



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

① CH 674 053 A5

⑤ Int. Cl.⁵: F 01 D 17/14

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 2680/87

㉔ Anmeldungsdatum: 14.07.1987

㉓ Priorität(en): 17.07.1986 CS 5448-86

㉔ Patent erteilt: 30.04.1990

④ Patentschrift
veröffentlicht: 30.04.1990

㉔ Inhaber:
Skoda koncernovy podnik, Plzen (CS)

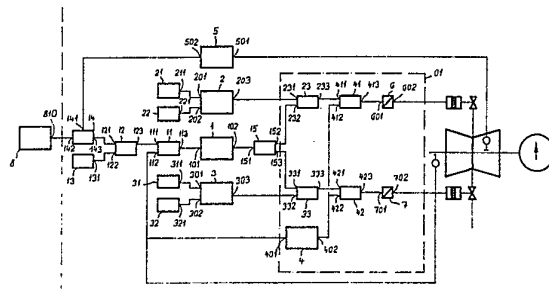
㉔ Erfinder:
Pokorny, Frantisek, Plzen (CS)
Bures, Zdenek, Plzen (CS)
Dobias, Josef, Plzen (CS)

㉔ Vertreter:
Dipl.-Ing. H.R. Werffeli, Zollikerberg

⑤ Verfahren zur Turbinenregelung und Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

⑤ Die Einrichtung zur Turbinenregelung beinhaltet einen Drehzahlregler (1), einen Überlaufregler (4), einen Durchwärmungsregulator (5), einen Speisungsregulator (8), einen Schaltkreis (2) des Öffnungseingabewertes für die Hochdruckventile, einen Schaltkreis (3) des Öffnungseingabewertes für die Niederdruckventile, einen Schaltkreis (12) des Drehzahleingabewertes, einen Handbetätigungskreis (13) und einen Selbststeuerungskreis (14) vom Drehzahleingabewert, den Signalverteilungskreis (15), die Schaltkreise (21, 22, 31, 32) der Stellungshandeingabe und der Stellungselbsteingabe für die Hochdruck- und Niederdruckventile, die Umschalter (23, 33), die Minimauswahlen (41, 42), die Umformer (6, 7) und das Oder-Glied (11). Das Wesen der Erfindung liegt in der Verteilung der Hochdruck- und Niederdruckventileinstellung in zwei selbstständige Teile. Die Stellung der Hochdruckventile wird durch das Ausgangssignal aus dem elektrisch-hydraulischen Umformer (6) und die Stellung der Niederdruckventile durch das Signal aus dem zweiten elektrisch-hydraulischen Umformer (7) bestimmt. Jeder von diesen Umformern (6, 7) wird entweder durch das Ausgangssignal aus dem betreffenden Schaltkreis (2, 3) des Ventilöffnungseingabewertes oder durch das Ausgangssignal aus dem Drehzahlregler (1) oder durch das Ausgangssignal aus dem Überlaufregler (4) betätigt. Sowohl die Schaltkreise (2, 3) des Ventilöffnungseingabewertes, als

auch der Drehzahleingabewert können manuell oder automatisch gesteuert oder geändert werden.



PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Turbinenregelung, das zum Antrieb einer Speisepumpe die Abhängigkeit der Öffnungsgrösse von Hochdruckventilen und Niederdruckventilen der Dampfturbine auf ihre Drehzahl ausnützt, dadurch gekennzeichnet, dass auf die Ventile der Dampfturbine für den Antrieb der Speisepumpe selbständig und direkt in Abhängigkeit von der Antriebsart der Hauptdampfturbine eingewirkt wird.

2. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, mit einem Reglersatz, einem Schaltkreissatz für die Öffnungseingabewerte der Hochdruck- und Niederdruckventile, einem Satz von elektrisch-hydraulischen Umformern, einem Oder-Glied und einem Satz von Hand- und Selbststeuerungsmitteln, dadurch gekennzeichnet, dass an den Betätigungselementen der Niederdruckventile ein zweiter elektrisch-hydraulischer Umformer (7) und an den Betätigungselementen der Hochdruckventile ein erster elektrisch-hydraulischer Umformer (6) eines Betätigungskreises (01) angeschlossen ist, dessen einer Eingang mit einem Schaltkreis (2) des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen, dessen weiterer Eingang mit einem Schaltkreis (3) des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen, dessen dritter Eingang mit einem Drehzahlfühler und dessen zwei letzte Eingänge mit dem ersten Ausgang (152) und mit dem zweiten Ausgang (153) eines Signalverteilungskreises (15) verbunden sind, dessen letzter Eingang (151) dabei an den Ausgang (102) eines Drehzahlreglers (1) angeschlossen ist und der Eingang (101) dieses Drehzahlreglers (1) mit dem Ausgang (113) des Oder-Gliedes (11) verbunden ist, dessen erster Eingang (111) an den Ausgang (123) eines Schaltkreises (12) des Drehzahleingabewertes angeschlossen ist, während sein zweiter Eingang (112) mit dem Drehzahlfühler verbunden ist, und dass dabei an den Eingängen (121, 122) des Schaltkreises (12) des Drehzahleingabewertes ein Handbetätigungskreis (13) für den Drehzahleingabewert und ein Selbststeuerungskreis (14) für den Drehzahleingabewert angeschlossen sind, welcher letzterer mit einem Speisungsregulator (8) und einem Durchwärmungsregulator (5) verbunden ist, dessen Eingang (501) mit einem Turbinenmetallwärmefühler verbunden ist, und dass der erste Eingang (231) eines ersten Umschalters (23) des Betätigungskreises (01) mit dem Ausgang (203) des Schaltkreises (2) des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen verbunden ist, dessen Eingänge (201, 202) einerseits an einen Schaltkreis (21) für die Stellungshandeingabe für die Hochdruckventile und andererseits an einen Schaltkreis (22) für die Stellungsselbsteingabe für die Hochdruckventile angeschlossen sind, während ein zweiter Eingang (332) eines zweiten Umschalters (33) des Betätigungskreises (01) mit dem Schaltkreis (3) des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen verbunden ist, dessen Eingänge (301, 302) einerseits an einen Schaltkreis (31) für die Stellungshandeingabe für die Niederdruckventile und andererseits an einen Schaltkreis (32) für die Stellungsselbsteingabe für die Niederdruckventile angeschlossen sind, und dass dabei der zweite Eingang (142) des Selbststeuerungskreises (14) vom Drehzahleingabewert mit dem Ausgang (810) des Speisungsregulators (8) verbunden ist.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Eingänge (601, 701) von den elektrisch-hydraulischen Umformern (6, 7) an den Ausgängen (413, 423) von Minimumauswahlen (41, 42) angeschlossen sind, dass immer einer von den ersten Eingängen (411, 421) dieser Minimumauswahlen (41, 42) mit einem Ausgang (233, 333) der Umschalter (23, 33) verbunden ist, und dass ihrer zweiter Eingang (412, 422) an den Ausgang (402) eines Drehzahlüberschreitungsregulators (4) angeschlossen ist, der mit einem Eingang (112) des Oder-Gliedes (11) verbunden ist, und dass der erste Eingang (231) des ersten Umschalters (23) mit dem Ausgang (203) des Schaltkreises (2) des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen verbunden ist, wogegen der zweite Eingang (332) des zweiten Umschalters (33) an den Ausgang (303) des Schaltkreises (3) des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen verbunden ist.

1/ Y = 2,5 / X = 0,0 wertes von Niederdruckventilen angeschlossen ist, während der zweite Eingang (232) des ersten Umschalters (23) mit dem ersten Ausgang (152) eines Signalverteilungskreises (15) und der erste Eingang (331) des zweiten Umschalters (33) mit dem zweiten Ausgang (153) dieses Signalverteilungskreises (15) verbunden ist.

