



⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑳ Anmeldenummer : **92810190.6**

⑤① Int. Cl.⁵ : **F22B 35/10**

㉔ Anmeldetag : **17.03.92**

③① Priorität : **05.04.91 CH 1021/91**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :
07.10.92 Patentblatt 92/41

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :
BE CH DK LI NL

⑦① Anmelder : **GEBRÜDER SULZER
AKTIENGESELLSCHAFT
Zürcherstrasse 12
CH-8400 Winterthur (CH)**

⑦② Erfinder : **Herzog, Rudolf
bei der Kirche
CH-9555 Tobel (CH)**

⑤④ **Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines Zwanglaufdampfzeugers.**

⑤⑦ Die Einrichtung weist ein Speisewassermengennmessorgan (10,10'), einen Regler (23) mit einem Integrator (24) und ein Stellorgan (8) für die Speisewassermenge sowie ein im Ueberhitzerbereich angebrachtes Temperaturmessorgan (18) auf. Dem Regler (23) wird ausser dem Istwert der Temperatur auch ein Sollwert (21) dafür zugeführt. Die Einrichtung weist ferner eine nach Art eines Beobachters arbeitende, mehrere in Serie geschaltete Verzögerungsglieder (33,34,35) enthaltende Vorrichtung (31) auf, die an einem ersten Eingang mit dem Ausgang des Speisewassermengennmessorgans (10,10') und an einem zweiten Eingang mit dem Ausgang des Temperaturmessorgans (18) verbunden ist. Die Ausgänge (39,40,41) dieser Vorrichtung (31) sind auf einen dem Ausgang des Integrators (24) nachgeschalteten Additionspunkt (26) geschaltet. Ferner ist zwischen dem Additionspunkt (26) und dem Ausgang des Reglers (23) ein Multiplikationsorgan (27) angeordnet, dem ausser dem vom Additionspunkt (26) kommenden Signal ein von einem Funktionsgeber (51) kommendes Signal (y) zugeführt wird. Zwischen dem ersten Eingang der Vorrichtung (31) und dem ersten Verzögerungsglied (33) ist ein inverses Divisionsorgan (32) geschaltet, dem ausser dem vom Speisewassermengennmessorgan (10,10') kommenden Signal das vom Funktionsgeber (51) abgegebene Signal (y) zugeführt wird.

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines einen Economiser, einen Verdampfer und mindestens einen Ueberhitzer aufweisenden Zwangslaufdampferzeugers.

Bei bisher bekannten Regeleinrichtungen der genannten Art ist in der Speisewasserleitung des Dampferzeugers ein Speisewassermengensmessorgan angeordnet, das über einen PID-Regler die Speisewassermenge einstellt, z.B. durch Verstellen der Drehzahl der Speisepumpe oder durch Verstellen eines in die Speisewasserleitung eingebauten Ventils. Geregelt wird eine Dampftemperatur, die mit einem im Ueberhitzerbereich des Dampferzeugers angeordneten Messorgan erfasst wird und zusammen mit einem entsprechenden Temperatursollwert ebenfalls auf den PID-Regler geschaltet ist. Anstelle der Dampftemperatur kann auch die Dampfenthalpie geregelt werden. Schliesslich wirkt auf den Speiseregelkreis als Vorsteuerung ein lastabhängiges Signal, das von einem Funktionsgeber kommt, in dem die Beziehung zwischen Speisemenge und dem Dampferzeuger zuzuführende Brennstoffmenge festgelegt ist. Dabei ist zwischen dem Funktionsgeber und dem Speiseregelkreis ein verstellbares Glied eingeschaltet, in dem eine dynamische Verformung des lastabhängigen Signals stattfindet. Aufgrund der beschränkten Wirksamkeit des klassischen PID-Reglers muss die so gebildete Vorsteuerung den komplizierten zeitlichen Verlauf der Speisemenge auf wenige Prozente genau festlegen, so dass der Regler selbst nur eine Feinkorrektur vornehmen muss. Mit einem solchen Aufbau wird die erzielbare Regelgüte weitgehend durch die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Vorsteuerung bestimmt. Die Einstellung des Funktionsgebers und des Gliedes zur dynamischen Verformung erfordert deshalb einen hohen Aufwand, insbesondere eine langwierige Inbetriebsetzung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge zu schaffen, die bei verbesserter Leistungsfähigkeit ohne aufwendige Vorsteuerung auskommt.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs gelöst.

