

(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
26. Oktober 2012 (26.10.2012)



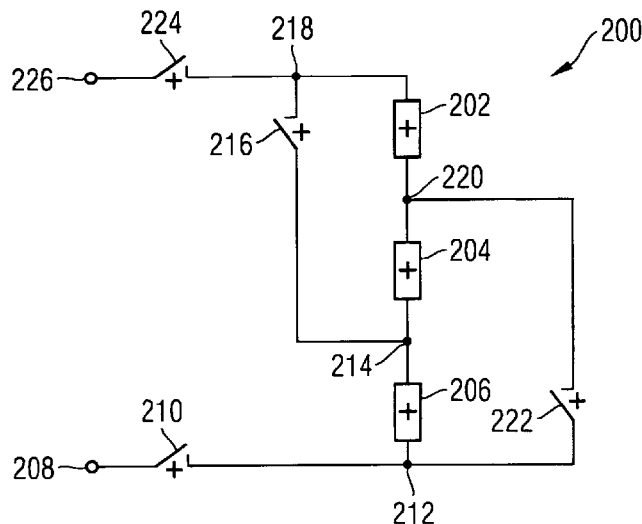
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/143193 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 1/02 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/054905
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. März 2012 (20.03.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 007 817.7
20. April 2011 (20.04.2011) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **WEBASTO AG** [DE/DE]; Krailling Strasse 5, 82131 Stockdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **REINHOLZ, Uwe** [DE/DE]; Eichenweg 11, 14532 Stahnsdorf (DE).
- (74) Anwalt: **SCHUMACHER & WILLSAU**
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT **MBH;**
Nymphenburger Str. 42, 80335 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: ELECTRIC HEATING SYSTEM, VEHICLE HAVING AN ELECTRIC HEATING SYSTEM, AND METHOD FOR CONTROLLING AN ELECTRIC HEATING SYSTEM

(54) Bezeichnung : ELEKTRISCHE HEIZUNG, FAHRZEUG MIT ELEKTRISCHER HEIZUNG SOWIE VERFAHREN ZUM STEUERN EINER ELEKTRISCHEN HEIZUNG

Fig. 4



(57) Abstract: The invention relates to an electric heating system (200) comprising at least one first resistance heating device (202), a second resistance heating device (204), a third resistance heating device (206), and at least one switching device (210, 216, 222, 224). For a heating operation, the switching device (210, 216, 222, 224) is configured to selectively switch the first resistance heating device (202), the second resistance heating device (204), and the third resistance heating device (206) between a first heating mode, in which the first resistance heating device (202), the second resistance heating device (204), and the third resistance heating device (206) are electrically connected in series, and a second heating mode, in which at least two of the first resistance heating device (202), the second resistance heating device (204), and the third first resistance heating device (206) are electrically connected in parallel. The invention further relates to a vehicle having an electric heating system (200), and to a method for controlling an electric heating system (200).

(57) Zusammenfassung:
[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/143193 A1



Die Erfindung betrifft eine elektrische Heizung (200) mit mindestens einer ersten Widerstandsheizeinrichtung (202), einer zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) und einer dritten Widerstandsheizeinrichtung (206), sowie mindestens einer Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224). Die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) ist dazu ausgebildet, für einen Heizbetrieb die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Widerstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) wahlweise zwischen einem ersten Heizmodus, in welchem die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Widerstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch seriell zueinander geschaltet sind, und einem zweiten Heizmodus umzuschalten, in welchem mindestens zwei der ersten Widerstandsheizeinrichtung (202), der zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) und der dritten Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch parallel zueinander geschaltet sind. Die Erfindung betrifft außerdem ein Fahrzeug mit einer elektrischen Heizung (200) sowie ein Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung (200).

5 **Elektrische Heizung, Fahrzeug mit elektrischer Heizung sowie Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung**

10 Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Heizung, sowie ein Fahrzeug mit einer elektrischen Heizung und ein Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung.

Bei modernen Fahrzeugen werden häufig Standheizungen oder Zusatzheizungen eingesetzt. In vielen Fällen sind derartige Heizungen mit einem Brenner ausgestattet, um einen
15 Brennstoff des Fahrzeugs zu verbrennen. Bei zunehmend auftretenden Elektrofahrzeugen, die ohne Brennstoff betrieben werden, sind derartige Stand- oder Zusatzheizungen nicht verwendbar, da Elektrofahrzeuge normalerweise keinen Brennstoff mit sich führen und es unzweckmäßig ist, lediglich für eine Heizung einen Brennstofftank vorzusehen. Stattdessen bietet es sich für Elektrofahrzeuge an, eine elektrisch betriebene Heizung zu
20 verwenden. Eine elektrische Heizung kann allerdings auch für den Einsatz in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren vorgesehen sein, etwa um Brennstoffzuleitungen einzusparen. Im Betrieb können elektrische Heizungen empfindlich auf Schwankungen der Heizspannung reagieren, mit der ihre Heizelemente versorgt werden. Andererseits stellen elektrische Heizungen ihrerseits Verbraucher mit hohen Leistungsanforderungen dar, so dass
25 ein schwankender, beispielsweise gepulster, Heizbetrieb sich negativ auf die Stabilität der Spannungsversorgung auswirken kann. Beispielsweise können in einer elektrischen Heizung Rippelströme entstehen, die sich über ein elektrisches Netz ausbreiten können, an welches die Heizung angeschlossen ist.

30 Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine elektrische Heizung bereitzustellen, die auch bei unterschiedlichen Versorgungsspannungen oder einer veränderlichen Versorgungsspannung effizient und genau gesteuert werden kann. Es soll auch ein Fahrzeug mit einer derartigen Heizung sowie ein effizientes Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung bereitgestellt werden.

35

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

- 5 Im Rahmen dieser Beschreibung ist als eine elektrische Heizung eine Heizung zu verstehen, die elektrische Energie in Wärme umsetzt, um ein Medium oder ein Volumen direkt oder indirekt zu heizen. Ein derartiges Medium kann ein Fluid sein, etwa ein Gas wie Luft oder eine Flüssigkeit wie Wasser. Die elektrische Heizung ist insbesondere für einen mobilen Einsatz vorgesehen, beispielsweise für ein Fahrzeug, etwa einem Elektro-Fahrzeug.
- 10 Zur Umsetzung von elektrischer Energie in Wärme kann beispielsweise eine Widerstandsheizeinrichtung verwendet werden. Eine Widerstandsheizeinrichtung kann einen oder mehrere elektrische Widerstände oder Heizelemente aufweisen, die parallel und/oder seriell zueinander geschaltet sein können. Eine Widerstandsheizeinrichtung kann dabei als Anordnung von Heizwiderständen angesehen werden, die einen festen, bestimmten
- 15 Heizwiderstandswert bereitstellt. Die Widerstände oder Heizelemente einer Widerstandsheizeinrichtung können zueinander parallel geschaltet sein. Ein elektrischer Widerstand, der Wärme erzeugt, wenn ein elektrischer Strom ihn durchfließt, kann als Heizwiderstand oder Heizelement angesehen werden. Ein derartiger Heizwiderstand einer Widerstandsheizeinrichtung ist im Allgemeinen mit einem im Vergleich zu Leitungswiderständen hohen
- 20 Widerstandswert ausgestattet. Ein Heizwiderstand kann beispielsweise in Form eines zu einer Spule gewickelten Leitungsdrahtes oder Heizdrahtes ausgebildet sein. Eine Widerstandsheizeinrichtung kann dadurch gekennzeichnet sein, dass ein Großteil beziehungsweise der größte Teil der von ihr erzeugten Wärme über einen oder mehrere elektrische
- 25 Widerstände erzeugt wird. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass von einer Widerstandsheizeinrichtung umgesetzte elektrische Leistung im Wesentlichen oder größtenteils in Wärme umgesetzt wird. Der zum Erzeugen von Wärme oder zum Erwärmen eines zum Erwärmen vorgesehenen Mediums oder Volumens wirksame Widerstandswert einer Widerstandsheizeinrichtung oder eines Heizwiderstands kann als Heizwiderstandswert bezeichnet werden. Eine derartige Widerstandsheizeinrichtung oder ein Heizwiderstand kann
- 30 insbesondere ein metallisches und/oder leitendes Material umfassen oder daraus hergestellt sein. Das Material und/oder ein Heizwiderstand können einen im Wesentlichen mit der Temperatur linear steigenden elektrischen Widerstand aufweisen. Es kann insbesondere zweckmäßig sein, wenn ein Heizwiderstand oder eine Widerstandsheizeinrichtung ein Kaltleitermaterial aufweist oder aus einem solchen hergestellt ist. Beispielsweise kann ein
- 35 Heizwiderstand in Dickfilmtechnologie hergestellt sein. Das Material kann nichtkeramisch sein. Eine Spannungsquelle oder Stromquelle kann eine Heizspannung oder einen Heiz-

strom für die elektrische Heizung bereitstellen. Dabei kann insbesondere ein Bordnetz eines Fahrzeugs, insbesondere eines Elektrofahrzeugs, als Spannungsquelle einer Heizspannung dienen. Die Spannungsversorgung kann durch eine Batterie oder einen Akkumulatormulatore bereitgestellt sein, beispielsweise eine Fahrzeugbatterie. Die Heizspannung oder

5 Versorgungsspannung kann eine Gleichspannung sein. Als eine Heizspannung oder Versorgungsspannung kann diejenige Spannung angesehen werden, die zur Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme an eine oder mehrere Widerstandsheizeinrichtungen oder Heizwiderstände angelegt wird. Eine Spannungsversorgung kann eine nominale Spannung oder Versorgungsspannung bereitstellen. Es kann vorgesehen sein, dass eine

10 Spannungsversorgung eine maximale Spannung bereitstellt. Das Verbinden einer oder mehrerer elektrischen Komponenten wie beispielsweise einer Widerstandsheizeinrichtung mit einer Spannungsversorgung kann das anschließen, verbinden und/oder schalten der Komponente oder der Komponenten derart umfassen, dass sie mit einem ersten Pol der Spannungsversorgung und mit einem zweiten Pol der Spannungsversorgung verbunden

15 sind, so dass eine stromleitende Verbindung zwischen diesen Polen über die Komponente oder die Komponenten entsteht. Eine Widerstandsheizung, die nicht in stromleitfähigen Kontakt mit der Spannungsversorgung steht, durch die also kein Strom zu fließen vermag, kann als nicht mit der Spannungsversorgung verbunden angesehen werden. Insbesondere kann eine nicht mit der Spannungsversorgung verbundene Widerstandsheizeinrichtung

20 oder einer nicht von Strom durchflossene Widerstandsheizeinrichtung nicht für einen Heizbetrieb eingesetzt werden. Diese maximale Spannung kann der Nominalspannung gleich sein, oder geringfügig, insbesondere um 1%, 5%, 7%, 10% oder 20% darüber liegen. Eine Nominalspannung kann über oder bei 250V, 400V, 500V, 550V, 600V oder 650V liegen. Die hierin erwähnten Spannungswerte, insbesondere die Grenzwerte, können

25 als Betragswerte von Spannungen angesehen werden. Somit wäre in üblicher Weise eine Spannung von -250V als größer anzusehen als eine Spannung von -50V, da ihr Betrag größer ist. Ob ein Spannungswert unterhalb oder oberhalb eines Grenzwertes liegt kann beispielsweise dadurch überprüft werden, ob eine entsprechende Änderung des Spannungswertes vorliegt. Es ist vorstellbar, dass die Versorgungsspannung zeitlich nicht

30 konstant ist, etwa dann, wenn bei einem Einsatz durch das Zuschalten von Verbrauchern ein Einbruch einer Spannung unter eine Nominalspannung auftritt. Eine elektrische Heizung kann pulsweitenmoduliert betrieben werden. In diesem Fall können über eine oder mehrere Pulsweitenmodulationseinrichtungen die elektrische Heizung und/oder die Widerstandsheizeinrichtung oder Widerstandsheizeinrichtungen einer elektrischen Heizung derart

35 angesteuert sein, dass sie gemäß einem oder mehreren Pulssteuersignalen betrieben sind. Insbesondere kann ein Stromfluss durch eine Widerstandsheizeinrichtung oder einen

Heizwiderstand gemäß einem Pulssteuersignal erfolgen. Dabei kann etwa ein Transistor gemäß dem Pulssteuersignal einen Stromfluss durch eine Widerstandsheizeinrichtung ermöglichen. Ein solcher Transistor kann beispielsweise ein Bipolartransistor mit isolierter Gate-Elektrode (engl: insulated-gate bipolar transistor; IGBT), ein Metall-Oxid-Halbleiter-
5 Feldeffekttransistor (engl: metal oxide semiconductor field-effect transistor; MOSFET) oder ein Transistor anderer Bauart sein. Eine Pulsweitenmodulationseinrichtung kann einen oder mehrere Transistoren aufweisen, die durch unterschiedliche oder gleiche Pulssteuersignale angesteuert sein können. Ein Pulssteuersignal kann periodisch sein. Es kann einen oder mehrere Nulldurchläufe pro Periode aufweisen. Es ist vorstellbar, dass ein Pulssteuersignal im Wesentlichen ein Rechtecksignal ist. Unterschiedliche Pulssteuersignale
10 können sich insbesondere hinsichtlich ihrer Phasen unterscheiden. Als ein Maß einer Pulsweitenmodulation kann ein Prozentwert angegeben sein. Der Prozentwert kann dabei den Anteil an einer Periode oder an einem Zeitraum beschreiben, in dem ein Pulssteuersignal einen Stromfluss durch eine Widerstandsheizeinrichtung oder einen Heizwiderstand ermöglicht. In diesem Zusammenhang kann ein zeitlich konstantes Signal als ein Signal mit einer Pulsweitenmodulation von 100% angesehen werden. Es kann vorgesehen sein, dass eine Pulsweitenmodulationseinrichtung keinen Stromfluss durch eine oder mehr als eine zugeordnete Widerstandsheizeinrichtung zulässt, wenn nicht ein entsprechendes Pulssteuersignal anliegt. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Pulssteuersignal
15 zum Ermöglichen eines Stromflusses anliegt, wenn das Pulssteuersignal eine vorbestimmte Amplitude oder einen vorbestimmten Amplitudenbetrag aufweist oder überschreitet. Eine elektrische Heizung kann dazu ausgelegt sein, eine Heizleistung in einem bestimmten Leistungsbereich bereitzustellen. Insbesondere kann eine elektrische Heizung für eine maximale Heizleistung ausgelegt sein. Die maximale Heizleistung kann auf eine maximale und/oder nominale Versorgungsspannung abgestimmt sein. Es kann zweckmäßig sein, wenn die maximale Heizleistung etwa 3000W, 4000W, 5000W, 6000W oder 7000W beträgt oder übersteigt. Eine elektrische Heizung kann bezüglich der Heizleistung einstellbar sein. Es kann vorgesehen sein, dass eine gewünschte oder geforderte Heizleistung einstellbar ist. Dazu kann eine Einstellvorrichtung zum Einstellen der gewünschten Heizleistung
20 vorhanden sein. Eine Schalteinrichtung kann ein oder mehrere Schaltelemente oder Schalter aufweisen. Für derartige Schalter oder Schaltelemente einer Schalteinrichtung wie beispielsweise Transistoren oder einen Relaisschalter gilt allgemein, dass sie sich in einem „An“-Zustand befinden können, wenn ein Steuersignal oder Schaltsignal an sie gelegt wird, so dass sie einen bestimmten Stromdurchfluss ermöglichen. Für Transistoren kann dies insbesondere bedeuten, dass ein Steuersignal an einem Steuereingang („Gate“) anliegt, um über den Eingang und den Ausgang des Transistors einen Stromfluss zu er-
25
30
35

lauben. Für elektromechanische Schalter oder Schaltelemente kann ein Schaltsignal oder Steuersignal auf einen Elektromagneten wie eine Spule wirken, um eine gewünschte Schalterposition zu erreichen.