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektronischen Regelung einer für den Antrieb einer Speisepumpe bestimmten Dampfturbine sowie eine Einrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Die Wassermenge, welche mittels einer Speisepumpe in das Speisesystem eines Dampferzeugers geliefert wird, wird durch die Drehzahländerung der diese Speisepumpe antreibende Dampfturbine reguliert. Die eigene Drehzahlregelung der Dampfturbine für den Antrieb der Speisepumpe realisieren ihre Regelventile. Die Turbine weist für den Antrieb der Speisepumpe zwei Arten von diesen Ventilen auf: die Grund- oder Niederdruckventile, abgekürzt ND-Ventile und die Schnapp- oder Hochdruckventile, abgekürzt HD-Ventile. Jedes von diesen Ventilen verarbeitet den Dampf mit einer anderen Qualität. Die HD-Ventile verarbeiten den frischen Dampf, der in den Hochdruckteil der Hauptdampfturbine eintritt, und die ND-Ventile verarbeiten solchen Dampf, der schon einen Teil seiner Energie beim Durchgang durch den Hochdruckteil der Hauptdampfturbine verloren hat. Daraus resultiert, dass die HD-Ventile in der Zeit angewendet werden, wenn die Hauptturbine stillsteht oder nur eine kleine elektrische Leistung produziert. Nach dem Beschleunigen der Hauptturbine treten die ND-Ventile in Funktion in der Abhängigkeit auf den wachsenden Dampfparametern ein, welche schon durch den Teil des Hochdruckbauteiles der Hauptdampfturbine durchgegangen ist.

Zur Zeit ist das Öffnungsmass von den HD- und ND-Ventilen der Dampfturbine für den Antrieb der Speisepumpe durch den Druck des Einstellöls gegeben, der als ein Signal aus dem hydraulischen Drehzahlregler so heraustritt, dass mit dem wachsenden Druck dieses Öls zuerst die ND-Ventile und nach ihrer vollen Öffnung auch die HD-Ventile der Turbine für den Antrieb der Speisepumpe geöffnet werden. Diese Ankopplung ist im Betriebsverlauf unveränderlich, was eine ganze Reihe von Schwierigkeiten verursacht, besonders beim Übergang von einer Ventilart auf eine andere, und ermöglicht keine frühere Öffnung der HD-Ventile, solange die ND-Ventile nicht ganz geöffnet werden. Die Forderung einer präzisen Regelung der Turbinendrehzahl in einem breiten Variationsbereich ist für den hydraulischen Regler nur schwer lösbar und die Forderung der automatisch geregelten Durchwärmung sowohl der Turbine als auch der Pumpe nach längeren Stillsetzungen praktisch nicht stellbar.

Das erfindungsgemässe Verfahren zur Turbinenregelung, das zum Antrieb einer Speisepumpe die Abhängigkeit der Öffnungsgrösse von Hochdruckventilen und Niederdruckventilen der Dampfturbine auf ihre Drehzahl ausnützt, ist dadurch gekennzeichnet, dass auf die Ventile der Dampfturbine für den Antrieb der Speisepumpe selbständig und direkt in Abhängigkeit von der Antriebsart der Hauptdampfturbine eingewirkt wird.

Gegenstand der Erfindung ist ferner eine Einrichtung zur Durchführung des erfindungsgemässen Verfahrens, welche mit einem Reglersatz, einem Schaltkreissatz für die Öffnungseingabewerte der Hochdruck- und Niederdruckventile, einem Satz von elektrisch-hydraulischen Umformern, einem Oder-Glied und einem Satz von Hand- und Selbststeuerungsmitteln versehen und dadurch gekennzeichnet ist, dass an den Betätigungselementen der Niederdruckventile ein zweiter elektrisch-hydraulischer Umformer und an den Betätigungselementen der Hochdruckven-

