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO KG [DE]) 24 March 1988 (1988-03-24)	14.15
Y	column 3, line 14 - line 30; figures 1,2 column 3, line 46 - column 4, line 32	13
X	DE 1261256 B (STEFAN KUMMER) 15 February 1968 (1968-02-15)	14.15
Y	column 3, line 39 - line 51; figures 1,2	13
X	DE 19500522 B4 (EHT HAUSTECHNIK GMBH [DE]) 25 March 2004 (2004-03-25)	14.15
Y	paragraphs [0008], [0014]; claim 1; figure 1	13
Y	DE 3021557 A1 (CLOER CASPAR GMBH & CO KG [DE]) 14 January 1982 (1982-01-14)	13
	page 7 - page 8; figure	
Y	EP 2178337 A1 (DBK DAVID & BAADER GMBH [DE]) 21 April 2010 (2010-04-21)	13
	paragraph [0064] - paragraph [0065]; figure 2	
Y	US 2006263073 A1 (CLARKE BRIAN D [US] ET AL) 23 November 2006 (2006-11-23)	13
	paragraph [0051]; figure 5a	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 October 2024

Date of mailing of the international search report

17 October 2024

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands (Kingdom of the)

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

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

Authorized officer

Gea Haupt, Martin

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/072078

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	2928391	A1	15 January 1981	NONE	
DE	3631226	A1	24 March 1988	NONE	
DE	1261256	B	15 February 1968	NONE	
DE	19500522	B4	25 March 2004	NONE	
DE	3021557	A1	14 January 1982	NONE	
EP	2178337	A1	21 April 2010	NONE	
US	2006263073	A1	23 November 2006	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	F24H1/00	F24H1/20
		F24H9/20
		H05B1/02
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
F24H H05B		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 29 28 391 A1 (VAILLANT JOH GMBH & CO)	14,15
	15. Januar 1981 (1981-01-15)	
Y	Anspruch 1; Abbildungen 1-4	13

X	DE 36 31 226 A1 (STIEBEL ELTRON GMBH & CO	14,15
	KG [DE]) 24. März 1988 (1988-03-24)	
Y	Spalte 3, Zeile 14 - Zeile 30; Abbildungen	13
	1,2	
	Spalte 3, Zeile 46 - Spalte 4, Zeile 32	

X	DE 12 61 256 B (STEFAN KUMMER)	14,15
	15. Februar 1968 (1968-02-15)	
Y	Spalte 3, Zeile 39 - Zeile 51; Abbildungen	13
	1,2	

	- / - -	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
7. Oktober 2024		17/10/2024
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Gea Haupt, Martin

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 195 00 522 B4 (EHT HAUSTECHNIK GMBH [DE]) 25. März 2004 (2004-03-25)	14, 15
Y	Absätze [0008], [0014]; Anspruch 1; Abbildung 1 -----	13
Y	DE 30 21 557 A1 (CLOER CASPAR GMBH & CO KG [DE]) 14. Januar 1982 (1982-01-14) Seite 7 - Seite 8; Abbildung -----	13
Y	EP 2 178 337 A1 (DBK DAVID & BAADER GMBH [DE]) 21. April 2010 (2010-04-21) Absatz [0064] - Absatz [0065]; Abbildung 2 -----	13
Y	US 2006/263073 A1 (CLARKE BRIAN D [US] ET AL) 23. November 2006 (2006-11-23) Absatz [0051]; Abbildung 5a -----	13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2024/072078

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 2928391	A1	15-01-1981	KEINE
DE 3631226	A1	24-03-1988	KEINE
DE 1261256	B	15-02-1968	KEINE
DE 19500522	B4	25-03-2004	KEINE
DE 3021557	A1	14-01-1982	KEINE
EP 2178337	A1	21-04-2010	KEINE
US 2006263073	A1	23-11-2006	KEINE