5 Allgemein kann eine elektrische Heizung mindestens eine erste Widerstandsheiz-
einrichtung und eine zweite Widerstandsheiz-
einrichtung aufweisen. Die elektrische Heizung kann
mindestens eine Pulsweitenmodulationseinrichtung aufweisen, die es vermag, die erste
Widerstandsheiz-
einrichtung und/oder die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung pulsweiten-
10 moduliert zu betreiben, sowie mindestens eine Schalteinrichtung. Es kann vorgesehen
sein, dass die Pulsweitenmodulationseinrichtung separat von der Schalteinrichtung aus-
gebildet ist. Es ist auch vorstellbar, dass die Schalteinrichtung die Pulsweitenmodulation-
einrichtung umfasst. Die Schalteinrichtung kann dazu ausgebildet sein, für einen Heizbe-
trieb die erste Widerstandsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung
15 wahlweise zwischen einem ersten Heizmodus, in welchem die erste Widerstandsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung elektrisch seriell geschaltet sind, und
einem zweiten Heizmodus umzuschalten, in welchem die erste Widerstandsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung elektrisch parallel geschaltet sind. Je
nach Heizmodus und/oder Schaltzustand der Schalteinrichtung bieten somit die erste Wi-
derstandsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung einen unterschiedli-
20 chen Gesamtheizwiderstand, der sich entsprechend auf das Heizverhalten der elektri-
schen Heizung auswirkt. Im ersten und/oder zweiten Heizmodus können die erste Wider-
standsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung nach Maßgabe der Puls-
weitenmodulationseinrichtung stromleitend mit einer Spannungsversorgung verbunden
sein, so dass ein Heizstrom durch sie hindurchfließt oder hindurchfließen kann. Im zweiten
25 Heizmodus, wenn die erste Widerstandsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung elektrisch parallel geschaltet sind, ergibt sich für die Heizung ein insgesamt
niedrigerer Gesamtheizwiderstand als im ersten Heizmodus, in welchem die erste Wider-
standsheiz-
einrichtung und die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung elektrisch seriell ge-
schaltet sind. Durch die beschriebene Anordnung ergibt sich eine kompakte Konstruktion
30 der Heizung, die wenig Bauraum beansprucht. Die elektrische Heizung lässt sich auch bei
zeitlich veränderlicher Versorgungsspannung effizient betreiben. Insbesondere ermögli-
chen die unterschiedlichen Heizmodi eine Anpassung des Heizbetriebs an unterschiedli-
che geforderte Heizleistungen und variierende Versorgungsspannungen derart, dass sich
eine verbesserte Steuerung der Heizleistung durch die Pulsweitenmodulation ergibt. Die
35 Heizwiderstandswerte der ersten Widerstandsheiz-
einrichtung und der zweiten Wider-
standsheiz-
einrichtung können im Wesentlichen gleich sein, oder sie können unterschied-

lich ausgelegt sein. Bei gleichen Heizwiderstandswerten ergibt sich eine besonders unkomplizierte Handhabung und Steuerung der elektrischen Heizung. Die Widerstandsheiz-
einrichtungen, insbesondere Heizwiderstände der Widerstandsheizeinrichtungen, können
in Kontakt mit einem zu erwärmendem Medium stehen. Das Medium kann ein Fluid sein,
5 etwa ein Gas wie beispielsweise Luft oder eine Flüssigkeit wie beispielsweise Wasser. Es
kann vorgesehen sein, dass Heizwiderstände der Widerstandsheizeinrichtungen, die zum
Kontakt mit einem zu erwärmenden Medium vorgesehen sind, durch eine geeignete elekt-
rische Isolierung gegenüber dem Medium, insbesondere gegenüber Wasser, isoliert sind.
Dabei kann es zweckmäßig sein, wenn die Isolierung eine gute thermische Leitfähigkeit
10 aufweist. Die elektrische Heizung kann zwei unabhängig voneinander schaltbare Ab-
schaltpfade aufweisen. Ein erster Abschaltpfad kann durch die Pulsweitenmodulationsein-
richtung bereitgestellt sein. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, wenn die Pulswei-
tenmodulationseinrichtung dann, wenn sie nicht bestromt ist oder kein Pulssteuersignal an
ihr anliegt, einen Heizbetrieb der Heizung unterbricht oder nicht zulässt. Es kann auch
15 vorgesehen sein, dass für den Fall, dass mehrere Pulssteuersignale und/oder Pulssteuer-
signalpfade verwendet werden, die Pulsweitenmodulationseinrichtung die Heizung ab-
schaltet, wenn für bestimmte Heizmodi ein bestimmtes Pulssteuersignal nicht anliegt, etwa
weil eine Fehlfunktion vorliegt. Ein zweiter Abschaltpfad kann durch die Schalteinrichtung
bereitgestellt sein. Es kann zweckmäßig sein, wenn die Schalteinrichtung im unbestrom-
20 ten Zustand und/oder dann, wenn kein Schaltsignal anliegt und/oder ein bestimmtes
Schaltsignal nicht anliegt, die Heizung abschaltet oder die Stromversorgung zu der ersten
Widerstandsheizeinrichtung und/oder der zweiten Widerstandsheizeinrichtung unterbricht
oder nicht zulässt. Die Schalteinrichtung kann ein, zwei oder mehr unabhängig voneinan-
der schaltbare Schaltelemente aufweisen. Die Schaltelemente können elektrome-
25 sche und/oder Halbleiter-Schaltelemente sein. Die Pulsweitenmodulationseinrichtung kann
ein, zwei oder mehr unabhängig voneinander schaltbare Elemente aufweisen, die insbe-
sondere Halbleiterelemente sein können.

Es kann vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung es ferner vermag, für einen Heizbe-
30 trieb die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung in
einen dritten Heizmodus zu schalten, in welchem die erste Widerstandsheizeinrichtung
oder die zweite Widerstandsheizeinrichtung allein betrieben ist. Die allein betriebene Wi-
derstandsheizeinrichtung kann derart geschaltet sein, dass sie nach Maßgabe der Puls-
weitenmodulationseinrichtung stromleitend mit einer Spannungsversorgung verbunden ist,
35 so dass ein Heizstrom durch sie hindurchfließt oder hindurchfließen kann. Insbesondere
kann vorgesehen sein, dass die im dritten Heizmodus nicht betriebene Widerstandsheiz-

einrichtung in diesem Heizmodus abgeschaltet ist oder nicht stromleitend mit einer Versorgungsspannung verbunden ist. Somit kann für den Heizbetrieb ein zusätzlicher Heizwiderstandswert verwendet werden, der nur von der ersten Widerstandsheizeinrichtung oder der zweiten Widerstandsheizeinrichtung abhängt. Es kann zweckmäßig sein, die Schalteinrichtung derart auszubilden, dass sie es vermag, in einem dritten Heizmodus die erste Widerstandsheizeinrichtung für einen Alleinbetrieb zu schalten und für einen vierten Heizmodus die zweite Widerstandsheizeinrichtung für einen Alleinbetrieb zu schalten. Somit kann eine Redundanz der Widerstandsheizeinrichtungen verwirklicht werden. Darüber hinaus kann für den Fall, dass die Widerstandswerte der ersten Widerstandsheizeinrichtung und der zweiten Widerstandsheizeinrichtung unterschiedlich sind, ein weiterer Heizwiderstandswert für einen Heizbetrieb verwendet werden.

Die Schalteinrichtung kann als eine Relaisschaltung ausgebildet sein. Insbesondere können ein oder mehr elektrisch betätigte oder betätigbare mechanische Schalter als Relais-elemente vorgesehen sein, um zwischen den Heizmoden umzuschalten. Ein solcher Schalter kann als Schaltelement der Schalteinrichtung vorgesehen sein. Dies ermöglicht eine robuste Konstruktion der Heizeinrichtung. Es kann zweckmäßig sein, dass die Schalteinrichtung zusätzlich ein oder mehrere schaltbare Halbleiterelemente als Schaltelemente aufweist.

Die Schalteinrichtung kann als eine Quasi-Vollbrücke ausgebildet sein. Dabei können im Wesentlichen Halbleiterschaltelemente eingesetzt sein. Eine derartige Quasi-Vollbrücke ist kostengünstig und platzsparend. Des Weiteren treten bei einer derartigen Lösung keine eventuell störenden Schaltgeräusche auf.

Bei einer Weiterbildung kann der Heizwiderstandswert der ersten Widerstandsheizeinrichtung dem Heizwiderstandswert der zweiten Widerstandsheizeinrichtung im Wesentlichen gleich sein. Somit ergibt sich ein symmetrischer und besonders einfacher Aufbau der elektrischen Heizung.

Im ersten Heizmodus und/oder im zweiten Heizmodus können die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung an eine gemeinsame Stromquelle angeschlossen sein. Somit lassen sich eine einfache Steuerung und ein einfacher Betrieb der elektrischen Heizung erreichen.

Insbesondere kann die elektrische Heizung eine Steuereinrichtung aufweisen oder an eine Steuereinrichtung angeschlossen oder anschließbar sein. Die Steuereinrichtung kann beispielsweise als eine elektronische Steuereinrichtung mit einem geeigneten Mikrocontroller oder Steuerchip ausgebildet sein. Es kann dabei zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung mit einer übergeordneten Steuereinrichtung kommuniziert und/oder als eine gemeinsame Steuereinrichtung ausgebildet ist, die neben der elektrischen Heizung auch andere Einrichtungen zu steuern vermag. Beispielsweise kann die Steuereinrichtung der elektrischen Heizung mit einem Bordrechner eines Fahrzeugs verbunden sein, etwa über ein geeignetes Fahrzeugkommunikationsnetzwerk wie einem Bussystem, insbesondere einem CAN-Bus oder LIN-Bus. Es ist auch vorstellbar, dass die Steuereinrichtung der elektrischen Heizung direkt in ein Bordcomputersystem eines Fahrzeugs oder eine Klimatisierungseinrichtung des Fahrzeugs integriert ist. Die Steuereinrichtung kann mit einer Einstelleinrichtung zum Einstellen einer geforderten Heizleistung verbunden sein. Es ist vorstellbar, dass die Einstelleinrichtung eine Benutzerschnittstelle aufweist, über die ein Benutzer die geforderte Heizleistung direkt oder indirekt einstellen oder beeinflussen kann. Die Steuereinrichtung kann über Ausgänge mit der Schalteinrichtung und/oder der Pulsweitenmodulationseinrichtung verbunden sein. Insbesondere kann die Steuereinrichtung dazu ausgebildet sein, die Schalteinrichtung oder Schaltelemente der Schalteinrichtung durch Schaltsignale anzusteuern. Es kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die Pulsweitenmodulationseinrichtung durch entsprechende Pulssteuersignale ansteuert.

Die Steuereinrichtung kann dazu eingerichtet sein, die Schalteinrichtung und/oder die Pulsweitenmodulationseinrichtung basierend auf einem Spannungswert einer Versorgungsspannung und/oder einer geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung anzusteuern. Somit kann die elektrische Heizung auf unterschiedliche Werte der Versorgungsspannung gut reagieren und auch bei unterschiedlichen Werten der Heizspannung oder der Versorgungsspannung effizient und genau gesteuert werden. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, die Schalteinrichtung für einen Heizmodus anzusteuern, der bei einer bestimmten geforderten Heizleistung und/oder gegebener Versorgungsspannung einen Betrieb mit möglichst hoher Pulsweitenmodulation ermöglicht, also möglichst hohem Heizanteil während einer Periode. Dies kann erreicht werden, indem die Heizung oder die Schalteinrichtung in einen Heizmodus geschaltet wird, in dem der Gesamtheizwiderstand bei gegebener Versorgungsspannung der höchste einstellbare Gesamtwiderstand ist, bei dem sich die geforderte Heizleistung bereitstellen lässt. Somit kann ein möglichst hoher Anteil einer Pulsperiode zum Heizen verwendet werden. Die Steuereinrichtung kann dazu eingerichtet sein, mit einem oder

mehreren Sensoren zu kommunizieren. Es kann zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung an einen Spannungssensor angeschlossen ist. Der Spannungssensor kann zur Messung der Heizspannung ausgebildet sein. Es ist vorstellbar, dass der Spannungssensor ein Spannungssignal an die Steuereinrichtung zu übertragen vermag, welches die
5 gemessene Spannung betrifft. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung es vermag, geeignete Schalt- und/oder Steuersignale an die Schalteinrichtung und/oder die Pulsweitenmodulationseinrichtung zu übertragen.

Ferner ist ein Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung vorstellbar, wobei es sich
10 bei der elektrischen Heizung um eine der hierin beschriebenen elektrischen Heizungen handeln kann. Für einen Heizbetrieb werden die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung wahlweise in einen ersten Heizmodus, für welchen die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung elektrisch
15 seriell geschaltet werden, oder in einen zweiten Heizmodus geschaltet, für welchen die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung elektrisch parallel geschaltet werden. Es kann vorgesehen sein, dass für einen Heizbetrieb die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung in einen dritten Heizmodus geschaltet werden, in welchem die erste Widerstandsheizeinrichtung oder die
20 zweite Widerstandsheizeinrichtung allein betrieben werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass die im dritten Heizmodus nicht betriebene Widerstandsheizeinrichtung für diesen Heizmodus abgeschaltet ist.

Insbesondere ist eine derartige elektrische Heizung mit mindestens einer ersten Widerstandsheizeinrichtung, einer zweiten Widerstandsheizeinrichtung und einer dritten Widerstandsheizeinrichtung beschrieben. Die Heizung weist mindestens eine Schalteinrichtung
25 auf, die dazu ausgebildet ist, für einen Heizbetrieb die erste Widerstandsheizeinrichtung, die zweite Widerstandsheizeinrichtung, die dritte Widerstandsheizeinrichtung wahlweise zwischen einem ersten Heizmodus, in welchem die erste Widerstandsheizeinrichtung, die zweite Widerstandsheizeinrichtung und die dritte Widerstandsheizeinrichtung elektrisch
30 seriell zueinander geschaltet sind, und einem zweiten Heizmodus umzuschalten, in welchem mindestens zwei der ersten Widerstandsheizeinrichtung, der zweiten Widerstandsheizeinrichtung und der dritten Widerstandsheizeinrichtung elektrisch parallel zueinander geschaltet sind. Je nach Heizmodus und/oder Schaltzustand bieten somit die Widerstandsheizeinrichtungen einen unterschiedlichen Gesamtheizwiderstand, der sich entsprechend auf das Heizverhalten der elektrischen Heizung auswirkt. Die Heizeinrichtung
35 kann ein oder mehrere Schaltelemente oder Schalter aufweisen, die der Schalteinrichtung

zugeordnet sein können. Es können ein oder mehrere Schalter pulsweitenmoduliert betreibbar sein, die als Pulsweitenmodulationseinrichtung angesehen werden können. Somit kann eine Pulsweitenmodulationseinrichtung ein Teil der Schalteinrichtung sein. Es versteht sich, dass allgemein durch Pulsweitenmodulation mehrerer Schalter eine Vermischung von Heizbetriebsmodi auftreten oder angesteuert werden kann, insbesondere wenn unterschiedliche Schalter unterschiedlich pulsweitenmoduliert angesteuert werden. Dabei kann jeweils der erste Heizmodus oder der zweite Heizmodus als Basismodus für eine Ansteuerung dienen, von dem gegebenenfalls in einen oder mehrere andere Heizmodi gewechselt wird. Jedoch kann vorgesehen sein, dass bei einer Vermischung der Heizmodi nicht zwischen dem ersten Heizmodus und dem zweiten Heizmodus umgeschaltet wird. Es kann eine gemeinsame Spannungsversorgung vorgesehen sein, mit welcher die Widerstandsheizeinrichtungen nach Maßgabe der Schalteinrichtung verbunden werden können. Die Schalteinrichtung kann einen als Hauptschalter vorgesehenen Schalter aufweisen, über den eine Bestromung der Widerstandsheizeinrichtungen erfolgt. Ein derartiger Schalter kann als Leistungstransistor, insbesondere als IGBT oder MOSFET ausgebildet sein. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass dann, wenn der Hauptschalter "Aus" geschaltet ist, eine Verbindung aller Widerstandsheizeinrichtungen mit einer Spannungsversorgung unterbrochen ist. Im "Aus"-Zustand eines Hauptschalters ist somit kein Heizbetrieb der Heizung möglich. Ein Hauptschalter kann in einer Leitung zwischen einem Pol einer Spannungsversorgung und einer Anordnung von Widerstandsheizeinrichtungen angeordnet sein. Es ist vorstellbar, dass ein Hauptschalter derart angeordnet ist, dass ein Stromfluss von der Spannungsversorgung zu einer oder mehreren, insbesondere allen, der Widerstandsheizeinrichtungen jeweils über den Hauptschalter erfolgen muss. Ein Hauptschalter kann pulsweitenmoduliert betrieben werden oder betreibbar sein. Somit kann durch einen Hauptschalter ein erster Abschaltpfad gegeben sein. Ein zweiter Abschaltpfad kann durch einen zweiten Hauptschalter gebildet sein, der in Serie mit dem ersten Hauptschalter zwischen den Polen einer Spannungsversorgung angeordnet sein kann. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass ein erster Hauptschalter einem ersten Pol einer Spannungsversorgung zugeordnet ist und ein zweiter Hauptschalter einem zweiten Pol der Spannungsversorgung zugeordnet ist. Hauptschalter können zweckmäßigerweise unabhängig voneinander ansteuerbar sein, so dass sich mindestens zwei voneinander unabhängige Abschaltpfade ergeben. Zumindest ein Hauptschalter kann als Schutzschalter ausgebildet sein, der einen maximalen Stromfluss von der Spannungsversorgung zu begrenzen vermag, etwa indem er bei Überschreiten eines bestimmten Stromflusses in seinen "Aus"-Zustand schaltet und den Stromfluss unterbricht. Ein Schutzschal-

ter kann beispielsweise als thermischer Schalter ausgebildet sein, der bei Erreichen einer bestimmten Temperatur einen Stromfluss unterbricht.

5 Es kann vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung dazu ausgebildet ist, in dem zweiten Heizmodus die erste Widerstandsheizeinrichtung, die zweite Widerstandsheizeinrichtung und die dritte Widerstandsheizeinrichtung parallel zueinander zu schalten. Somit kann im zweiten Heizmodus ein besonders niedriger Gesamtwiderstand bereitgestellt sein.

10 Die Schalteinrichtung kann dazu ausgebildet sein, für einen Heizbetrieb in einem dritten Heizmodus die erste oder zweite oder dritte Widerstandsheizeinrichtung unter Umgehung der anderen dieser Widerstandsheizeinrichtungen mit einer Spannungsversorgung zu verbinden. Somit kann eine der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheizeinrichtungen allein betrieben werden, ohne dass die jeweils anderen dieser Widerstandsheizeinrichtungen für einen Heizbetrieb mit der Spannungsversorgung verbunden sind.