Diese Einrichtung erlaubt es, auf einfache Weise zwei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Zum einen wird der beobachtete Uebertragungsfaktor im Funktionsgeber nachgebildet und ein entsprechendes Signal ganz dem am Ausgang des Reglers angeordneten Multiplikationsorgan zugeführt. Dadurch wird nicht nur der zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Reglers wirkende Uebertragungsfaktor am Reglerausgang lastabhängig richtig eingestellt. Eine Aenderung des Lastsollwertes bewirkt zusätzlich eine sofortige Veränderung der Speisewassermenge, was in Vorzeichen und Amplitude eine sinnvolle erste Wirkung als Vorsteuerung ergibt. Zum andern wird dasselbe Uebertragungsfaktorsignal y vom Funktionsgeber in inverser Form auch der als Beobachter wirkenden Vorrichtung zugeführt. Durch das Zusammenwirken des Multiplikationsorgans mit dem Divisionsorgan ergibt sich eine optimale statische und dynamische Verformung des Signals am Reglerausgang als Antwort auf eine Aenderung des Lastsollwertes, also insgesamt eine optimale Vorsteuerung. Es wird die dynamische Verformung der Vorsteuerwirkung nicht - wie bisherin mühseliger Weise mit einem speziellen dynamischen Filter eingestellt, sondern es werden dazu die in der als Beobachter wirkenden Vorrichtung abgelegten dynamischen Glieder verwendet, die das Prozessverhalten in der erforderlichen Weise nachbilden.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der folgenden Beschreibung anhand der Zeichnung näher erläutert, die schematisch einen Zwangslaufdampferzeuger mit einer Speisewassermengenregeleinrichtung zeigt.

Der als Einrohrkessel ausgebildete Dampferzeuger weist einen Economiser 1, einen Verdampfer 2, einen Abscheider 3 sowie einen ersten und einen zweiten Ueberhitzer 4 bzw. 5 auf, die vom Arbeitsmittel nacheinander durchströmt werden. Zwischen dem Ueberhitzer 5 und dem Verbraucher können noch weitere Ueberhitzer vorgesehen sein. In Strömungsrichtung des Arbeitsmittels gesehen vor dem Economiser 1 ist an diesem eine Speisewasserleitung 7 angeschlossen, die eine Speisepumpe 8, eine Umwälzpumpe 9 und ein Speisewassermengensmessorgan 10 aufweist. Zwischen der Speisepumpe 8 und der Umwälzpumpe 9 mündet in die Speiseleitung 7 eine Umwälzleitung 11, die vom unteren Ende des Abscheiders 3 abzweigt und ein Ventil 12 sowie eine Rückschlagklappe 13 aufweist. Zwischen dem Abscheider 3 und dem Ventil 12 zweigt von der Leitung 11 eine Leitung 14 mit Ventil 15 ab, die vorübergehend zuviel abgeschiedenes flüssiges Arbeitsmittel, z.B. während des Anfahrens des Dampferzeugers, zu einem nicht dargestellten Speisewasserbehälter zurückleitet. Zwischen der Umwälzpumpe 9 und dem Speisewassermengensmessorgan 10 zweigt von der Speisewasserleitung 7 eine Einspritzwasserleitung 16 ab, die in nicht dargestellter Weise zu den Ueberhitzern 4, 5 führt.