tile ein erster elektrisch-hydraulischer Umformer eines Betätigungskreises angeschlossen ist, dessen einer Eingang mit einem Schaltkreis des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen, dessen weiterer Eingang mit einem Schaltkreis des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen, dessen dritter Eingang mit einem Drehzahlfühler und dessen zwei letzte Eingänge mit dem ersten Ausgang und mit dem zweiten Ausgang eines Signalverteilungskreises verbunden sind, dessen letzterer Eingang dabei an den Ausgang eines Drehzahlreglers angeschlossen ist und der Eingang dieses Drehzahlreglers mit dem Ausgang des Oder-Gliedes verbunden ist, dessen erster Eingang an den Ausgang eines Schaltkreises des Drehzahleingabewertes angeschlossen ist, während sein zweiter Eingang mit dem Drehzahlfühler verbunden ist, und dass dabei an den Eingängen des Schaltkreises des Drehzahleingabewertes ein Handbetätigungskreis für den Drehzahleingabewert und ein Selbststeuerungskreis für den Drehzahleingabewert angeschlossen sind, welcher letzterer mit einem Speisungsregulator und einem Durchwärmungsregulator verbunden ist, dessen Eingang mit einem Turbinenmetallwärmefühler verbunden ist, und dass der erste Eingang eines ersten Umschalters des Betätigungskreises mit dem Ausgang des Schaltkreises des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen verbunden ist, dessen Eingänge einerseits an einen Schaltkreis für die Stellungshandeingabe für die Hochdruckventile und andererseits an einen Schaltkreis für die Stellungsselbsteingabe für die Hochdruckventile angeschlossen sind, während ein zweiter Eingang eines zweiten Umschalters des Betätigungskreises mit dem Schaltkreis des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen verbunden ist, dessen Eingänge einerseits an einen Schaltkreis für die Stellungshandeingabe für die Niederdruckventile und andererseits an einen Schaltkreis für die Stellungsselbsteingabe für die Niederdruckventile angeschlossen sind, und dass dabei der zweite Eingang des Selbststeuerungskreises vom Drehzahleingabewert mit dem Ausgang des Speisungsregulators verbunden ist.

Dabei ist es zweckmässig, wenn die Eingänge von den elektrisch-hydraulischen Umformern an den Ausgängen von Minimumauswahlen angeschlossen sind, dass immer einer von den ersten Eingängen dieser Minimumauswahlen mit einem Ausgang der Umschalter verbunden ist, und dass ihrer zweiter Eingang an den Ausgang eines Drehzahlüberschreitungsregulators angeschlossen ist, der mit einem Eingang des Oder-Gliedes verbunden ist, und dass der erste Eingang des ersten Umschalters mit dem Ausgang des Schaltkreises des Öffnungseingabewertes von Hochdruckventilen verbunden ist, wogegen der zweite Eingang des zweiten Umschalters an den Ausgang des Schaltkreises des Öffnungseingabewertes von Niederdruckventilen angeschlossen ist, während der zweite Eingang des ersten Umschalters mit dem ersten Ausgang eines Signalverteilungskreises und der erste Eingang des zweiten Umschalters mit dem zweiten Ausgang dieses Signalverteilungskreises verbunden ist.

Der Vorteil des Verfahrens zur Turbinenregelung und der Einrichtung, durch welche dieses Verfahren verwirklicht wird, liegt in der selbständigen unmittelbaren Betätigung der Stellung sowohl der HD-Ventile als auch der ND-Regelventile. Das Betätigungsmedium von diesen Ventilen ist wieder das Öl; in diesem Falle weist jedes der Ventile seinen eigenen Kreis auf. Dadurch wird ermöglicht, dass praktisch willkürliche Kombinationen von ihrer gemeinsamen Öffnung und dadurch auch die Anpassung auf die Turbinenbetriebszustände erzielt werden können. Der elektronische Drehzahlregler ist als ein Adaptionsregler ausgebildet, welcher seine Parameter danach ändert, ob er mit den HD- oder den ND-Regelventilen mitarbeitet. Dadurch stellt dieses Verfahren eine hohe konstante Genauigkeit der Drehzahlregelung in ihrem ganzen Bereich sicher und ermöglicht, die Problematik der automatischen Durchwärmung beim Anlassen nach verschiedenen langen Stillsetzungen zu lösen.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Einrichtung ermöglichen folgende Turbinenbetriebsarten für den