15

Es kann vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung dazu ausgebildet ist, in mehreren Heizmodi jeweils eine der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheizeinrichtungen einzeln unter Umgehung der jeweils anderen dieser Widerstandsheizeinrichtungen für einen Heizbetrieb mit einer Spannungsversorgung zu verbinden. Insbesondere kann vorgesehen
20 sein, dass die Schalteinrichtung dazu ausgebildet ist, in einem dritten Heizmodus und in einem vierten Heizmodus jeweils eine dieser Widerstandsheizeinrichtungen einzeln unter Umgehung der jeweils anderen dieser Widerstandsheizeinrichtungen für einen Heizbetrieb mit einer Spannungsversorgung zu verbinden. Somit können in unterschiedlichen Heizmodi die erste oder zweite oder dritte Widerstandsheizeinrichtung jeweils einzeln zum
25 Heizen des zu erwärmenden Mediums verwendet werden. Es kann ein dritter Heizmodus definiert sein, in welchem nur die erste Widerstandsheizeinrichtung für einen Heizbetrieb mit der Spannungsversorgung verbunden ist. In einem vierten Heizmodus kann nur die dritte Widerstandsheizeinrichtung für einen Heizbetrieb mit der Spannungsversorgung verbunden sein. Es ist ein fünfter Heizmodus vorstellbar, in welchem nur die zweite Wi-
30 derstandsheizeinrichtung für einen Heizbetrieb mit der Spannungsversorgung verbunden ist. Dabei kann eine Heizung für einen Betrieb in einem oder mehreren dieser Heizmodi ausgebildet sein. Insbesondere ist es vorstellbar, dass die Schalteinrichtung nur eine oder zwei der Widerstandsheizeinrichtungen jeweils einzeln anzusteuern vermag. Beispielsweise kann dann, wenn die Schalteinrichtung die erste und dritte Widerstandsheizeinrichtung
35 jeweils einzeln für einen Heizbetrieb mit einer Spannungsversorgung zu verbinden vermag, aber nicht die zweite Widerstandsheizeinrichtung, die Heizung in dem dritten Heiz-

modus und dem vierten Heizmodus betreibbar sein, aber nicht für einen Betrieb in dem fünften Heizmodus ausgebildet sein. Die Schalteinrichtung kann dazu ausgebildet sein, die Heizung zwischen vier der erwähnten Heizmodi umzuschalten, beispielsweise zwischen dem ersten, zweiten, dritten und vierten Heizmodus oder dem ersten, zweiten, dritten und fünften Heizmodus. Ein Schaltbereich mit vier Heizmodi kann auf einfache Art mit zwei Schaltern erreicht werden, zu denen zusätzlich ein oder mehrere Hauptschalter eingesetzt werden können. Somit kann insbesondere erreicht werden, dass im ersten Heizmodus ein hoher Gesamtwiderstand durch die serielle Schaltung der Widerstandsheiz-
5 einrichtungen erreicht wird. Im zweiten Heizmodus ergibt sich durch die parallele Schaltung ein niedriger Widerstandswert. Der Gesamtwiderstand im dritten und gegebenenfalls vier-
10 ten oder fünften Heizmodus liegt jeweils zwischen dem Gesamtwiderstand im ersten Heizmodus und dem Gesamtwiderstand im zweiten Heizmodus und hängt jeweils von den einzelnen Widerstandsheiz-
einrichtungen zugeordneten Widerstand ab. Bei unterschiedlichen Widerständen der Widerstandsheiz-
einrichtungen lässt sich somit auf einfache Art ein
15 großer Widerstandsbereich abdecken. Insbesondere für den Fall, dass eine der Widerstandsheiz-
einrichtungen, etwa die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung, nicht für einen einzelnen Heizbetrieb vorgesehen ist, kann diese mit einem Heizwiderstandswert ausgebildet
sein, der höher ist als der Heizwiderstandswert mindestens einer oder jeder der anderen
Widerstandsheiz-
einrichtungen. Es kann vorgesehen sein, dass eine nicht für einen Einzel-
20 einzelbetrieb vorgesehene Widerstandsheiz-
einrichtung nur parallel und/oder in Serienschaltung mit mindestens einer anderen der Widerstandsheiz-
einrichtungen für einen Heizbetrieb durch die Schalteinrichtung schaltbar oder betreibbar ist. Beispielsweise kann bei
einer Heizung, die nicht für einen Heizbetrieb im fünften Heizmodus ausgebildet ist, der
Heizwiderstandswert der zweiten Widerstandsheiz-
einrichtung, die nicht für einen Einzelbe-
25 trieb vorgesehen ist, höher sein als der Heizwiderstandswert der ersten Widerstandsheiz-
einrichtung und/oder der dritten Widerstandsheiz-
einrichtung. Somit kann die nicht für den Einzelbetrieb vorgesehene Widerstandsheiz-
einrichtung im Parallelbetrieb, also im zweiten
Heizmodus, und im Serienbetrieb der Widerstandsheiz-
einrichtungen, also im ersten Heiz-
modus, jeweils die gewünschte Leistungsauskopplung ermöglichen. Es kann beispielswei-
30 se vorgesehen sein, dass die erste Widerstandsheiz-
einrichtung einen Heizwiderstand von 20 Ohm aufweist, die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung einen Widerstand von 60 Ohm
und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung einen Widerstand von 30 Ohm. Im ersten Heiz-
modus kann somit ein Gesamtwiderstand von 110 Ohm bereitgestellt werden, während im
zweiten Heizmodus ein Gesamtwiderstand von 10 Ohm wirksam ist. Im dritten Heizmodus
35 kann in diesem Beispiel ein Gesamtwiderstand von 20 Ohm bereitgestellt werden, wäh-
rend im vierten Heizmodus ein Gesamtwiderstand von 30 Ohm wirksam ist, wenn die Hei-

zung für einen Betrieb in den erwähnten dritten und vierten Heizmodi ausgebildet ist, also jeweils die erste und dritte Widerstandsheizeinrichtung für einen Einzelbetrieb zu schalten vermag. Es kann allgemein vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung dazu ausgebildet ist, zum Erreichen einer geforderten Heizleistung bei gegebener Versorgungsspannung
5 zwischen dem ersten und dritten und/oder vierten und/oder fünften Heizmodus umzuschalten, um die Heizmodi zu mischen und die Widerstandsheizeinrichtungen zu entlasten. Es ist allgemein vorstellbar, dass die Schalteinrichtung dazu ausgebildet ist, zum Erreichen einer geforderten Heizleistung bei gegebener Versorgungsspannung zwischen dem zweiten und dritten und/oder vierten und/oder fünften Heizmodus umzuschalten, um
10 die Heizmodi zu mischen und die Widerstandsheizeinrichtungen zu entlasten. Somit kann für einen Heizbetrieb jeweils der erste oder zweite Heizmodus als eine Art Basismodus angesehen werden, in dem die erste, zweite und dritte Widerstandsheizeinrichtung verwendet werden, und von dem aus zur Entlastung in Heizmodi umgeschaltet wird, in denen jeweils nur eine Widerstandsheizeinrichtung betrieben wird.

15

Bei einer Weiterbildung kann die Schalteinrichtung einen ersten Schalter aufweisen, der mit einem ersten Pol einer Spannungsversorgung verbunden oder verbindbar ist, und der über die dritte Widerstandsheizeinrichtung und einen zweiten Schalter unter Umgehung der ersten Widerstandsheizeinrichtung und der zweiten Widerstandsheizeinrichtung mit
20 einem zweiten Pol der Spannungsversorgung elektrisch verbindbar ist. Somit kann ein Schaltpfad zwischen dem ersten und dem zweiten Pol der Spannungsversorgung über den ersten Schalter, die dritte Widerstandsheizeinrichtung und den zweiten Schalter gegeben sein, die in diesem Pfad seriell zueinander geschaltet sein können. Dieser Schaltpfad kann in dem erwähnten fünften Heizmodus für einen Heizbetrieb geschaltet sein.
25 Insbesondere ist es vorstellbar, dass der erste Schalter als Hauptschalter dient, über den ein Gesamtstrom verlaufen kann, der sich aus über die eingeschalteten Schaltpfade der Heizung verlaufenden Strömen zusammensetzt.

Die Schalteinrichtung kann einen dritten Schalter aufweisen, über den die erste Widerstandsheizeinrichtung unter Umgehung der zweiten Widerstandsheizeinrichtung und der dritten Widerstandsheizeinrichtung mit dem ersten Schalter und dem zweiten Pol der Spannungsversorgung elektrisch verbindbar ist. Somit kann ein zweiter Schaltpfad vorgesehen sein, der den ersten und den zweiten Pol der Spannungsversorgung über den ersten Schalter, die erste Widerstandsheizeinrichtung und den dritten Schalter miteinander
30 verbinden kann, wobei diese Komponenten in diesem Schaltpfad seriell angeordnet sein können. Dieser Schaltpfad kann in dem erwähnten dritten Heizmodus für einen Heizbe-
35

trieb geschaltet sein. Der zweite Schalter und der dritte Schalter können derart angeordnet sein, dass bei gleichzeitiger „An“-Schaltung dieser Schalter die erste Widerstandsheiz-
einrichtung, die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung parallel betrieben oder nach Abhängigkeit des Schaltzustands des ersten Schalters be-
5 treibar sind. Somit kann insbesondere bei Betätigung des ersten Schalters, des zweiten
Schalters und des dritten Schalters der zweite Heizmodus eingestellt sein. Es ist vorstell-
bar, dass dann, wenn der zweite und der dritte Schalter „Aus“ geschaltet sind, der erste
Heizmodus eingestellt ist.

10 Die Schalteinrichtung kann als eine Relaisschaltung ausgebildet sein. Insbesondere kön-
nen ein oder mehrere Schalter der Schalteinrichtung als Relaisschalter ausgebildet sein.
Beispielsweise können ein Schutzschalter und/oder der erste Schalter als elektromechani-
sche Relaisschalter ausgebildet sein.

15 Es kann vorgesehen sein, dass der erste Schalter pulsweitenmoduliert betreibbar ist. So-
mit kann der Heizbetrieb über den ersten Schalter pulsweise gesteuert werden.

Bei einer Weiterbildung kann vorgesehen sein, dass der zweite Schalter und/oder der drit-
te Schalter pulsweitenmoduliert betreibbar sind. Somit können die über diese Schalter
20 verlaufenden Schaltpfade direkt angesteuert und moduliert werden.

Ein Heizwiderstand der ersten Widerstandsheiz-
einrichtung kann sich von dem Heizwider-
standwert der zweiten Widerstandsheiz-
einrichtung und/oder einem Heizwiderstandswert
der dritten Widerstandsheiz-
einrichtung unterscheiden. Es kann vorgesehen sein, dass
25 sich die Heizwiderstandswerte der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheiz-
einrichtung voneinander unterscheiden. Somit kann eine große Vielzahl von möglichen Gesamtwi-
derstandswerten bereitgestellt werden. Der Heizwiderstandswert einer Widerstandsheiz-
einrichtung kann durch Parallelschaltung und/oder Serienschaltung von Einzelwiderständen
gegeben sein. Dabei können für die unterschiedlichen Widerstandsheiz-
einrichtungen glei-
30 chartige Widerstände mit einem gleichartigen Heizwiderstandswert in unterschiedlicher
serieller und/oder paralleler Anordnung vorgesehen sein. Es können auch Einzelwi-
derstände mit unterschiedlichen Heizwiderstandswerten verwendet werden. Es kann vorge-
sehen sein, dass zumindest zwei oder alle Widerstandsheiz-
einrichtungen gleiche Heizwi-
35 derstandswerte aufweisen, wodurch sich die Heizung leichter und kostengünstiger herstel-
len lässt.

Die elektrische Heizung kann eine Steuereinrichtung aufweisen oder an einer Steuereinrichtung angeschlossen oder anschließbar sein. Insbesondere kann die Steuereinrichtung dazu vorgesehen sein, die Schalteinrichtung oder Schalter der Schalteinrichtung anzusteuern. Die Steuereinrichtung kann dazu beispielsweise geeignete Schaltsignale und/oder
5 pulsweitenmodulierte Signale zur Ansteuerung der Schalter der Schalteinrichtung bereitstellen, insbesondere des ersten Schalters.

Es kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu einrichtet ist, die Schalteinrichtung basierend auf einem Spannungswert einer Versorgungsspannung und/oder einer
10 geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung zu steuern. Damit kann der für den Heizbetrieb verfügbare Gesamtwiderstand in Abhängigkeit von der vorhandenen Versorgungsspannung und/oder der Heizleistung gesteuert werden, wodurch sich eine optimierte Auslastung der Heizwiderstände beziehungsweise eines verfügbaren Modulationsbereiches ergibt. Die Versorgungsspannung kann durch eine Spannungsversorgung bereitgestellt
15 sein.

Weiterhin wird ein Verfahren zum Steuern einer hierin beschreibenden elektrischen Heizung beschreiben, bei dem die Schalteinrichtung für einen Heizbetrieb die erste Widerstandsheiz-
einrichtung, die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung und die dritte Widerstands-
20 heizeinrichtung wahlweise zwischen einem ersten Heizmodus, für welchen die erste Widerstandsheiz-
einrichtung, die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung elektrisch seriell zueinander geschaltet werden, und einem zweiten Heizmodus umschaltet, für welchen mindestens zwei der ersten Widerstandsheiz-
einrichtung, der zweiten Widerstandsheiz-
einrichtung und der dritten Widerstandsheiz-
einrichtung
25 elektrisch parallel zueinander geschaltet werden.

Allgemein kann bei den hierin beschriebenen Verfahren oder Heizungen vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung im ersten Heizmodus anzusteuern, wenn ein Spannungswert einer
30 Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen einem ersten Grenzwert und einem zweiten Grenzwert liegt, der unterhalb des ersten Grenzwertes liegt. Der erste Grenzwert kann beispielsweise ein Nominalwert einer Versorgungsspannung sein, oder um einen geeigneten Wert darüber liegen. Insbesondere kann der erste Grenzwert etwa 1%, 5%, 10%, 15% oder 20% über dem Nominalwert liegen. In diesem Fall entspricht der
35 erste Heizmodus im Wesentlichen einem Nominalbetriebsmodus, in dem sich die Versorgungsspannung im Bereich des Nominalwertes bewegt.

Die Steuereinrichtung kann allgemein dazu ausgelegt sein, die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung im zweiten Heizmodus anzusteuern, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung unterhalb eines dritten Grenzwertes liegt. Der dritte Grenzwert kann insbesondere kleiner oder gleich dem zweiten Grenzwert sein. Somit kann bei einer hohen Versorgungsspannung die Heizung im ersten Heizmodus betrieben werden, bei dem ein hoher Gesamtheizwiderstand vorliegt, da die Widerstandsheizeinrichtungen elektrisch seriell geschaltet sind. Eine Pulsweitenmodulation beispielsweise eines ersten Schalters, der als Hauptschalter ausgebildet sein kann, kann dabei derart durchgeführt werden, dass über eine möglichst lange Zeit einer Pulsperiode tatsächlich ein Heizstrom fließt. Bei einer gleichen geforderten Leistung und bei niedrigerer Versorgungsspannung kann die elektrische Heizung zu einem Betrieb im zweiten Heizmodus geschaltet sein, in welchem ein niedrigerer Gesamtheizwiderstand vorliegt.

15

Es kann allgemein vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung in einen dritten Heizmodus anzusteuern, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen dem dritten Grenzwert und einem vierten Grenzwert liegt, der größer ist als der dritte Grenzwert. Der vierte Grenzwert kann dabei insbesondere kleiner als ein zweiter Grenzwert sein, wie er oben erwähnt wird. Somit ergibt sich zwischen einem Betrieb mit parallel geschalteten Widerstandsheizeinrichtungen und seriell geschalteten Widerstandsheizeinrichtungen ein Heizmodus, bei dem nur eine der Widerstandsheizeinrichtungen zum Heizen verwendet wird. Dies bietet ein noch breiteres Spektrum an Betriebsmöglichkeiten. Selbstverständlich kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung dazu ausgelegt ist, die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung in einen vierten Heizmodus zu schalten, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen dem vierten Grenzwert und einem fünften Grenzwert liegt, der größer ist als der vierte Grenzwert. Dies kann besonders zweckmäßig sein, wenn sich die Widerstandswerte insbesondere der ersten Widerstandsheizeinrichtung und der zweiten Widerstandsheizeinrichtung voneinander unterscheiden. In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, im vierten Heizmodus die Widerstandsheizeinrichtung mit einem höheren Widerstandswert zum Heizen zu verwenden oder zu schalten, während im dritten Heizmodus die Widerstandsheizeinrichtung mit einem niedrigeren Heizwiderstand zum Heizen verwendet oder geschaltet wird.

35

Weiterhin ist ein Fahrzeug mit einer elektrischen Heizung vorstellbar, wie sie hierin beschrieben ist. Dabei kann eine Versorgungsspannung der elektrischen Heizung durch ein Bordnetz des Fahrzeugs bereitgestellt sein, welches als Spannungsversorgung dienen kann. Das Bordnetz kann somit eine Versorgungsspannung beispielsweise mit einem der
5 oben erwähnten Nominalwerte bereitstellen. Der Wert der Versorgungsspannung kann je nach Betriebszustand und/oder Art des Fahrzeugs beispielsweise in einem Bereich zwischen 0V, 100V, 150V, 200V, 250V, 300V und 350V und dem Nominalwert liegen. Insbesondere kann das Fahrzeug ein Elektro-Fahrzeug sein, bei dem der Einsatz einer elektrisch betriebenen Heizung besonders zweckmäßig sein kann.