Die Speisewassermengenregeleinrichtung umfasst ausser dem Mengensmessorgan 10 einen Signalgeber 10' für die gemessene Speisewassermenge sowie ein Temperaturmessorgan mit Signalgeber 18, das zwischen dem ersten und dem zweiten Ueberhitzer 4 bzw. 5 am Dampferzeuger angeschlossen ist. Dieses Temperaturmessorgan kann auch am Dampfaustritt des Abscheiders 3 angeschlossen sein. Am Ausgang des Signalgebers 18 für die Ist-Temperatur ist eine Signalleitung 19 angeschlossen, die zu einem Vergleichspunkt 20 führt, dem über eine Signalleitung 21 ein Sollwert für die Temperatur zugeführt wird. Vom Vergleichspunkt 20 führt eine Signalleitung 22 zum Eingang eines Integrators 24, der Bestandteil eines Zustandsreglers 23 ist. Die Signalleitung führt ein der Abweichung zwischen Sollwert und Istwert der Temperatur entsprechendes, im Regler 23 um den konstanten Faktor f_i verstärktes Signal zum Integrator 24. Vom Ausgang des Integrators 24 führt eine Signalleitung 25 zu einem Additionspunkt 26, dessen Ausgang mit dem Eingang eines Multiplika-

tionsorganes 27 verbunden ist. Der Ausgang des Multiplikationsorganes 27 ist zugleich der Ausgang des Reglers 23, der über eine Signalleitung 28 mit einem Vergleichspunkt 43 verbunden ist. In den Vergleichspunkt 43 mündet ausserdem eine Signalleitung 29, die vom Signalgeber 10' kommt und ein dem Istwert der Speisewassermenge entsprechendes, um den Faktor f_0 verstärktes Signal führt. Der Ausgang des Vergleichspunktes 43 ist über eine Signalleitung 44 mit der Speisepumpe 8 verbunden, die das Stellorgan der Speisewassermengenregeleinrichtung bildet.

Dem Multiplikationsorgan 27 wird über eine Signalleitung 50 ein Signal y zugeführt, das in einem Funktionsgeber 51 gebildet wird, dem über eine Signalleitung 52 ein Last-Sollwertsignal zugeführt wird. Die Signalleitung 44 führt der Speisepumpe 8 ein Stellsignal zu, das im Vergleichspunkt 43 aus der Differenz des einen Sollwert für die Speisewassermenge bildenden Ausgangssignals des Reglers 23 und des um den Faktor f_0 verstärkten Istwert-Signals für die Speisewassermenge gebildet wird. Das Stellsignal in der Leitung 44 wird durch den Verstärkungsfaktor $-z_0$ verstärkt, der dafür sorgt, dass im stationären Zustand die beiden genannten Speisewassermengen gleich gross sind.

Ausser den Regler 23 umfasst die Speisewassermengenregeleinrichtung eine Vorrichtung 31, die nach Art eines Beobachters arbeitet und zwei Signaleingänge sowie mehrere Signalausgänge aufweist. Der erste Signaleingang ist über eine von der Signalleitung 29 abzweigende Signalleitung 30 mit dem Ausgang des Mengensignalgebers 10' verbunden. Die Signalleitung 30 führt das dem Istwert der Speisewassermenge entsprechende Signal zu einem Divisionsorgan 32, dem ausserdem über eine Signalleitung 53 das Signal y aus dem Funktionsgeber 51 zugeführt wird. Der Ausgang des Divisionsorgans 32 ist über eine Signalleitung 38 mit dem Eingang eines ersten Verzögerungsgliedes 33 verbunden, das zu einer Reihe von weiteren Verzögerungsgliedern 34 und 35 gehört. Die Anzahl solcher Verzögerungsglieder variiert von Anlage zu Anlage zwischen zwei und sieben. Der zweite Eingang der Vorrichtung 31 ist mit einer Signalleitung 17 verbunden, die von der Signalleitung 19 des Temperatursignalgebers 18 abzweigt. Die Signalleitung 17 mündet in einen Vergleichspunkt 37, an dessen Ausgang eine Signalleitung 36 angeschlossen ist. Der zweite Eingang des Vergleichspunktes 37 ist mit dem Ausgang des dritten Verzögerungsgliedes 35 verbunden. Die Signalleitung 36 führt also ein Differenzsignal, das durch einen konstanten Faktor k_1 korrigiert und dann dem Signal in der Leitung 38 additiv aufgeschaltet wird. Der Ausgang des ersten Verzögerungsgliedes 33 ist über eine Signalleitung 39 mit dem Additionspunkt 26 im Regler 23 verbunden. Das Signal in der Leitung 39 wird im Regler 23 durch den konstanten Faktor f_1 verstärkt. Ausserdem wird das Ausgangssignal des ersten Verzögerungsgliedes 33 mit dem Differenzsignal in der Leitung 36, jedoch mit dem konstanten Faktor k_2 korrigiert, addiert und das so gebildete Signal dem zweiten Verzögerungsglied 34 zugeführt. Der Ausgang des zweiten Verzögerungsgliedes 34 ist über eine Signalleitung 40 mit dem Additionspunkt 26 verbunden, und das Signal in der Leitung 40 wird im Regler 23 um den konstanten Faktor f_2 verstärkt. Analog der Schaltung zwischen dem ersten und dem zweiten Verzögerungsglied wird das Ausgangssignal des zweiten Verzögerungsgliedes 34 auch mit dem Differenzsignal der Leitung 36, jedoch mit dem konstanten Faktor k_3 korrigiert, additiv vereinigt und dann dem dritten Verzögerungsglied 35 zugeführt. Der Ausgang des dritten Verzögerungsgliedes 35 ist ausser mit dem Vergleichspunkt 37 über eine Signalleitung 41 mit dem Additionspunkt 26 verbunden, wobei das Signal in der Leitung 41 um den konstanten Faktor f_3 verstärkt wird.