- Antrieb der Speisepumpe: vor allem den Turbinenbetrieb unter Drehzahlregelung durch die Steuerung von HD- und ND-Ventilen durch das Ausgangssignal aus dem Signalverteilungskreis, wobei die gemeinsame Koppelung von HD- und ND-Ventilen im
- 5 Verteiler gemäss der Betriebsart einstellbar ist; weiter den Turbinenbetrieb unter Drehzahlregelung durch die Steuerung von HD-Ventilen durch das Ausgangssignal aus dem Signalverteilungskreis und ND-Ventilen aus dem Kreis des Öffnungseingabewertes von ND-Ventilen; ferner den Turbinenbetrieb unter Drehzahlregelung
- 10 durch die Steuerung von ND-Ventilen durch das Ausgangssignal aus dem Signalverteilungskreis und HD-Ventilen aus dem Kreis des Öffnungseingabewertes von HD-Ventilen; dazu ermöglichen sie die Betätigung der Stellung von den HD-Ventilen aus dem Kreis des Öffnungseingabewertes von HD-Ventilen und den ND-
- 15 Ventilen aus dem Kreis des Öffnungseingabewertes von ND-Ventilen; weiter ermöglichen sie den Betrieb der Drehzahlregelung durch Handeingabe des Drehzahleingabewertes, den Betrieb der Drehzahlregelung mit der Selbststeuerungseingabe des Drehzahleingabewertes durch das Ausgangssignal vom übergeordneten
- 20 Speisungsregulator, den Betrieb der Drehzahlregelung mit der Selbststeuerungseingabe des Drehzahleingabewertes durch das Ausgangssignal vom Durchwärmungsregulator beim Anlassen nach einem verschieden langen Stillstand und die Sicherstellung des Maschinensatzes im Falle einer Störung, welche als Folgerung
- 25 eine Drehzahlerhöhung oder eine Drehzahlentwicklungsrichtung des Überlaufregulators aufweist.

Ein praktisches Ausführungsbeispiel der Einrichtung zur Turbinenregelung gemäss der Erfindung ist als ein Blockschaltbild in der Zeichnung dargestellt.

- 30 Gemäss diesem Ausführungsbeispiel bildet das Grundelement der Einrichtung zur Turbinenregelung ein Drehzahlregler 1. An den Eingang 101 dieses Drehzahlreglers 1 ist der Ausgang 113 eines Oder-Gliedes 11 angeschlossen. Über einen zweiten Eingang 112 dieses Oder-Gliedes 11 wird ein Ausgangssignal aus
- 35 einem elektronischen Drehzahlfühler zugeführt. An den ersten Eingang 111 des Oder-Gliedes 11 ist der Ausgang 123 des Schaltkreises 12 des Drehzahleingabewertes angeschlossen. An den ersten Eingang 121 des Schaltkreises 12 des Drehzahleingabewertes ist der Ausgang 143 eines Selbststeuerungskreises 14 vom
- 40 Drehzahleingabewert angeschlossen, an dessen zweiten Eingang 142 das Ausgangssignal vom übergeordneten Speisungsregulator 8 zugeführt wird. An den ersten Eingang 141 des Selbststeuerungskreises 14 vom Drehzahleingabewert ist der Ausgang 502 eines Durchwärmungsregulators 5 angeschlossen, an
- 45 dessen Eingang 501 der Wärmefühler der kritischen Turbinenstelle angeschlossen ist. An den zweiten Eingang 122 des Schaltkreises 12 des Drehzahleingabewertes ist der Ausgang 131 des Handbetätigungskreises 13 vom Drehzahleingabewert angeschlossen. Der Ausgang 102 des Drehzahlreglers 1 ist mit dem Ein-
- 50 gang 151 des Signalverteilungskreises 15 aus dem Drehzahlregler 1 verbunden. Der erste Ausgang 152 des Signalverteilungskreises 15 ist an den zweiten Eingang 232 eines ersten Umschalters 23 angeschlossen, mit dessen erstem Eingang 231 der Aus-
- 55 gang 203 des Schaltkreises 2 des Öffnungseingabewertes von HD-Ventilen verbunden ist. An den ersten Eingang 201 des Schaltkreises 2 des Öffnungseingabewertes von HD-Ventilen ist der Ausgang 211 des Schaltkreises 21 der Stellungshandeingabe von HD-Ventilen angeschlossen. Mit dem zweiten Eingang 202 des Schaltkreises 2 des Öffnungseingabewertes von HD-Ventilen ist
- 60 der Ausgang 221 des Schaltkreises 22 der Stellungsselbsteingabe von HD-Ventilen verbunden. Der Ausgang 233 des ersten Umschalters 23 ist an den ersten Eingang 411 der ersten Minimumauswahl 41 angeschlossen, an deren zweiten Eingang 412 der Ausgang 402 des Drehzahlüberschreitungsregulators 4 an-
- 65 geschlossen ist. Der Ausgang 413 der ersten Minimumauswahl 41 ist mit dem Eingang 601 des elektrisch-hydraulischen Umformers 6 für HD-Ventile verbunden. Der zweite Ausgang 153 des Signalverteilungskreises 15 ist an den ersten Eingang 331 des