10

Bei den hierin beschriebenen Verfahren kann es zweckmäßig sein, für einen dritten Heizmodus die erste Widerstandsheizeinrichtung für einen Alleinbetrieb zu schalten und für einen vierten Heizmodus die dritte Widerstandsheizeinrichtung für einen Alleinbetrieb zu schalten. Für einen fünften Heizmodus kann gegebenenfalls die zweite Widerstandsheizeinrichtung für einen Alleinbetrieb geschaltet werden. Das Schalten der Widerstandsheizeinrichtungen für den entsprechenden Heizmodus kann durch die Schalteinrichtung erfolgen. Im ersten Heizmodus und/oder im zweiten Heizmodus können die erste Widerstandsheizeinrichtung und die zweite Widerstandsheizeinrichtung und gegebenenfalls die dritte Widerstandsheizeinrichtung mit einer gemeinsamen Stromquelle und/oder Spannungsquelle verbunden werden. Es kann vorgesehen sein, dass die Schalteinrichtung zum Schalten der Heizmodi durch eine Steuereinrichtung angesteuert wird. Die Steuereinrichtung kann mit einer übergeordneten Steuereinrichtung kommunizieren und/oder als eine gemeinsame Steuereinrichtung ausgebildet sein, die neben der elektrischen Heizung auch andere Einrichtungen steuert. Es ist vorstellbar, dass die Steuereinrichtung mit einer
20 Einstelleinrichtung zum Einstellen einer geforderten Heizleistung verbunden werden und mit dieser kommunizieren kann. Die Steuereinrichtung kann die Schalteinrichtung und/oder die Pulsweitenmodulationseinrichtung basierend auf einem Spannungswert einer Versorgungsspannung und/oder einer geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung steuern. Insbesondere kann es zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung die Schalteinrichtung für einen Heizmodus oder Basismodus ansteuert, der bei einer bestimmten geforderten Heizleistung und/oder gegebener Versorgungsspannung einen Betrieb mit möglichst hoher Pulsweitenmodulation beispielsweise bei einem ersten Schalter ermöglicht, der als Hauptschalter angesehen sein kann. Somit kann ein möglichst hoher Heizanteil während einer Periode eingestellt werden. Dies kann erreicht werden, indem die Heizung oder die Schalteinrichtung in einen Heizmodus oder Basismodus geschaltet wird, in dem der Gesamtheizwiderstand bei gegebener Versorgungsspannung der höchste ein-
35

stellbare Gesamtwiderstand ist, bei dem sich die geforderte Heizleistung bereitstellen lässt. Die Steuereinrichtung kann mit einem oder mehreren Sensoren kommunizieren. Es kann zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung an einen Spannungssensor angeschlossen wird. Der Spannungssensor kann die Heizspannung messen. Es ist vorstellbar, dass der Spannungssensor ein Spannungssignal an die Steuereinrichtung überträgt, welches die gemessene Spannung betrifft. Die Steuereinrichtung kann die Schalteinrichtung basierend auf Signalen steuern, die sie von dem oder den Sensoren, insbesondere einem Spannungssensor, und/oder der Einstelleinrichtung empfängt. Es kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung im ersten Heizmodus ansteuert, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen einem ersten Grenzwert und einem zweiten Grenzwert liegt, der unterhalb des ersten Grenzwertes liegt. Die Steuereinrichtung kann die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung im zweiten Heizmodus ansteuern, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung unterhalb eines dritten Grenzwertes liegt. Der dritte Grenzwert kann insbesondere kleiner oder gleich dem zweiten Grenzwert sein. Eine Pulsweitenmodulation kann entsprechend dem Heizmodus, in welchem die Heizung betrieben wird, derart durchgeführt werden, dass über eine möglichst lange Zeit einer Pulsperiode tatsächlich ein Heizstrom fließt. Bei einer gleichen geforderten Leistung und bei niedrigerer Versorgungsspannung kann die elektrische Heizung zu einem Betrieb im zweiten Heizmodus geschaltet werden, in welchem ein niedrigerer Gesamtheizwiderstand vorliegt, um trotz der niedrigeren Versorgungsspannung die geforderte Heizleistung bieten zu können. Es kann zweckmäßig sein, wenn die Steuereinrichtung die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung in einen dritten Heizmodus ansteuert, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen dem dritten Grenzwert und einem vierten Grenzwert liegt, der größer ist als der dritte Grenzwert. Der vierte Grenzwert kann dabei insbesondere kleiner als ein zweiter Grenzwert sein, wie er oben erwähnt wird. Es kann vorgesehen sein, dass die Steuereinrichtung die Schalteinrichtung zu einem Betrieb der elektrischen Heizung in einen vierten Heizmodus ansteuert, wenn ein Spannungswert einer Versorgungsspannung der elektrischen Heizung zwischen dem vierten Grenzwert und einem fünften Grenzwert liegt, der größer ist als der vierte Grenzwert. Dies kann besonders zweckmäßig sein, wenn sich die Widerstandswerte der ersten Widerstandsheiz-einrichtung, der zweiten Widerstandsheiz-einrichtung und gegebenenfalls der dritten Widerstandsheiz-einrichtung voneinander unterscheiden. In diesem Zusammenhang kann vorgesehen sein, die Widerstandsheiz-einrichtung mit dem höheren Widerstandswert im vierten Heizmodus zum Heizen zu verwenden oder zu schalten, während die Wider-

standsheizeinrichtung mit dem niedrigeren Heizwiderstand im dritten Heizmodus zum Heizen verwendet oder geschaltet wird. Für die Grenzwerte und Spannungswerte gilt das mit Bezug auf die elektrische Heizung ausgeführte.

- 5 Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand bevorzugter Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

- 10 Figur 1 eine schematische Darstellung einer elektrischen Heizung mit einer Relais-schaltung;
- Figur 2 eine schematische Darstellung einer elektrischen Heizung mit einer Quasi-Vollbrücke;
- 15 Figur 3 ein Diagramm mit unterschiedlich gepulsten Heizströmen.
- Figur 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Variante einer elektrischen Heizung mit drei Widerstandsheizeinrichtungen;
- 20 Figur 5 eine Variante der in Fig. 4 gezeigten Heizung;
- Figur 6 eine weitere Variante der in Fig. 4 gezeigten Heizung;
- 25 Figur 7 noch eine Variante der in Fig. 4 gezeigten Heizung;
- Figur 8 eine Heizungsvariante mit einer größeren Anzahl von Widerstandsheizeinrichtungen;
- 30 Figur 9 eine Variante der Fig. 8 gezeigten Heizung mit einem zusätzlichen Schalter.

In Figur 1 ist schematisch eine elektrische Heizung 10 gezeigt. Die elektrische Heizung 10 weist einen ersten Heizwiderstand 12 und einen zweiten Heizwiderstand 14 auf, die in diesem Beispiel als erste Widerstandsheizeinrichtung und zweite Widerstandsheizeinrichtung dienen. Es ist ein erster Schalter 16 vorgesehen, der über eine Spule 17 zwischen

35

einem „An“-Zustand und einem „Aus“-Zustand umgeschaltet werden kann. Die Spule 17 kann über eine erste Schaltleitung 18 bestromt werden. Der erste Schalter 16 ist als Relaischalter ausgebildet. In Figur 1 ist der Schalter im „Aus“-Zustand gezeigt. Ferner ist ein zweiter Schalter 20 vorgesehen, der über eine Spule 21 zwischen einem „An“-Zustand und einem „Aus“-Zustand umgeschaltet werden kann. In Figur 1 ist der Schalter 20, der als Relaischalter ausgebildet ist, im „Aus“-Zustand dargestellt. Über eine zweite Schaltleitung 22 kann die Spule 21 bestromt werden, um den Schalter 20 umzuschalten. Der erste Schalter 16, der zweite Schalter 20 und die zugehörigen Spulen 17, 21 können als Elemente einer Schalteinrichtung angesehen werden. Die Schaltleitungen 18 und 22 sind an einen gemeinsamen Pol einer Schaltspannungsversorgung 24 angeschlossen. Dazu ist ein Schaltknoten 19 der Schaltleitungen 18 und 22 vorgesehen, der über die Schaltspulen 17, 21 an die Schaltleitungen 18 und 22 angeschlossen ist. Eine Schaltspannungsversorgung kann in diesem Beispiel ein Schaltpotential von 12 V für die Schaltleitungen 18, 22 bereitstellen. Bei Anlegen einer entsprechenden Schaltspannung über die Schaltleitung 18 kann die Spule 17 bestromt werden, so dass der erste Schalter 16 in den „An“-Zustand geschaltet wird. Analog kann durch Anlegen eines Spannungssignals auf die Schaltleitung 22 die Spule 21 bestromt werden, um den Schalter 20 umzuschalten.

Ferner sind Pole 26, 28 einer Spannungsversorgung für die elektrische Heizung 10 vorgesehen, über die eine Heizspannung bereitgestellt ist. Eine mit dem ersten Pol 26 der Spannungsversorgung verbundene Versorgungsleitung 30 verzweigt an einem Versorgungsknoten 32 in einen ersten Versorgungszweig 34 und einen zweiten Versorgungszweig 36. Der erste Versorgungszweig 34 ist mit dem ersten Schalter 16 verbunden. Der zweite Versorgungszweig 36 ist mit dem zweiten Schalter 20 verbunden. Über den ersten Schalter 16 kann der erste Versorgungszweig 34 mit einer ersten Heizleitung 38 verbunden werden, in welcher der erste Heizwiderstand 12 angeordnet ist. Ferner ist eine zweite Versorgungsleitung 40 vorgesehen, die an den zweiten Pol 28 der Spannungsversorgung angeschlossen ist. Die zweite Versorgungsleitung 40 verzweigt an einem zweiten Versorgungsknoten 42 in einen dritten Versorgungszweig 44 und einen vierten Versorgungszweig 46. Der dritte Versorgungszweig 44 der zweiten Versorgungsleitung 40 ist an den ersten Schalter 16 angeschlossen. Der erste Schalter 16 ist derart angeordnet, dass er im „Aus“-Zustand die Heizleitung 38 mit dem dritten Versorgungszweig 44 der zweiten Versorgungsleitung 40 verbindet. Im „An“-Zustand verbindet der erste Schalter 16 die Heizleitung 38 mit dem ersten Versorgungszweig 34 der ersten Versorgungsleitung 30. Der vierte Versorgungszweig 46 der zweiten Versorgungsleitung 40 ist über einen Heizknoten 48 mit der ersten Heizleitung 38 verbunden. Zwischen dem Heizknoten 48 und dem zweiten Ver-

sorgungsknoten 42 ist im vierten Versorgungszweig 46 der zweite Heizwiderstand 14 geschaltet. Der erste Heizwiderstand 12 ist zwischen dem Heizknoten 48 und dem ersten Schalter 16 in die Heizleitung 38 geschaltet. Der zweite Schalter 20 ist über eine Relaisleitung 50 an den Heizknoten 48 angeschlossen. Im „An“-Zustand verbindet der zweite Schalter 20 den zweiten Versorgungszweig 36 der ersten Versorgungsleitung 30 mit dem Heizknoten 48. Im „Aus“-Zustand wird über den zweiten Schalter 20 keine leitende Verbindung zwischen dem Heizknoten 48 und einer der Versorgungsleitungen 30, 40 hergestellt. Zwischen dem zweiten Versorgungsknoten 42 der zweiten Versorgungsleitung 40 und dem zweiten Pol der Versorgungsspannung 28 ist ferner eine Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 vorgesehen. Die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 ist dabei als Transistor ausgebildet, in diesem Beispiel als ein IGB-Transistor und kann als Hauptschalter angesehen werden. Über eine Steuerleitung 54 wird ein Pulsweitenmodulationssignal oder Pulssteuersignal als Steuersignal an die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 gegeben. Insbesondere können Eingang und Ausgang (Kollektor und Emitter) der Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 derart angeordnet sein, dass der Eingang an den zweiten Versorgungsknoten 42 und der Ausgang an den Pol 28 angeschlossen ist. Der Steuereingang (Gate) der Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 ist an die Steuerleitung 54 angeschlossen. Wird durch das Pulsweitenmodulationssignal oder Pulssteuersignal die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 auf Durchlass geschaltet, kann grundsätzlich ein Heizstrom zwischen den Polen 26, 28 der Spannungsversorgung fließen. Während der Zeiten, in denen kein Signal auf der Steuerleitung 54 anliegt, weil beispielsweise das Signal einen periodischen Nulldurchgang durchläuft oder überhaupt kein Signal anliegt, kann entsprechend kein Strom zwischen den Polen 26, 28 der Versorgungsspannung fließen. Somit wird über die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 ein erster Abschaltpfad der elektrischen Heizung 10 ermöglicht, denn ohne das Anlegen eines Pulsweitenmodulationssignals über die Steuerleitung 54 ist die elektrische Heizung 10 somit abgeschaltet. Das Pulssteuersignal kann ein Rechtecksignal sein. Die mit den Schaltleitungen 18, 22 und der Steuerleitung 54 verbundenen Pfeile stellen Ausgänge einer Steuereinrichtung dar, welche es vermag, Schaltsignale oder Pulssteuersignale auf die Schaltleitungen 18, 22 oder die Steuerleitung 54 zu legen. Die Steuereinrichtung steuert die Schalteinrichtung und/oder die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 basierend auf einem Spannungswert der über die Pole 26, 28 bereitgestellten Versorgungsspannung und/oder einer geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung an. Dazu gibt sie über ihre Ausgänge entsprechende Schaltsignale und/oder Steuersignale aus.

Die Schalteinrichtung der elektrischen Heizung 10, die in diesem Fall die Schalter 16 und 20 aufweist, kann wie folgt geschaltet werden:

5 Sind der erste Schalter 16 und der zweite Schalter 20 beide im „Aus“-Zustand, ist keine leitende Verbindung zwischen dem ersten Pol 26 und dem zweiten Pol 28 der Spannungsversorgung möglich. Somit ergibt sich über die Schalter 16, 20 ein zweiter Abschalt-
pfad, der vom ersten Abschaltpfad unabhängig schaltbar ist.

10 Befindet sich der erste Schalter 16 im „Aus“-Zustand, der zweite Schalter 20 aber im „An“-Zustand, sind der erste Heizwiderstand 12 und der zweite Heizwiderstand 14 parallel geschaltet. Der erste Versorgungsknoten 32 ist über den zweiten Schalter 20, den Heizknoten 48, den zweiten Heizwiderstand 14 und über den zweiten Versorgungsknoten 42 mit der zweiten Versorgungsleitung 40 stromleitend verbunden. Ferner ergibt sich über den
15 zweiten Versorgungszweig 36, den zweiten Schalter 20, den Heizknoten 48, den Heizwiderstand 12 in der Heizleitung 38 und den Schalter 16 eine dazu parallele stromleitende Verbindung der ersten Versorgungsleitung 30 mit der zweiten Versorgungsleitung 40. Denn der Schalter 16 verbindet im „Aus“-Zustand die Heizleitung 38 mit dem dritten Versorgungszweig 44 der zweiten Versorgungsleitung 40. Somit können der erste Heizwiderstand 12 und der zweite Heizwiderstand 14 parallel betrieben und nach Maßgabe der
20 Pulsweitenmodulationseinrichtung 52, die über die Steuerleitung 54 angesteuert wird, mit Heizstrom versorgt werden.

Befindet sich der erste Schalter 16 im „An“-Zustand und der zweite Schalter 20 im „Aus“-Zustand, ergibt sich über die erste Versorgungsleitung 30, den ersten Versorgungszweig
25 34, den „An“ geschalteten Schalter 16, die Heizleitung 38 mit dem ersten Heizwiderstand 12 über den Heizknoten 48, den vierten Versorgungszweig 46 mit dem zweiten Heizwiderstand 14 und den zweiten Versorgungsknoten 42 eine leitende Verbindung zwischen dem ersten Pol 26 der Spannungsversorgung mit dem zweiten Pol 28 der Spannungsversorgung. Somit werden der erste Heizwiderstand 12 und der zweite Heizwiderstand 14 seriell
30 mit Heizstrom versorgt und in einer Serienschaltung betrieben.

Befindet sich der erste Schalter 16 und der zweite Schalter 20 jeweils im „An“-Zustand, ergibt sich von der ersten Versorgungsleitung 30 über den ersten Versorgungsknoten 32, den zweiten Versorgungszweig 36, den zweiten Schalter 20, die Relaisleitung 50, den
35 Heizknoten 48, den vierten Versorgungszweig 46 mit dem zweiten Heizwiderstand 14 und den zweiten Versorgungsknoten 42 eine Verbindung zur zweiten Versorgungsleitung 40.

Somit kann der zweite Heizwiderstand 14 mit Strom versorgt werden. Der erste Heizwiderstand 12 in der Heizleitung 38 ist sowohl über den zweiten Schalter 20 und den zweiten Versorgungsweig 36 als auch über den ersten Schalter 16 und den ersten Versorgungsweig 34 an den ersten Versorgungsknoten 32 angeschlossen, so dass über dem
5 ersten Heizwiderstand 12 kein Spannungsabfall vorliegt. Daher wird in diesem Fall abhängig von der Ansteuerung der Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 nur der zweite Heizwiderstand 14 mit Strom versorgt und damit zum Heizen betrieben.