Mit der Vorrichtung 31 wird erreicht, dass der jeweilige Zustand des sich im Dampferzeuger abspielenden Prozesses bei der Speisewassermengenregelung berücksichtigt wird, ohne dass man im Dampferzeuger Zwischen-Messstellen anbringen müsste, was sehr aufwendig wäre.

Die beschriebene Vorrichtung funktioniert wie folgt: Im Normalbetrieb des Dampferzeugers wird mittels der Speisepumpe 8 Speisewasser über die Speisewasserleitung 7 dem Dampferzeuger zugeführt, in dem es - unter dem Einfluss der dem Dampferzeuger zugeführten Wärmemenge Q - im Economiser 1 vorgewärmt und im Verdampfer 2 verdampft wird. Im oberen Lastbereich des Dampferzeugers, in dem reiner Zwangsdurchlaufbetrieb herrscht, gelangt überhitzter Dampf in den Abscheider 3, so dass kein Sattwasser über die Umwälzleitung 11 zurückgeführt wird. Die vom Signalgeber 18 gemessene Temperatur variiert relativ frei, weil die Temperatur des Arbeitsmittels im Abscheider sich unabhängig von der Sättigungstemperatur bewegen kann. In diesem Lastbereich führt eine Erhöhung der Speisewassermenge zwangsläufig zu einer Absenkung der vom Signalgeber 18 gemessenen Temperatur, so dass die Speisewassermenge zur Regelung der Temperatur herangezogen werden kann. Die Dampftemperatur am Austritt des Dampferzeugers wird in hier nicht dargestellter Weise durch Zufuhr von Wasser über die Einspritzwasserleitung 16 geregelt.

Bei Schwachlastbetrieb, der z.B. unterhalb 30% der Vollast des Dampferzeugers einsetzt, tritt aus dem Verdampfer 2 ein Dampf/Wasser-Gemisch aus, das dann im Abscheider 3 in die beiden Phasen Wasser und Dampf getrennt wird. Das abgeschiedene Wasser wird mittels der Umwälzpumpe 9 über die Umwälzleitung 11 in den Economiser 1 und den Verdampfer 2 zurückgeführt. Der im Abscheider 3 abgeschiedene Dampf wird in den Ueberhitzern 4 und 5 überhitzt.