zweiten Umschalters 33 angeschlossen, dessen zweiter Eingang 332 mit dem Ausgang 303 des Schaltkreises 3 des Öffnungseingabewertes von ND-Ventilen verbunden ist. An den ersten Eingang 301 des Schaltkreises 3 des Öffnungseingabewertes von ND-Ventilen ist der Ausgang 311 des Schaltkreises 31 der Stellungshandeingabe von ND-Ventilen angeschlossen und mit dem zweiten Eingang 302 ist der Ausgang 321 des Schaltkreises 32 der Stellungsselbsteingabe von ND-Ventilen verbunden. Der Ausgang 333 des zweiten Umschalters 33 ist an den ersten Eingang 421 der zweiten Minimumauswahl 42 angeschlossen, deren zweiter Eingang 422 mit dem Ausgang 402 des Überlaufreglers 4 verbunden ist. An den Eingang 401 des Überlaufreglers 4 ist der Ausgang aus dem elektronischen Drehzahlfühler angeschlossen. Der Ausgang 423 der zweiten Minimumauswahl 42 ist mit dem Eingang 701 des zweiten elektrisch-hydraulischen Umformers 7 für ND-Ventile verbunden.

Das Wesen der Tätigkeit der erfindungsgemässen Einrichtung zur Turbinenregelung liegt in der Verteilung der Betätigung der Stellung von HD- und ND-Ventilen in zwei selbständige Teile. Die Stellung von HD-Ventilen ist durch das Ausgangssignal aus dem ersten elektrisch-hydraulischen Umformer 6 bestimmt und die Stellung von ND-Ventilen ist durch das Signal aus dem zweiten elektrisch-hydraulischen Umformer 7 bestimmt. Jeder von

diesen Umformern 6 und 7 wird im wesentlichen durch drei Verfahren betätigt: durch das Ausgangssignal aus den Schaltkreisen 2 und 3 des Öffnungseingabewertes von Ventilen oder durch das Ausgangssignal aus dem Drehzahlregler 1 oder schlussendlich durch das Ausgangssignal aus dem Überlaufregler 4, und zwar in Abhängigkeit von den Betriebszuständen und den Bedürfnissen des Operators. Die Schaltkreise 2 und 3 des Öffnungseingabewertes von Ventilen sind manuell oder automatisch steuerbar, wobei die automatische Steuerung von den betreffenden Regulationsventilen bei der Umschaltung von Stellungsbetätigung auf den Drehzahlregler für die Sicherstellung dieses stossfreien Überganges geltend gemacht wird. Der Öffnungseingabewert ist ebenfalls manuell oder automatisch veränderbar. Die Einrichtung zur Turbinenregulierung ermöglicht beide Ventile in einer Serie durch die Signale aus dem Drehzahlregler 1 zu betreiben oder welches immer von Ventilen auf die Handbetätigung umzuschalten und das übrige in der Kompetenz des Drehzahlreglers 1 zu belassen. Solange sich der Drehzahleingabewert in dem Stand «automatisch» befindet, wird er entweder durch das Ausgangssignal aus dem Speisungsregulator 8 oder durch das Ausgangssignal aus dem Durchwärmungsregulator 5 geändert. Der Durchwärmungsregulator 5 stellt die Nichtüberschreitung der zulässigen Wärmebeanspruchung beim Anlassen sicher.