In diesem Beispiel ergeben sich geringe Schaltverluste, da lediglich die Pulsweitenmodulationseinrichtung 52 als Halbleiterstrecke ausgebildet ist, die eine nennenswerte Schaltlast erfordert. Die Schalter 16, 20 können als Relais im Wesentlichen lastfrei umgeschaltet werden. Darüber hinaus kann die Schalteinrichtung derart ausgelegt sein, dass sich die Relais bei defekter Steuerung, etwa dann, wenn die Relais stromlos werden, jeweils im „Aus“-Zustand befinden, wodurch die Heizwiderstände automatisch von der Versorgungsspannung getrennt sind.
10
15

Figur 2 zeigt eine schematische Darstellung einer Heizung 100 mit einer Quasi-Vollbrücke. Die elektrische Heizung 100 weist eine mit einem ersten Pol 102 einer Spannungsversorgung verbundene erste Versorgungsleitung 104 auf. An einem ersten Versorgungsknoten
20 106 verzweigt die erste Versorgungsleitung 102 in einen ersten Versorgungsweig 108 und in einen zweiten Versorgungsweig 110. Der erste Versorgungsweig 108 ist an einen hochseitigen ersten Schalttransistor 112 angeschlossen. Eine erste Heizleitung 114 verbindet den als IGB-Transistor ausgelegten hochseitigen ersten Schalttransistor 112 mit einem Heizknoten 116. Insbesondere können der Eingang (Kollektor) des ersten Schalttransistors 112 an den ersten Versorgungsweig 108 und der Ausgang (Emitter) an die
25 erste Heizleitung 114 angeschlossen sein. An den Heizknoten 116 sind hintereinander ein erster Heizwiderstand 118 und ein Eingang (Kollektor) eines ersten Pulsweitenmodulators 120 angeschlossen. Dieser niederseitige Pulsweitenmodulator 120 ist als IGB-Transistor ausgelegt. Der zweite Versorgungsweig 110 ist an den Eingang eines hochseitigen zweiten Schalttransistors 122 angeschlossen, der ebenfalls als IGB-Transistor ausgebildet ist. Der Ausgang des zweiten Schalttransistors 122 ist über eine Leitung 124 mit dem Eingang eines zweiten Pulsweitenmodulators 126 verbunden. In der Leitung 124 zwischen dem
30 zweiten Schalttransistor 122 und dem zweiten Pulsweitenmodulator 126 ist ein zweiter Heizknoten 128 vorgesehen. Vom zweiten Heizknoten 128 zweigt eine Heizleitung 130 ab, in die ein zweiter Heizwiderstand 132 geschaltet ist. Die Heizleitung 130 ist derart an den
35 ersten Heizknoten 114 angeschlossen, dass der zweite Heizwiderstand 132 zwischen

dem ersten Heizknoten 114 und dem zweiten Heizknoten 128 geschaltet ist. Die Ausgänge des ersten Pulsweitenmodulators 120 und des zweiten Pulsweitenmodulators 126 sind über Leitungen an einen gemeinsamen Ausgangsknoten 134 angeschlossen. Der Ausgangsknoten 134 wiederum ist mit einem zweiten Pol 136 der Spannungsversorgung verbunden. Somit sind die Ausgänge der Pulsweitenmodulatoren 120, 126 an den zweiten Pol 136 der Spannungsversorgung angeschlossen. Eine erste Schaltleitung 138 ist an den Steuereingang (Gate) des ersten Schalttransistors 112 angeschlossen, um diesen anzusteuern. Auf ähnliche Weise ist eine zweite Schaltleitung 140 an den Steuereingang des zweiten Schalttransistors 122 angeschlossen, um diesen anzusteuern. Über die Schaltleitungen 138, 140 können entsprechende Schaltsignale an die Schalttransistoren 112, 122 gegeben werden, um einen Stromdurchfluss von dem ersten Pol 102 der Spannungsversorgung über die Ein- und Ausgänge der Schalttransistoren 112, 122 zu ermöglichen. Eine erste Steuerleitung 142 ist an den Steuereingang des niederseitigen ersten Pulsweitenmodulators 120 angeschlossen. Nach Maßgabe eines pulsweitenmodulierten Signals kann über die erste Steuerleitung 142 der erste Pulsweitenmodulator 120 an- beziehungsweise ausgeschaltet werden. Eine zweite Steuerleitung 144 ist an den zweiten Pulsweitenmodulator 126 angeschlossen. Ähnlich wie der erste Pulsweitenmodulator 120 kann der zweite Pulsweitenmodulator 126 nach Maßgabe eines auf die zweite Steuerleitung 144 gelegten Signals an- oder ausgeschaltet werden. Der erste Pulsweitenmodulator 120 und der zweite Pulsweitenmodulator 126 sind separat und unabhängig voneinander ansteuerbar. Sie können als Elemente einer Pulsweitenmodulationseinrichtung angesehen werden. Insbesondere kann vorgesehen sein, dass der erste Pulsweitenmodulator 120 und der zweite Pulsweitenmodulator 126 durch um 180°-phasenverschobene pulsweitenmodulierte rechteckförmige Signale angesteuert werden, wie dies in Figur 2 durch die Wellenformen der Signale angedeutet ist. Dadurch ergibt sich insgesamt ein verringerter Ripplestrom, wodurch das Bordnetz eine stabilere Strom- beziehungsweise Spannungsversorgung bereitstellt. Befinden sich beide Pulsweitenmodulationseinrichtungen 120, 126 nicht im „An“-Zustand, so kann zwischen dem ersten Pol 102 der Spannungsversorgung und dem zweiten Pol 136 der Spannungsversorgung kein Strom fließen. Somit ergibt sich ein erster Abschaltpfad durch die unabhängig schaltbaren Pulsweitenmodulatoren 120, 126. Insbesondere ist bei Ausfall der Steuersignale für die Pulsweitenmodulatoren sichergestellt, dass die Heizung nicht betrieben wird. Ähnlich wie im Zusammenhang mit der Figur 1 erwähnt, sind die Schaltleitungen 138, 140 und die Steuerleitungen 142, 144 mit Ausgängen einer nicht näher bezeichneten Steuereinrichtung verbunden, welche es vermag, Schaltsignale oder Pulssteuersignale auf die Schaltleitungen 138, 140 oder die Steuerleitungen 142, 144 zu legen. Die Steuereinrichtung steuert die Schalteinrichtung

und/oder die Pulsweitenmodulationseinrichtung basierend auf einem Spannungswert der über die Pole 102, 136 bereitgestellten Versorgungsspannung und/oder einer geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung an. Dazu gibt sie über ihre Ausgänge entsprechende Schaltsignale und/oder Steuersignale aus. In diesem Beispiel können die Schalttransistoren 112, 122 als Elemente einer Schalteinrichtung angesehen werden. Der Heizwiderstand 118 entspricht einer ersten Widerstandsheizeinrichtung und der Heizwiderstand 132 einer zweiten Widerstandsheizeinrichtung.

Befindet sich der hochseitige erste Schalttransistor 112 im „Aus“-Zustand und der hochseitige zweite Schalttransistor 122 befindet sich im „An“-Zustand, ist zweckmäßigerweise nur die erste Pulsweitenmodulationseinrichtung 120 „An“ geschaltet. Dann ergibt sich ein Stromfluss vom ersten Pol 102 der Spannungsversorgung über den zweiten Versorgungszweig 110, den ersten Schalttransistor 122, den zweiten Heizknoten 128, die Heizleitung 130 mit dem zweiten Heizwiderstand 132, den ersten Heizknoten 114, den ersten Heizwiderstand 118 und den ersten Pulsweitenmodulator 120 zum Ausgangsknoten 134. Wenn der zweite Pulsweitenmodulator 126 in diesem Fall nicht angesteuert ist und im "Aus"-Zustand verbleibt, in welchem er keinen Strom leitet, sind der erste Heizwiderstand 118 und der zweite Heizwiderstand 132 bezüglich des Leitungspfades über den ersten Pulsweitenmodulator 120 in Serie geschaltet. Somit kann nach Maßgabe des an den ersten Pulsweitenmodulator 120 angelegten Steuersignals ein Heizstrom über die seriell geschalteten Heizwiderstände 118, 132 fließen. In diesem Zustand sollte ein Kurzschluss zwischen dem zweiten Schalttransistor 122 und dem zweiten Pulsweitenmodulator 126 vermieden werden, etwa indem die Steuereinrichtung den zweiten Pulsweitenmodulator 126 nicht in den „An“-Zustand versetzt.

25

In dem Fall, dass der erste Schalttransistor 112 in einen „An“-Zustand geschaltet ist und der zweite Schalttransistor 122 in den „Aus“-Zustand, ergeben sich je nach Ansteuerung der Pulsweitenmodulatoren 120, 126 verschiedene mögliche Strompfade. Wird nur der erste Pulsweitenmodulator 120 durch ein pulsweitenmoduliertes Steuersignal angesteuert, und der zweite Pulsweitenmodulator 126 bleibt ausgeschaltet, ergibt sich ein Strompfad vom ersten Pol 102 über die erste Versorgungsleitung 104, den ersten Versorgungsknoten 106, den ersten Schalttransistor 112, den ersten Heizknoten 114, den ersten Heizwiderstand 118 über den ersten Pulsweitenmodulator 120 zum Ausgangsknoten 134 und somit zum zweiten Pol 136 der Spannungsversorgung. Somit trägt nur der erste Heizwiderstand 118 zur Erwärmung bei. In dem Fall, dass die erste Pulsweitenmodulationseinrichtung 120 nicht angesteuert wird, aber dafür die zweite Pulsweitenmodulationseinrichtung 126, ergibt

35

sich ein Leitungspfad, in dem nur der zweite Heizwiderstand 132 von Strom durchflossen wird, nicht aber der erste Heizwiderstand 118. Werden beide Pulsweitenmodulationseinrichtungen 120, 126 in einen „An“-Zustand gesteuert, werden der erste Heizwiderstand 118 und der zweite Heizwiderstand 132 im Wesentlichen parallel durchströmt. Eine Parallelschaltung der Heizwiderstände 118, 132 ergibt sich streng genommen allerdings nur für
5 einen Fall, in dem die beiden Pulsweitenmodulationseinrichtungen 120, 126 gleichzeitig in einen „An“-Zustand geschaltet sind. Dies kann insbesondere der Fall sein, wenn die Signale zur Pulsweitenmodulierung der Pulsweitenmodulationseinrichtungen 120, 126 gleichphasig sind, oder eine hundertprozentige Pulsweitenmodulation vorliegt, in welcher sich
10 ein Puls über eine vollständige Pulsperiode erstreckt. Für eine phasenverschobene Ansteuerung können der erste Heizwiderstand 118 und der zweite Heizwiderstand 132 abwechselnd von Strom durchflossen sein, wenn nämlich einer der Pulsweitenmodulatoren 120, 126 sich gerade durch ein pulsweitenmoduliertes Signal in einem „An“-Zustand befindet, und der andere Pulsweitenmodulator 126 sich in einem „Aus“-Zustand befindet.
15 Dementsprechend liegt während solcher Zeiten keine Parallelschaltung im engeren Sinne vor.

Für das in Figur 2 gezeigte Beispiel ergibt sich durch die Möglichkeit, den ersten Schalttransistor 112 und den zweiten Schalttransistor 122 gleichzeitig in einen „Aus“-Zustand zu
20 schalten, ein separater zweiter Abschaltpfad, der zum ersten Abschaltpfad redundant ist und unabhängig von diesem geschaltet werden kann. Werden beide Schalttransistoren 112 und 122 in den „An“-Zustand geschaltet, können sich abhängig von der Ansteuerung der Transistoren unterschiedliche Strompfade ergeben. Auch in diesem Fall sollte ein Kurzschluss zwischen dem Schalttransistor 122 und dem Pulsweitenmodulator 126 vermieden werden, etwa durch geeignete Ansteuerung durch die Steuereinrichtung. Es kann
25 insbesondere generell vorgesehen sein, dass ein gleichzeitiger „An“-Zustand des zweiten Schalttransistors 122 und des zweiten Pulsweitenmodulators 126 durch die Steuereinrichtung vermieden oder untersagt wird. Wird der zweite Pulsweitenmodulator 126 im „Aus“-Zustand belassen, ergibt sich ein bevorzugter Strompfad über den ersten Heizwiderstand
30 118, der den Heizprozess dominiert.

Da der erste Schalttransistor 112 und der erste Pulsweitenmodulator 120 im Gegensatz zum zweiten Schalttransistor 122 und dem zweiten Pulsweitenmodulator 126 nicht direkt miteinander verbunden sind, sondern der Heizwiderstand 118 dazwischen geschaltet ist,
35 kann die in der Figur 2 gezeigte Schaltung als Quasi-Vollbrücke bezeichnet werden. Sie kann als reine Halbleiterlösung kompakt hergestellt werden. Es kann vorgesehen sein, die

vier Halbleiter-Schalter, also beispielsweise den ersten Schalttransistor 112, den zweiten Schalttransistor 122 und den ersten und zweiten Pulsweitenmodulator 120, 126 als Brückenmodul zu realisieren. In diesem Beispiel werden die Transistoren als IGB-Transistoren realisiert. Es ist jedoch möglich, jegliche geeignete Art von Transistoren zu verwenden.

Figur 3 zeigt eine Darstellung einer möglichen Pulsstromaufnahme bei unterschiedlichen Heizwiderstandswerten einer Schaltung. Es wird ein von der Spannungsversorgung bereitgestellter Heizstrom mit Stromstärke I in Ampere A in Abhängigkeit von der Zeit t in Millisekunden ms gezeigt. U bezeichnet die angelegte Heizspannung, P die Heizleistung, R_{last} den Gesamtheizwiderstand und PWM das Maß der Pulsweitenmodulation. Für die gezeigten Kurven I, II und III beträgt die Leistungsaufnahme der Heizung jeweils 1562 Watt. Dies entspricht der geforderten Heizleistung der Heizung. Allgemein lässt sich die Heizleistungsaufnahme P der Heizung darstellen als:

15

$$P = I_{\text{eff}}^2 \times R = (I_{\text{amp}} \times (vt)^{1/2})^2 \times R = I_{\text{amp}}^2 \times vt \times R,$$

wobei R den Gesamtwiderstand bezeichnet, I_{eff} die effektive, durch die Pulsmodulation modifizierte Stromstärke des Heizstroms, I_{amp} die maximale Stromstärke des Heizstroms und vt den Tastgrad der Pulsweitenmodulation, also das Verhältnis der Zeit, in der während einer Pulsperiode ein Heizstrom fließt, zur Dauer der Pulsperiode. Somit entsprechen die höchsten Stromstärkewerte einer Kurve in Figur 3 jeweils I_{amp}. In diesem Beispiel werden Heizströme mit rechteckiger Wellenform erzeugt.

Bei der Heizung kann es sich um eine der in Figur 1 oder Figur 2 gezeigten Heizungen handeln. Der erste Heizwiderstand und der zweite Heizwiderstand wurden jeweils mit einem Widerstand von etwa 20 Ohm ausgelegt. Für eine Parallelschaltung der Heizwiderstände ergibt sich somit eine Gesamtlast von etwa R_{last}=10 Ohm. Für eine Schaltung mit Einzellast, bei der nur ein Heizwiderstand mit Heizstrom versorgt wird, ergibt sich ein Heizwiderstandswert von etwa R_{last}=20 Ohm. Bei Serienschaltung der Heizwiderstände beträgt der Heizwiderstandswert etwa R_{last}=40 Ohm. Für alle 3 Kurven wurde von einer Versorgungsspannung von U=250 V ausgegangen.

Die erste Kurve I entspricht dem ersten Heizmodus, also einer Serienschaltung der Heizwiderstände, was dem Fall in Figur 1 entspricht, in dem der erste Schalter 16 angeschaltet und der zweite Schalter 20 ausgeschaltet ist, oder dem Fall in Figur 2, in dem der erste

Schalttransistor 112 ausgeschaltet und der zweite Schalttransistor 122 angeschaltet ist. In diesem Fall kann für die vorgegebene Leistung von $P=1562\text{ W}$ eine Pulsweitenmodulation von 100% erreicht werden, so dass sich ein im Wesentlichen konstanter Strom ergibt. Die Stromstärke I des Heizstroms beträgt 6,25 A.

5

Wird in einem dritten Heizmodus nur einer der Heizwiderstände verwendet, was dem Fall in Figur 1 entspricht, in dem der erste Schalter 16 und der zweite Schalter 20 angeschaltet sind, oder dem Fall in Figur 2, in dem bei entsprechender Ansteuerung der Pulsweitenmodulationseinrichtung der erste Schalttransistor 112 angeschaltet und der zweite Schalttransistor 122 ausgeschaltet ist, beträgt der Gesamtheizwiderstand $R_{\text{last}}=20\text{ Ohm}$. Die Pulsweitenmodulation beträgt 50 %, wodurch sich das in Kurve II zu erkennende periodisch gepulste Signal ergibt. Die während eines Pulses durch den ausgewählten Heizwiderstand strömende Stromstärke beträgt gemäß der obigen Formel 12,5 A.

10

15

Für die dritte Kurve III wird vom zweiten Heizmodus, also einer Parallelschaltung der Heizwiderstände ausgegangen. Entsprechend ergibt sich der niedrigste Gesamtheizwiderstand von 10 Ohm. Dies entspricht dem Fall in Figur 1, in dem der erste Schalter 16 ausgeschaltet und der zweite Schalter 20 angeschaltet ist, oder dem Fall in Figur 2, in dem bei entsprechender Ansteuerung der Pulsweitenmodulationseinrichtung der erste Schalttransistor 112 angeschaltet und der zweite Schalttransistor 122 ausgeschaltet ist. Die Pulsweitenmodulation beträgt lediglich 25 %, woraus sich eine nochmals erhöhte Stromstärke von 25,0 A ergibt.