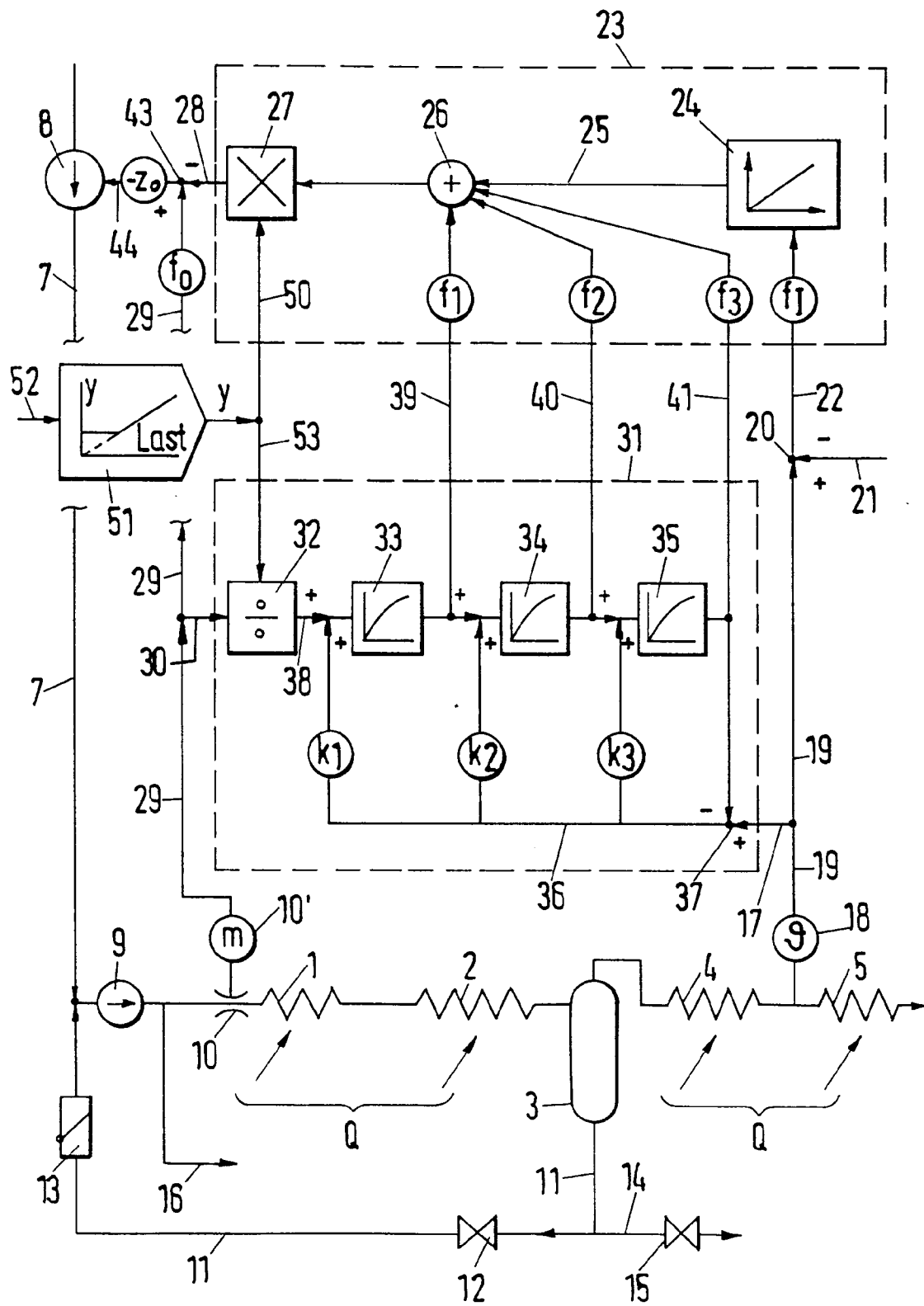
Mit der beschriebenen Einrichtung, die während des Zwangsdurchlaufbetriebes in Funktion ist, wird es mög-