20

25

Aus der Figur 3 ist ersichtlich, dass bei einer geforderten Heizleistung von $P=1562\text{ W}$ eine Serienschaltung der Heizwiderstände wünschenswert ist. Denn somit lässt sich eine niedrige Stromstärke bei einem stabilen Signal (hoher Tastgrad) verwenden, wodurch sich Schaltbelastungen und Rippelstromeffekte am geringsten Auswirken. Gleichzeitig lässt sich in diesem Fall die Heizleistung präziser steuern als für die Kurven II und III, da die volle Breite der Pulsweitenmodulation ausgenutzt werden kann. Insbesondere ist zu berücksichtigen, dass sich eine Pulsweitenmodulation in der Regel ohne großen und kostenintensiven Aufwand nur auf etwa 1% genau steuern lässt. Sollte also eine niedrigere Heizleistung als 1562W gefordert sein, kann für die Kurve I eine genauere Heizleistungssteuerung erfolgen als für die Kurven II und III. Sollte eine höhere Heizleistung verlangt werden, kann diese offensichtlich nicht durch Herunterfahren der Pulsweitenmodulation erreicht werden. Somit muss für eine höhere Heizleistung die Heizung derart geschaltet werden, dass die Heizwiderstände nicht mehr seriell geschaltet sind, also die Kurve I verlassen

30

35

wird. Für geforderte Heizleistungen von bis zu etwa 3000 W wird vorzugsweise auf die Kurve II gewechselt, also nur einer der Heizwiderstände angesteuert. Für Heizleistungen über etwa 3000 W bis zu einer in diesem Fall vorgesehenen Maximalleistung von etwa 6000 W wird vorzugsweise die Parallelschaltung der Heizwiderstände im ersten Heizmodus verwendet, also auf Kurve III gewechselt.

Figur 4 zeigt schematisch eine elektrische Heizung 200. Die elektrische Heizung weist eine erste Widerstandsheizvorrichtung 202, eine zweite Widerstandsheizvorrichtung 204 und eine dritte Widerstandsheizvorrichtung 206 auf. In diesem Beispiel können die Widerstandsheizvorrichtungen 202, 204 und 206 jeweils einen einzelnen Heizwiderstand aufweisen. Die Heizwiderstandswerte der einzelnen Widerstände können sich voneinander unterscheiden oder gleichartig ausgebildet sein. Ein erster Pol 208 einer Spannungsversorgung ist an einen ersten Schalter 210 angeschlossen. Ein weiterer Anschluss des ersten Schalters 210 ist mit einem ersten Verbindungsknoten 212 verbunden. Vom ersten Verbindungsknoten 212 zweigt eine Heizleitung ab, in welcher die dritte Widerstandsheizvorrichtung 206 angeordnet ist. Die dritte Widerstandsheizvorrichtung 206 ist ferner an einen zweiten Verbindungsknoten 214 angeschlossen. Vom zweiten Verbindungsknoten 214 zweigt eine Schaltleitung ab, in welcher ein zweiter Schalter 216 angeordnet ist. Der zweite Schalter 216 ist an einen dritten Verbindungsknoten 218 angeschlossen. Über eine weitere Abzweigung ist der dritte Verbindungsknoten 218 an die erste Widerstandsheizvorrichtung 202 angeschlossen, die ferner mit einem vierten Verbindungsknoten 220 verbunden ist, so dass die erste Widerstandsheizvorrichtung 202 zwischen den Verbindungsknoten 218 und 220 angeordnet ist. Über eine Abzweigung ist der vierte Verbindungsknoten 220 über die zweite Widerstandsheizvorrichtung 204 an den zweiten Verbindungsknoten 214 angeschlossen. Über eine weitere Abzweigung ist der vierte Verbindungsknoten 220 an einen Anschluss eines dritten Schalters 222 angeschlossen. Ein weiterer Anschluss des Schalters 222 ist mit dem ersten Verbindungsknoten 212 verbunden. Der dritte Verbindungsknoten 218 ist ferner mit einem Anschluss eines vierten Schalters 224 verbunden. Ein weiterer Anschluss des vierten Schalters 224 ist an einen zweiten Pol 226 der Spannungsversorgung angeschlossen. Somit ergibt sich ein erster Schaltpfad, über den der erste Pol 208 der Spannungsversorgung über den Schalter 210, die dritte Widerstandsheizvorrichtung 206, den zweiten Schalter 216 und den vierten Schalter 224 mit dem zweiten Pol 226 der Spannungsversorgung je nach Stellung der Schalter verbunden oder verbindbar ist. Die erwähnten Komponenten des ersten Schaltpfades sind zueinander in Serie geschaltet oder schaltbar. Ein zweiter Schaltpfad zwischen dem ersten Pol 208 der Spannungsversorgung und dem zweiten Pol 226 der Spannungsversorgung verläuft

über den ersten Schalter 210, den dritten Schalter 222, die erste Widerstandsheiz-
einrichtung 202 und den vierten Schalter 224, die in diesem Pfad ebenfalls in Serie geschaltet
oder schaltbar sind. Jeder der Schalter 210, 216, 222, 224 kann als Relais-schalter oder
als geeigneter Transistor ausgebildet sein. Die Schalter 210, 216, 222 und 224 können als
5 Komponenten einer Schalteinrichtung angesehen werden. In diesem Beispiel ist vorgese-
hen, dass der vierte Schalter 224 als Schutzschalter ausgebildet ist, der beispielsweise
dann, wenn ein zu großer Strom zu fließen droht, die Verbindung zum zweiten Pol 226
und somit den Stromfluss unterbricht. Der erste Schalter 210, der zweite Schalter 216 und
der dritte Schalter 222 sind in dieser Variante als pulsweitenmodulierte Transistorschalter
10 ausgebildet. Die Ansteuerung zur Schaltung oder Pulsweitenmodulierung dieser Schalter
wird durch einen Mikrocontroller beziehungsweise durch eine Steuereinrichtung gesteuert,
die nicht dargestellt ist. Die Steuereinrichtung steuert die Schalter 210, 216 und 222 basie-
rend auf einer angelegten Versorgungsspannung zwischen den Polen 208 und 226 und
einer gewünschten Heizleistung an. Sind der erste Schalter 210 und/oder der vierte Schal-
15 ter 224 „Aus“ geschaltet, ist die Heizung ebenfalls ausgeschaltet, da kein Strom zwischen
dem ersten Pol 208 und dem zweiten Pol 226 der Spannungsversorgung fließen kann.
Somit können der erste Schalter 210 und der vierte Schalter 224 als Hauptschalter ange-
sehen werden. Sind der erste Schalter 210 und der vierte Schalter 224 „An“ geschaltet,
kann grundsätzlich Strom fließen. Werden in diesem Zustand der zweite Schalter 216 und
20 der dritte Schalter 222 „Aus“ geschaltet, sind die erste Widerstandsheiz-
einrichtung 202, die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung 204 und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung 206 in Serie geschaltet und bieten einen hohen Gesamtwiderstand. Dies entspricht dem oben
erwähnten ersten Heizmodus. Sind der zweite Schalter 216 und der dritte Schalter 222
beide „An“ geschaltet, sind die erste Widerstandsheiz-
einrichtung 202, die zweite Wider-
25 standsheiz-
einrichtung 204 und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung 206 parallel zueinan-
der geschaltet, was dem zweiten Heizmodus entspricht. Ist der dritte Schalter 222 „Aus“
geschaltet, aber der zweite Schalter 216 „An“ geschaltet, wird der oben erwähnten erste
Schalt-
30 pfad freigeschaltet, so dass allein die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung 206 in ei-
nem Heizbetrieb betrieben wird. Diese Schaltstellung entspricht dem oben erwähnten vier-
ten Heizmodus. In diesem Zustand werden die erste Widerstandsheiz-
einrichtung 202 und
die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung 204 nicht bestromt. Ist der zweite Schalter 216
„Aus“ geschaltet, aber der dritte Schalter 222 „An“ geschaltet, ergibt sich im Wesentlichen
der oben erwähnten zweiten Schalt-
35 pfad, bei dem die zweite Widerstandsheiz-
einrichtung 204 und die dritte Widerstandsheiz-
einrichtung 206 umgangen werden. In diesem Modus
wird die erste Widerstandsheiz-
einrichtung 202 allein in einem Heizbetrieb betrieben. Diese
Schaltstellung entspricht dem dritten Heizmodus. In diesem Beispiel ist die zweite Wider-

standsheizeinrichtung nicht einzeln für einen Heizbetrieb betreibbar. Die in der Figur 4 gezeigte Anordnung hat den Vorteil, dass in der Schaltung kein Schaltzustand mit einem Kurzschluss unter Umgehung aller Widerstandsheizeinrichtungen vorkommt. Darüber hinaus ist zu Vergleich in denen Figur 1 und 2 gezeigten Anordnungen bei der Verwendung

5 gleichwertiger Widerstände für die Widerstandsheizeinrichtungen ein höherer Gesamtwiderstand möglich, wodurch sich eine Belastung der Schalter, insbesondere des ersten Schalters, verringern lässt. Dies kann insbesondere die Lebensdauer von Schalttransistoren deutlich verlängern und ermöglicht den Einsatz kleiner, billigerer Transistoren.

10 Beispielhaft kann angenommen werden, dass die erste Widerstandsheizeinrichtung 202 einen Heizwiderstandswert von 20 Ohm, die zweite Widerstandsheizeinrichtung 204 einen Heizwiderstandswert von 60 Ohm und die dritte Widerstandsheizeinrichtung einen Heizwiderstandswert von 30 Ohm aufweist. Für den Fall, dass die Versorgungsspannung 550 Volt beträgt, können als Beispiel folgende Betriebszustände eingenommen werden:

15

PWM	P204	PWM	P206	PWM	P202	P
210		222		216		
66,7%	1000W	14,9%	2000W	17,6%	3000W	6000W
26,7%	400W	6,0%	800W	7,1%	1200W	2400W

Dabei bezeichnet P die gesamte Heizleistung der Heizung in Watt, welche der geforderten Heizleistung entspricht, P202, P204 und P206 bezeichnen jeweils die bei den Widerstandsheizeinrichtungen 202, 204 und 206 umgesetzten Heizleistungen in Watt und

20 PWM210, PWM222 und PWM216 jeweils das Maß der an den Schaltern 210, 222 und 216 angesteuerten Pulsweitenmodulation in Prozent. Somit wird die Pulsweitenmodulation über den Anteil an einer Zeiteinheit parametrisiert, in welchem der betreffende Schalter „An“ geschaltet ist. Bei dieser relativ hohen Versorgungsspannung kann es zweckmäßig sein, eine Parallelschaltung der Widerstandsheizeinrichtungen 202, 204 und 206 zu vermeiden, um die durch die Schalter fließenden Ströme und die dort umgesetzte Leistung zu begrenzen. Entsprechende zeigt die Tabelle für die Versorgungsspannung von 550 Volt im Wesentlichen einen Betrieb im ersten Heizmodus, wenn die Widerstandsheizeinrichtungen seriell geschaltet sind. Es versteht sich, dass allgemein durch Pulsweitenmodulation der Schalter über längere Zeitintervalle eine Vermischung von Heizbetriebsmodi auftreten kann.

25

30

Für eine Versorgungsspannung von 325 Volt können entsprechend beispielsweise folgende Betriebszustände eingenommen werden:

PWM 210	P204	PWM 222	P206	PWM 216	P202	P
62,98%	457W	62,98%	2217W	62,98%	3326W	6000W
84,1%	200W	22,2%	880W	23,7%	1320W	2400W

- 5 Dabei ist für eine Gesamtleistung P von 6000W im Wesentlichen ein Parallelbetrieb im zweiten Heizmodus vorgesehen. Für eine Gesamtleistung P von 2400W wird die Heizung im Wesentlichen in einer Serienschaltung im ersten Heizmodus betrieben.

10 Figur 5 zeigt eine Variante der in Figur 4 gezeigten Heizung 200. Bei dieser Variante ist eine zusätzlich Heizeinrichtung 228 vorgesehen, die zwischen einem fünften Verbindungsknoten 230 und einem sechsten Verbindungsknoten 232 angeschlossen ist. Der fünfte Verbindungsknoten 230 ist zwischen dem ersten Schalter 210 und dem ersten Verbindungsknoten 212 vorgesehen, während der sechste Verbindungsknoten 232 zwischen dem dritten Verbindungsknoten 218 und dem vierten Schalter 224 vorgesehen ist. Da-
 15 durch ergibt sich eine Parallelschaltung der Heizeinrichtung 228 zu der Anordnung der Widerstandsheizrichtungen 202, 204 und 206. Dabei wird die Heizeinrichtung 228 in jedem Fall für einen Heizbetrieb bestromt, wenn der erste Schalter 210 und der vierte Schalter 224 „An“ geschaltet sind. Die Heizeinrichtung 228 kann eine Widerstandsheizrichtung sein. Es ist allerdings auch vorstellbar, dass die Heizeinrichtung 228 als PTC-
 20 Hezelement mit nichtlinearer Kennlinie ausgebildet ist, dass sich bei Erreichen einer bestimmten Temperatur den Heizstrom selbstständig zu begrenzen vermag.

Figur 6 stellt schematisch eine weitere Variante der in Figur 4 gezeigten Heizung dar. Wie in Figur 5 gezeigt, kann in dieser Variante eine parallel angeordnete zusätzliche Heizeinrichtung
 25 vorgesehen sein (nicht dargestellt). In diesem Beispiel sind die erste Widerstandsheizrichtung 202 und die dritte Widerstandsheizrichtung 206 als Parallelschaltung von Einzelwiderständen umgesetzt. Jeder der in dieser Figur 6 gezeigten Widerstände hat den gleichen Heizwiderstandswert. Dennoch unterscheiden sich durch die unterschiedliche parallele Anordnung der Widerstände die Heizwiderstandswerte der ersten
 30 Widerstandsheizrichtung 202, der zweiten Widerstandsheizrichtung 204 und der dritten Widerstandsheizrichtung 206 voneinander. Wie zu erkennen ist, setzt sich die erste Widerstandsheizrichtung 202 aus einer Parallelschaltung von zwei zueinander

parallel angeordneten Widerständen zusammen. Die zweite Widerstandsheizeinrichtung 204 weist lediglich einen Heizwiderstand auf. Die dritte Widerstandsheizeinrichtung 206 umfasst drei zueinander parallel angeordnete Heizwiderstände. So kann auf einfache Art und Weise eine asymmetrische Anordnung der Widerstandsheizeinrichtungen 202, 204, 5 206 erfolgen, was eine große Flexibilität für den bei einem Heizbetrieb in verschiedenen Heizmodi bereitgestellten Gesamtwiderstand ermöglicht.

Figur 7 zeigt eine weitere Variante der in Figuren 4 und 6 gezeigten Heizung 200. In diesem Beispiel sind die erste Widerstandsheizeinrichtung 202, die zweite Widerstandsheiz- 10 einrichtung 204 und die dritte Widerstandsheizeinrichtung 206 jeweils als Parallelschaltung von zwei Widerständen ausgebildet. Hierbei können die Heizwiderstandswerte der einzelnen Widerstände identisch sein oder sich voneinander unterscheiden.

Figur 8 zeigt eine Variante der in Figuren 4 bis 7 gezeigten Heizung 200, bei der eine vier- 15 te Widerstandsheizeinrichtung 240 und eine fünfte Widerstandsheizeinrichtung 242 vorgesehen sind. Basierend auf der in Figur 4 gezeigten Anordnung ist zwischen dem vierten Verbindungsknoten 220 und der zweiten Widerstandsheizeinrichtung 204 ein siebter Verbindungsknoten 244 vorgesehen, an den ein Anschluss der zweiten Widerstandsheizeinrichtung 204 angeschlossen ist. Der siebte Verbindungsknoten 244 ist über die vierte Wi- 20 derstandsheizeinrichtung 240 mit einem achten Verbindungsknoten 246 verbunden. Über die fünfte Widerstandsheizeinrichtung 242 ist der achte Verbindungsknoten 246 mit dem vierten Verbindungsknoten 220 verbunden. Vom siebten Verbindungsknoten 244 erstreckt sich eine weitere Abzweigung bis zu einem Anschluss eines fünften Schalters 248, der einen weiteren Anschluss aufweist, der mit einem neunten Verbindungsknoten 250 ver- 25 bunden ist. Vom neunten Verbindungsknoten 250 erstreckt sich eine Verbindung zum ersten Verbindungsknoten 212. Insbesondere ist der neunte Verbindungsknoten 250 zwischen dem ersten Verbindungsknoten 212 und dem dritten Schalter 222 angeschlossen. Vom achten Verbindungsknoten 246 verläuft eine Verbindung zu einem zehnten Verbindungsknoten 252, der zwischen dem dritten Verbindungsknoten 218 und der ersten Wi- 30 derstandsheizeinrichtung 202 vorgesehen ist. Sind nur der erste und der zweite Schalter „An“ geschaltet, ergibt sich eine serielle Verbindung des ersten Pols 208 und des zweiten Pols 226 der Spannungsversorgung über die dritte Widerstandsheizeinrichtung 206, die zweite Widerstandsheizeinrichtung 204 und die vierte Widerstandsheizeinrichtung 240. Dieser Zustand entspricht dem ersten Heizmodus, wobei die Widerstandsheizeinrichtung 35 240 hier die Rolle der ersten Widerstandsheizeinrichtung übernimmt, wie sie mit Bezug auf Figur 4 beschreiben ist. Unter der Voraussetzung, dass der erste Schalter 210 und der

vierte Schalter 224 im „An“-Zustand sind, ergeben sich je nach Schaltzustand der weiteren Schalter 216, 222, 248 eine Vielzahl von verschiedenen Schaltmöglichkeiten. Gemäß der in Figur 8 gezeigten Anordnung lässt sich durch das Verwenden von fünf Widerstandsheiz-
einrichtungen eine große Vielzahl von Schaltzuständen und Gesamtwiderständen bereit-
5 stellen. Dadurch ergibt sich eine besonders große Flexibilität bei der Wahl der zu verwen-
denden Heizmodi. Auch der Schalter 248 kann pulsweitenmoduliert durch eine Steuerein-
richtung beziehungsweise einen Mikrocontroller ansteuerbar sein. Allgemein kann bei den
hierin gezeigten Heizungen 200 bei geeigneter Schaltstrategie für den zweiten Schalter
216 und/oder den dritten Schalter 222 und/oder den fünften Schalter 248 unter Umstan-
10 den darauf verzichtet werden, den ersten Schalter 210 pulsweitenmoduliert anzusteuern,
so dass dieser als einfacher „An“/„Aus“-Schalter ausgebildet sein kann, ohne die Flexibili-
tät des Heizbetriebs einzuschränken.

Figur 9 zeigt eine weitere Variante der in Figur 8 gezeigten Heizung 200. In dieser Varian-
15 te ist analog zur in Figur 5 gezeigten Variante eine weitere Heizeinrichtung 228 vorgese-
hen, die an einen fünften Verbindungsknoten 230 angeschlossen ist, der zwischen dem
ersten Schalter 210 und dem ersten Verbindungsknoten 212 angeordnet ist. Die Heizein-
richtung 228 ist zwischen dem fünften Verbindungsknoten 230 und einem sechsten Ver-
bindungsknoten 232 angeschlossen, der zwischen dem vierten Schalter 224 und dem drit-
20 ten Verbindungsknoten 218 angeschlossen ist. Dann, wenn die Schalter 210 und 224 „An“
geschaltet sind, wird die Heizeinrichtung 228 parallel zur Anordnung der Wider-
standsheizeinrichtungen bestromt. Ferner ist in diesem Beispiel im Gegensatz zu Figur 8
ein sechster Schalter 254 zwischen dem Verbindungsknoten 246 und dem zehnten Ver-
bindungsknoten 252 vorgesehen. Dadurch ergeben sich zusätzliche Schaltmöglichkeiten
25 und zusätzliche Heizmodi für den Betrieb der Heizung 200.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen of-
fenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombina-
tion für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

5	10	Heizung
	12	erster Heizwiderstand
	14	zweiter Heizwiderstand
	16	erster Schalter
	17	Spule
10	18	erste Schaltleitung
	19	Schaltknoten
	20	zweiter Schalter
	21	Spule
	22	zweite Schaltleitung
15	24	Pol der Schaltspannungsversorgung
	26	Pol
	28	Pol
	30	erste Versorgungsleitung
	32	erster Versorgungsknoten
20	34	erster Versorgungszweig
	36	zweiter Versorgungszweig
	38	Heizleitung
	40	zweite Versorgungsleitung
	42	zweiter Versorgungsknoten
25	44	dritter Versorgungszweig
	46	vierter Versorgungszweig
	48	Heizknoten
	50	Relaisleitung
	52	Pulsweitenmodulationseinrichtung
30	54	Steuerleitung
	100	elektrische Heizung
	102	Pol
35	104	erste Versorgungsleitung
	106	Versorgungsknoten

	108	erster Versorgungszweig
	110	zweiter Versorgungszweig
	112	erster Schalttransistor
	114	Heizleitung
5	116	erster Heizknoten
	118	erster Heizwiderstand
	120	erster Pulsweitenmodulator
	122	zweiter Schalttransistor
	124	Leitung
10	126	zweiter Pulsweitenmodulator
	128	zweiter Heizknoten
	130	Heizleitung
	132	zweiter Heizwiderstand
	134	Ausgangsknoten
15	136	Pol
	138	erste Schaltleitung
	140	zweite Schaltleitung
	142	erste Steuerleitung
	144	zweite Steuerleitung
20		
	200	Heizung
	202	erste Widerstandsheizeinrichtung
	204	zweite Widerstandsheizeinrichtung
25	206	dritte Widerstandsheizeinrichtung
	208	erster Pol
	210	erster Schalter
	212	erster Verbindungsknoten
	214	zweiter Verbindungsknoten
30	216	zweiter Schalter
	218	dritter Verbindungsknoten
	220	vierter Verbindungsknoten
	222	dritter Schalter
	224	vierter Schalter
35	226	zweiter Pol
	228	zusätzliche Heizeinrichtung

	230	fünfter Verbindungsknoten
	232	sechster Verbindungsknoten
	240	vierte Widerstandsheizeinrichtung
	242	fünfte Widerstandsheizeinrichtung
5	244	siebter Verbindungsknoten
	246	achter Verbindungsknoten
	248	fünfter Schalter
	250	neunter Verbindungsknoten
	252	zehnter Verbindungsknoten
10		

5

Ansprüche

- 10 1. Elektrische Heizung (200), mit:
mindestens einer ersten Widerstandsheizeinrichtung (202), einer zweiten Wider-
standsheizeinrichtung (204) und einer dritten Widerstandsheizeinrichtung (206),
sowie mindestens einer Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224);
wobei die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) dazu ausgebildet ist, für einen
15 Heizbetrieb die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Widerstandsheizein-
richtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) wahlweise zwischen einem
ersten Heizmodus, in welchem die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Wi-
derstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch
seriell zueinander geschaltet sind, und einem zweiten Heizmodus umzuschalten, in wel-
20 chem mindestens zwei der ersten Widerstandsheizeinrichtung (202), der zweiten Wider-
standsheizeinrichtung (204) und der dritten Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch
parallel zueinander geschaltet sind.
2. Elektrische Heizung nach Anspruch 1, wobei die Schalteinrichtung (210, 216, 222,
25 224) dazu ausgebildet ist, in dem zweiten Heizmodus die erste Widerstandsheizeinrichtung
(202), die zweite Widerstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrich-
tung (206) parallel zueinander zu schalten.
3. Elektrische Heizung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schalteinrichtung (210,
30 216, 222, 224) dazu ausgebildet ist, für einen Heizbetrieb in einem dritten Heizmodus eine
der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheizeinrichtungen (202, 204, 206) unter Um-
gehung der anderen der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheizeinrichtungen (202,
204, 206) mit einer Spannungsversorgung (208, 226) zu verbinden.
- 35 4. Elektrische Heizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die
Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) dazu ausgebildet ist, in verschiedenen Heizmodi

jeweils eine der ersten, zweiten und dritten Widerstandsheizeinrichtungen (202, 204, 206) unter Umgehung der anderen dieser Widerstandsheizeinrichtungen (202, 204, 206) für einen Heizbetrieb mit einer Spannungsversorgung (208, 226) zu verbinden

5 5. Elektrische Heizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) einen ersten Schalter (210) aufweist, der mit einem ersten Pol (208) einer Spannungsversorgung verbunden oder verbindbar ist, und der über die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) und einen zweiten Schalter (216) unter Umgehung der ersten Widerstandsheizeinrichtung (202) und der zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) mit einem zweiten Pol (226) der Spannungsversorgung elektrisch verbindbar ist.

6. Elektrische Heizung nach Anspruch 5, wobei die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) einen dritten Schalter (222) aufweist, über den die erste Widerstandsheizeinrichtung (202) unter Umgehung der zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) und der dritten Widerstandsheizeinrichtung (206) mit dem ersten Schalter (210) und dem zweiten Pol (226) der Spannungsversorgung elektrisch verbindbar ist.

7. Elektrische Heizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) als eine Relaisschaltung ausgebildet ist.

8. Elektrische Heizung nach Anspruch 5, wobei der erste Schalter (210) pulsweitenmoduliert betreibbar ist.

25 9. Elektrische Heizung nach Anspruch 6 oder 8, wobei der zweite Schalter (216) und/oder der dritte Schalter (222) pulsweitenmoduliert betreibbar sind.

10. Elektrische Heizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei ein Heizwiderstandswert der ersten Widerstandsheizeinrichtung (202) sich von einem Heizwiderstandswert der zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) und/oder einem Heizwiderstandswert der dritten Widerstandsheizeinrichtung (206) unterscheidet.

11. Elektrische Heizung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrische Heizung (200) eine Steuereinrichtung aufweist oder an eine Steuereinrichtung angeschlossen oder anschließbar ist.

12. Elektrische Heizung nach Anspruch 11, wobei die Steuereinrichtung dazu eingerichtet ist, die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) basierend auf einem Spannungswert einer Versorgungsspannung und/oder einer geforderten Heizleistung der elektrischen Heizung (200) zu steuern.

5

13. Fahrzeug mit einer elektrischen Heizung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 12.

14. Fahrzeug nach Anspruch 13, wobei das Fahrzeug ein Elektro-Fahrzeug ist.

10 15. Verfahren zum Steuern einer elektrischen Heizung (200) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem die Schalteinrichtung (210, 216, 222, 224) für einen Heizbetrieb die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Widerstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) wahlweise zwischen einem ersten Heizmodus, für welchen die erste Widerstandsheizeinrichtung (202), die zweite Widerstandsheizeinrichtung (204) und die dritte Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch seriell zueinander geschaltet werden, und einem zweiten Heizmodus umschaltet, für welchen zumindest zwei der ersten Widerstandsheizeinrichtung (202), der zweiten Widerstandsheizeinrichtung (204) und der dritten Widerstandsheizeinrichtung (206) elektrisch parallel zueinander geschaltet werden.