lich, auf einfache Weise zwei Aufgaben gleichzeitig zu erfüllen. Einerseits wird der beobachtete Uebertragungsfaktor im Funktionsgeber 51 nachgebildet und als Uebertragungsfaktorsignal y ganz dem einen Eingang des am Reglerausgang angeordneten Multiplikationsorgan 27 zugeführt. Dadurch wird nicht nur der zwischen dem Eingang und dem Ausgang des Reglers 23 existierende Uebertragungsfaktor nahe seinem Ausgang lastabhängig richtig eingestellt. Eine Aenderung des über die Signalleitung 52 zugeführten Lastsollwertes bewirkt zusätzlich eine sofortige Veränderung der Speisewassermenge, die in Vorzeichen und Amplitude eine sinnvolle erste Wirkung als Vorsteuerung ergibt. Andererseits wird dasselbe Uebertragungsfaktorsignal y vom Funktionsgeber 51 in inverser Form auch im Beobachter 31 eingeführt. Durch das Zusammenwirken des Multiplikationsorgans 27 mit dem Divisionsorgan 32 ergibt sich eine optimale statische und dynamische Verformung des Signals in der Signalleitung 28 am Ausgang des Reglers 23 als Antwort auf eine Aenderung des Lastsollwertes, also insgesamt eine optimale Vorsteuerung. Zur dynamischen Verformung der Vorsteuerwirkung werden die im Beobachter 31 abgelegten dynamischen Glieder verwendet, die das Prozessverhalten in der erforderlichen Weise nachbilden.

Das Ausführungsbeispiel zeigt einen Einrohrkessel mit Schwachlastumwälzung, bei dem die Umwälzpumpe 9 im Vorlauf, d.h. im Hauptstrom des Speisewassers liegt. Die Umwälzpumpe kann auch in der Umwälzleitung 11 angeordnet sein, d.h. im Rücklauf. Die erfindungsgemässe Einrichtung ist aber auf alle Zwangsdurchlaufdamperzeuger anwendbar, unabhängig von der für den Schwachlastbetrieb mit nassem Abscheider angewandten Schaltung, d.h. auch bei Schaltungen, die keine Umwälzpumpe aufweisen.

Patentansprüche

1. Einrichtung zum lastabhängigen Regeln der Speisewassermenge eines einen Economiser (1), einen Verdampfer (2) und mindestens einen Ueberhitzer (4, 5) aufweisenden Zwangslaufdamperzeugers, mit einem Speisewassermengemessorgan (10, 10'), einem einen Integrator (24) enthaltenden Regler (23) und einem Stellorgan (8) für die Speisewassermenge sowie mit einem im Ueberhitzerbereich angebrachten Temperaturmessorgan (18), dessen Ausgang dem Regler (23) aufgeschaltet ist, dem auch ein Sollwert (21) für die Temperatur zugeführt wird, wobei die Einrichtung eine nach Art eines Beobachters arbeitende, mehrere in Serie geschaltete Verzögerungsglieder (33, 34, 35) enthaltende Vorrichtung (31) aufweist, die an einem ersten Eingang mit dem Ausgang des Speisewassermengemessorgans (10, 10') und an einem zweiten Eingang mit dem Ausgang des Temperaturmessorgans (18) verbunden ist und deren Ausgänge (39, 40, 41) auf einen dem Ausgang des Integrators (24) nachgeschalteten Additionspunkt (26) geschaltet sind, wobei ferner zwischen dem Additionspunkt (26) und dem Ausgang des Reglers (23) ein Multiplikationsorgan (27) angeordnet ist, dem ausser dem vom Additionspunkt (26) kommenden Signal ein von einem Funktionsgeber (51) kommendes Signal (y) zugeführt wird, und wobei zwischen dem ersten Eingang der Vorrichtung (31) und dem ersten Verzögerungsglied (33) ein inverses Divisionssorgan (32) geschaltet ist, dem ausser dem vom Speisewassermengemessorgan (10, 10') kommenden Signal das vom Funktionsgeber (51) abgegebene Signal (y) zugeführt wird.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 81 0190

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
A	DE-A-1 526 208 (CONTINENTAL ELEKTROINDUSTRIE) * das ganze Dokument *	1	F22B35/10
A	FR-A-1 263 535 (SULZER) * Seite 2, linke Spalte, Zeile 31 - Seite 3, linke Spalte, Zeile 5; Abbildungen *	1	
A	FR-A-2 401 380 (SULZER) * Abbildungen 5,6 *	1	
A	DE-A-1 401 348 (CONTINENTAL ELEKTROINDUSTRIE) * Seite 3, Zeile 27 - Seite 6, Zeile 18; Abbildungen *	1	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5) F22B F22D
Recherchemort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 29 MAI 1992	Prüfer VAN GHEEL J. U. M.
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.92 (P0403)