20

1/6

Fig. 1

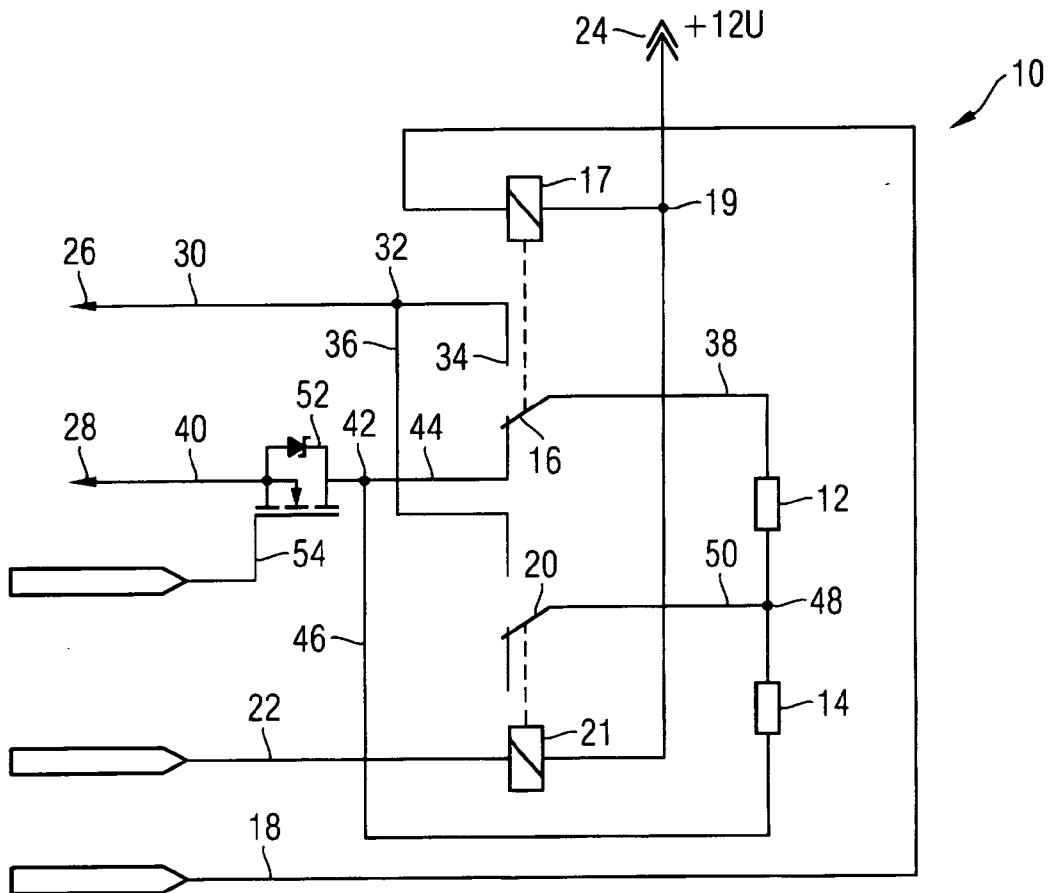


Fig. 2

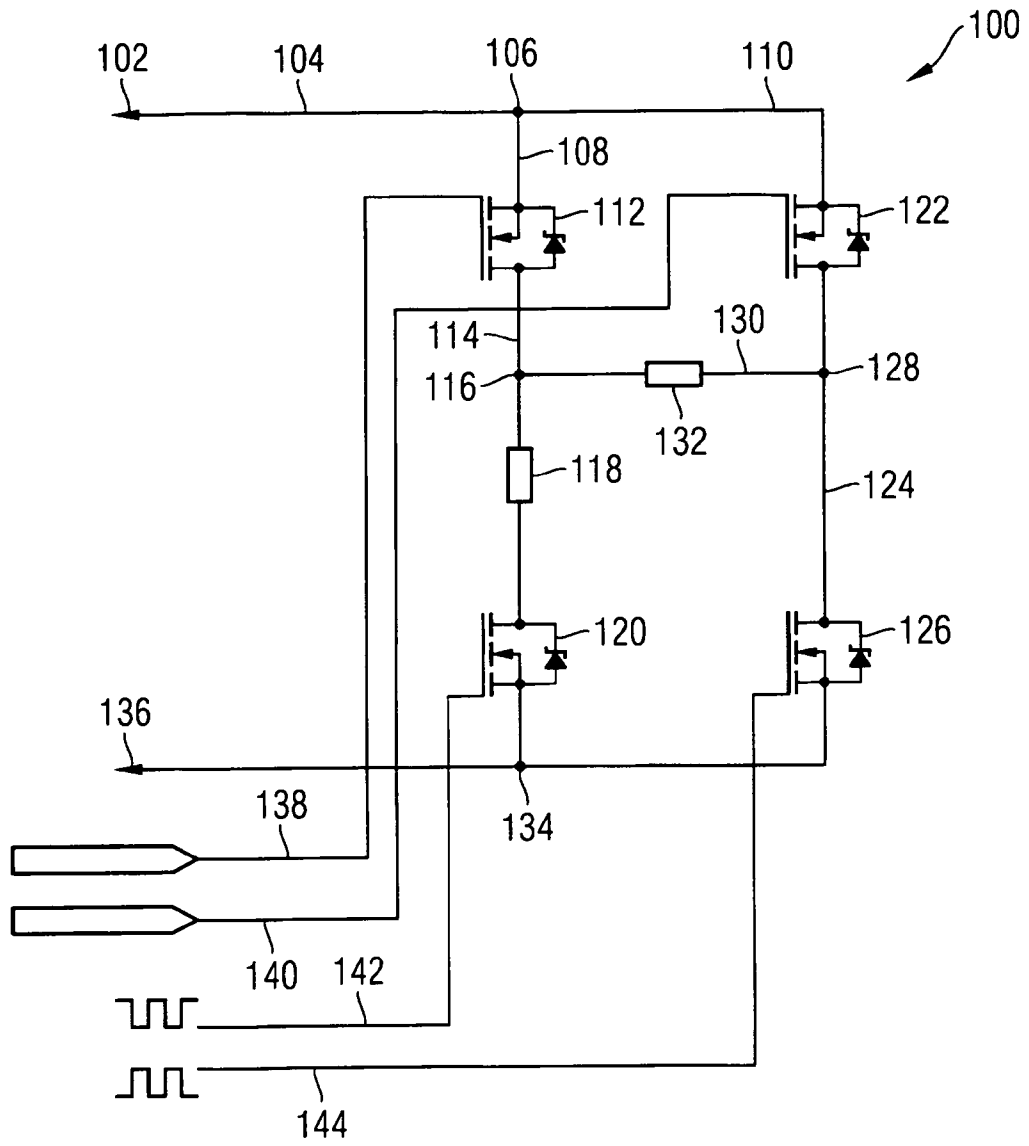


Fig. 3

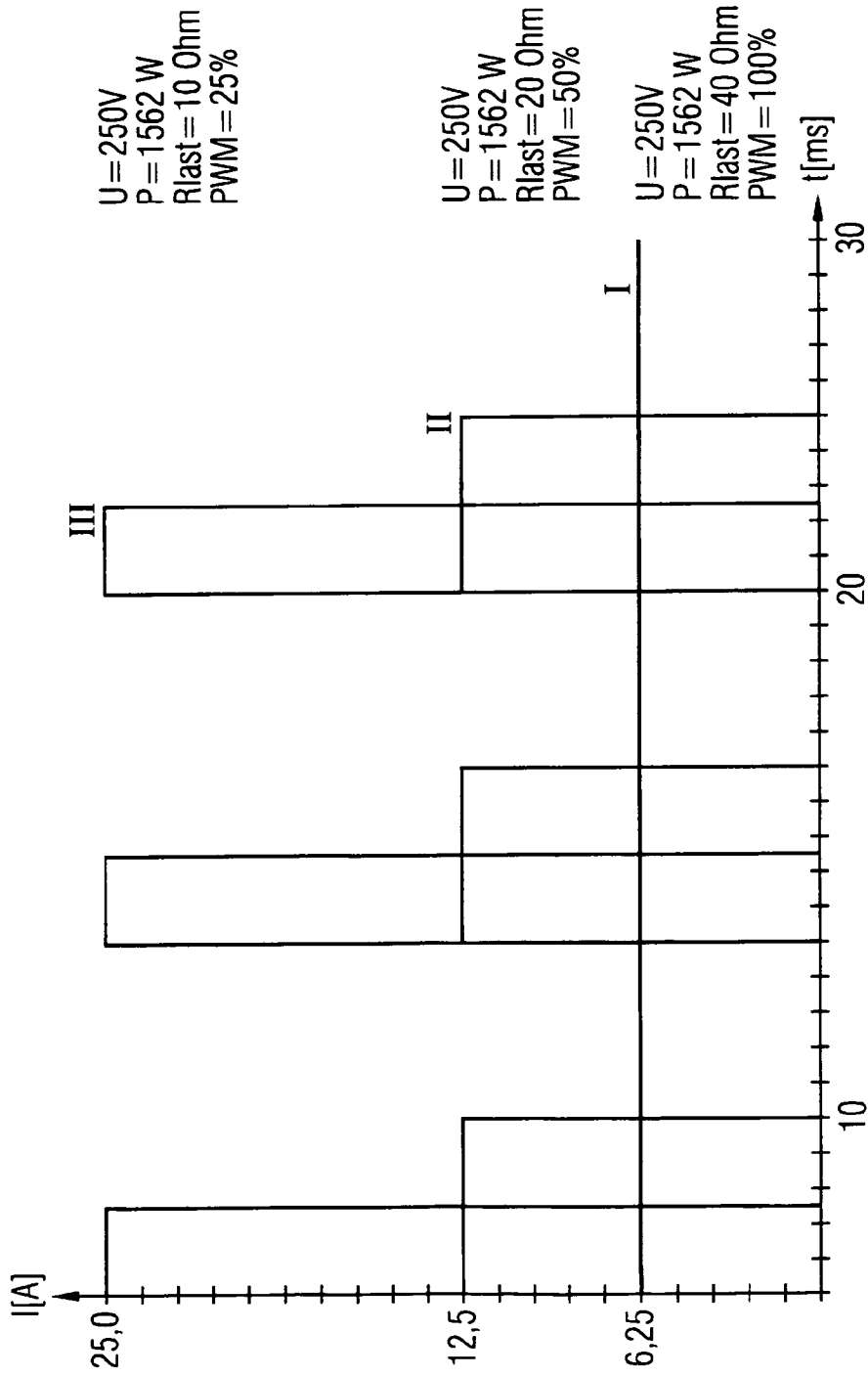


Fig. 4

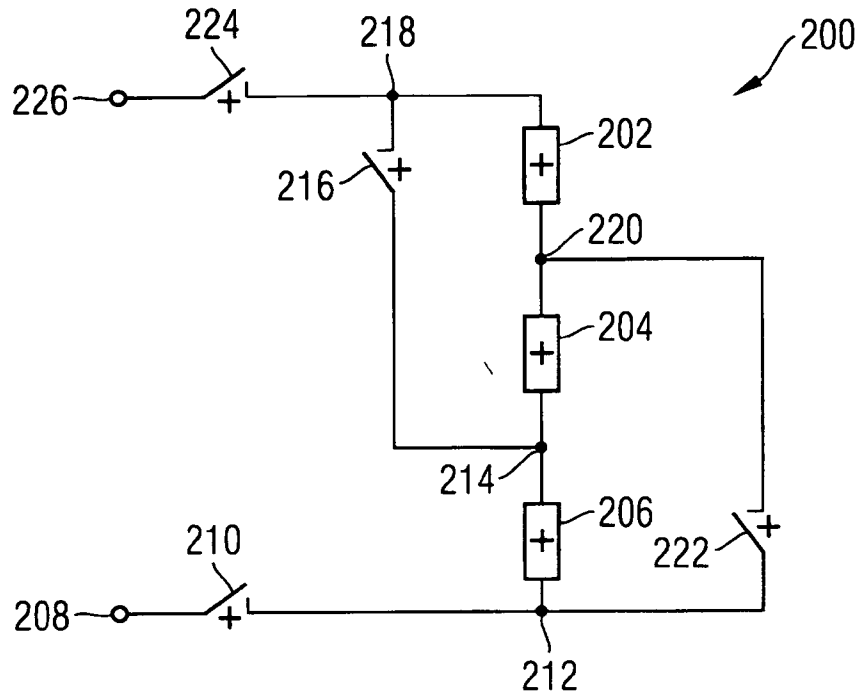
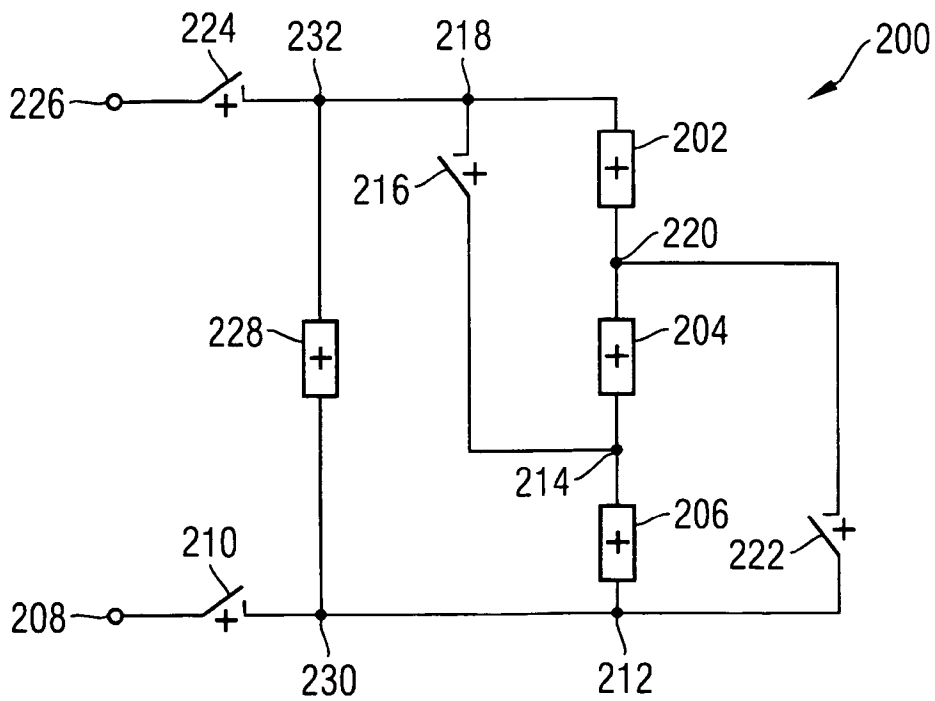


Fig. 5



5/6

Fig. 6

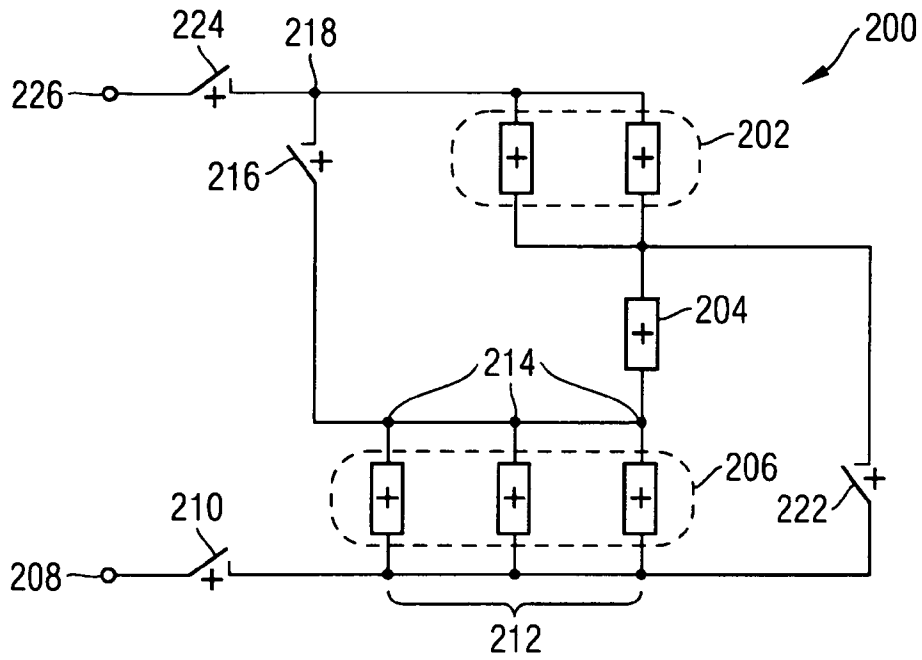
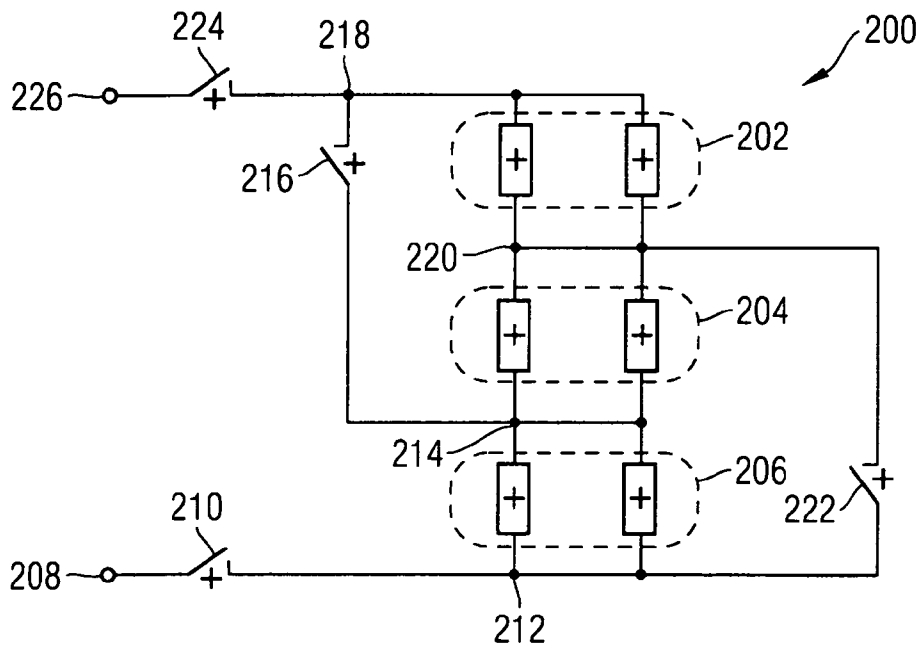


Fig. 7



6/6

Fig. 8

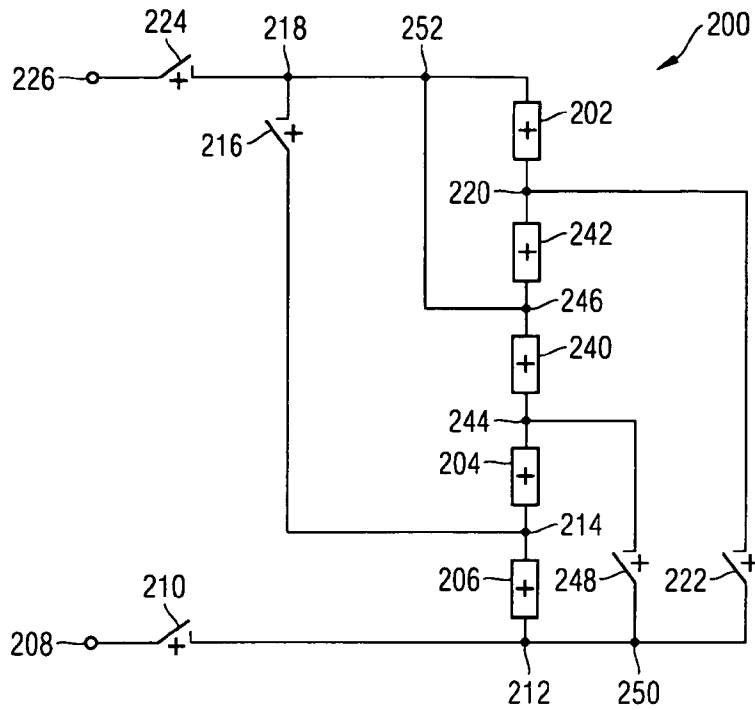
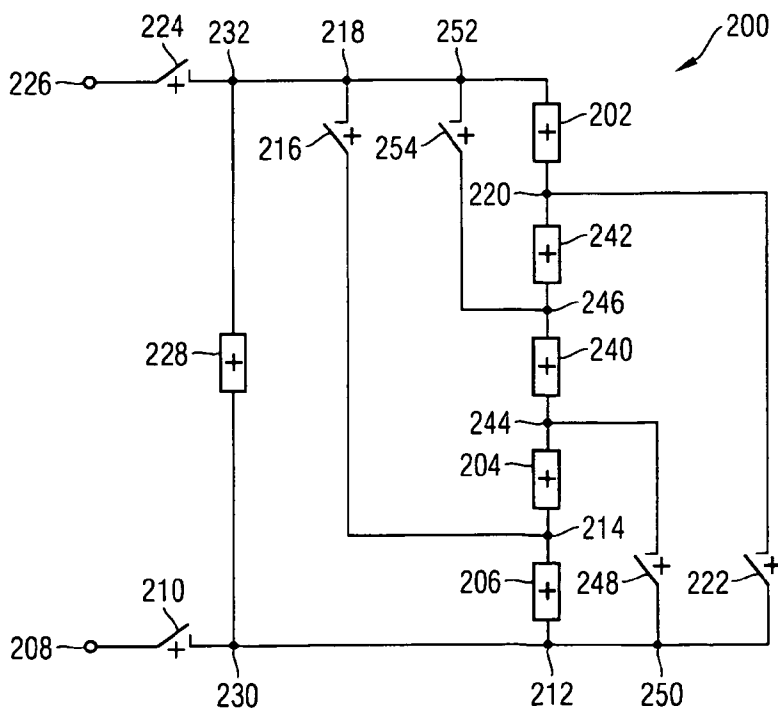


Fig. 9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2012/054905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H05B1/02
 ADD.

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)
 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	EP 1 535 769 A2 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 1 June 2005 (2005-06-01)	1-7,13, 15
Y	paragraphs [0007], [0015]; claims 4,7; figures 1-2,4,6,7	8-10,12, 14
Y	----- EP 1 091 621 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 11 April 2001 (2001-04-11) figures 1-3	8,9
Y	----- EP 0 901 311 A2 (BEHR GMBH & CO [DE]; FAHRZEUGKLIMAREGELUNG GMBH [DE] BEHR GMBH & CO GK) 10 March 1999 (1999-03-10) paragraph [0002]; figure 3	8,9,14
Y	----- DE 35 09 073 A1 (VOLKSWAGENWERK AG [DE]) VOLKSWAGEN AG [DE]) 26 September 1985 (1985-09-26) figure 1	10,12

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 May 2012	25/05/2012

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Tasiaux, Baudouin
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/054905

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 1535769	A2	01-06-2005	AT 430048 T 15-05-2009
			DE 10355396 A1 30-06-2005
			EP 1535769 A2 01-06-2005

EP 1091621	A1	11-04-2001	AT 329475 T 15-06-2006
			DE 19948313 A1 12-04-2001
			EP 1091621 A1 11-04-2001

EP 0901311	A2	10-03-1999	DE 19738318 A1 04-03-1999
			EP 0901311 A2 10-03-1999
			ES 2294402 T3 01-04-2008
			ES 2346725 T3 19-10-2010

DE 3509073	A1	26-09-1985	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/054905

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. H05B1/02 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) 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	EP 1 535 769 A2 (BEHR GMBH & CO KG [DE]) 1. Juni 2005 (2005-06-01)	1-7,13, 15
Y	Absätze [0007], [0015]; Ansprüche 4,7; Abbildungen 1-2,4,6,7 -----	8-10,12, 14
Y	EP 1 091 621 A1 (CIT ALCATEL [FR]) 11. April 2001 (2001-04-11) Abbildungen 1-3 -----	8,9
Y	EP 0 901 311 A2 (BEHR GMBH & CO [DE]; FAHRZEUGKLIMAREGELUNG GMBH [DE] BEHR GMBH & CO GK) 10. März 1999 (1999-03-10) Absatz [0002]; Abbildung 3 -----	8,9,14
Y	DE 35 09 073 A1 (VOLKSWAGENWERK AG [DE] VOLKSWAGEN AG [DE]) 26. September 1985 (1985-09-26) Abbildung 1 -----	10,12
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :		
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen 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	
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden	
"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)	"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	
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht	"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist	
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
18. Mai 2012	25/05/2012	
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 Tasiaux, Baudouin	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/054905

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1535769	A2	01-06-2005	AT 430048 T 15-05-2009
			DE 10355396 A1 30-06-2005
			EP 1535769 A2 01-06-2005

EP 1091621	A1	11-04-2001	AT 329475 T 15-06-2006
			DE 19948313 A1 12-04-2001
			EP 1091621 A1 11-04-2001

EP 0901311	A2	10-03-1999	DE 19738318 A1 04-03-1999
			EP 0901311 A2 10-03-1999
			ES 2294402 T3 01-04-2008
			ES 2346725 T3 19-10-2010

DE 3509073	A1	26-09-1985	KEINE
