(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
3. Januar 2013 (03.01.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/000720 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/061278

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2012 (14.06.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 078 193.5 28. Juni 2011 (28.06.2011) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WIESENMÜLLER, Wolfgang** [DE/DE]; Königswarterstraße 42, 90762 Fürth (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

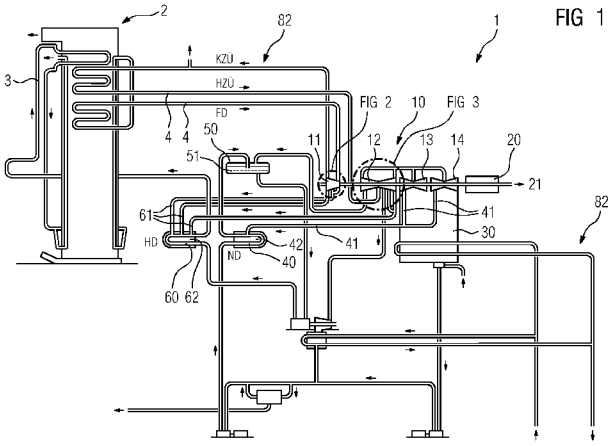
(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, 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, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title**: ADDITIONAL CONTROLLED EXTRACTION FOR A PREHEATER FOR IMPROVING THE PLANT DYNAMICS AND THE FREQUENCY REGULATION IN A STEAM POWER PLANT

(54) **Bezeichnung** : ZUSÄTZLICHE REGELANZAPFUNG FÜR EINEN VORWÄRMER ZUR VERBESSERUNG DER ANLAGENDYNAMIK UND FREQUENZREGELUNG BEI EINEM DAMPFKRAFTWERK



(57) **Abstract**: The invention relates to an extraction method for a preheater of a steam power plant and to a water-steam circuit in a steam power plant. According to the invention, a higher-energetic steam is tapped on a turbine of the steam power plant and is admixed to a lower-energetic steam which is tapped on the turbine. The steam mixture of the lower-energetic steam and the admixed higher-energetic steam is fed to a preheater, in particular a high-pressure preheater, especially a last high-pressure preheating stage of the high-pressure preheater of the steam power plant, particularly for heating feed water flowing through the preheater. By an in particular regulated and/or controlled admixing of the higher-energetic steam to the lower-energetic steam (controlled extraction), a fast power change can be achieved in the steam power plant, particularly in part-load operation of the steam power plant, by changing the temperature of the lower-energetic steam.

(57) **Zusammenfassung**:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2013/000720 A2

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für eine Anzapfung für einen Vorwärmer eines Dampfkraftwerks sowie einen Wasser-Dampf-Kreislauf bei einem Dampfkraftwerk. Gemäß der Erfindung wird an einer Turbine des Dampfkraftwerks ein höherenergetischer Dampf angezapft und dieser einem an der Turbine angezapften niederenergetischen Dampf zugemischt. Das Dampfgemisch aus dem niederenergetischen und dem zugemischten höherenergetischen Dampf wird einem Vorwärmer, insbesondere einem Hochdruckvorwärmer, im Speziellen einer letzten Hochdruckvorwärmstufe des Hochdruckvorwärmers, des Dampfkraftwerks, insbesondere zu einer Erwärmung eines durch den Vorwärmer strömenden Speisewassers, zugeführt. Durch ein insbesondere geregeltes und/oder gesteuertes Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf (Regelanzapfung) lässt sich insbesondere im Teillastbetrieb des Dampfkraftwerks durch eine Temperaturänderung des niederenergetischen Dampfes eine schnelle Leistungsänderung bei dem Dampfkraftwerk erzielen.

Beschreibung

Zusätzliche Regelanzapfung für einen Vorwärmer zur Verbesserung der Anlagendynamik und Frequenzregelung bei einem Dampfkraftwerk

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für eine Anzapfung für einen Vorwärmer, insbesondere für einen Hochdruckvorwärmer, eines Dampfkraftwerks, insbesondere eines Kohlekraftwerks, sowie einen Wasser-Dampf-Kreislauf bei einem Dampfkraftwerk.

Dampfkraftwerke bzw. thermische Kraftwerke sind weithin bekannt, beispielsweise aus http://de.wikipedia.org/wiki/Dampfkraftwerk (erhältlich am 22.06.2011).

Ein Dampfkraftwerk ist eine Bauart eines Kraftwerks zur Stromerzeugung aus fossilen Brennstoffen, bei der eine thermische Energie von Wasserdampf in einer Dampfturbine in Bewegungsenergie umgesetzt und weiter in einem Generator in elektrische Energie umgewandelt wird.

Bei einem solchen Dampfkraftwerk wird der zum Betrieb der Dampfturbine notwendige Wasserdampf zunächst in einem Dampfkessel aus, in der Regel zuvor gereinigtem und aufbereitetem, (Speise-)Wasser erzeugt. Durch weiteres Erwärmen des Dampfes in einem Überhitzer nehmen Temperatur und spezifisches Volumen des Dampfes zu.

Vom Dampfkessel aus strömt der Dampf über Rohrleitungen in die Dampfturbine, wo er einen Teil seiner zuvor aufgenommenen Energie als Bewegungsenergie an die Turbine abgibt. An die Turbine ist ein Generator angekoppelt, der mechanische Leistung in elektrische Leistung umwandelt.

Danach strömt der entspannte und abgekühlte Dampf in den Kondensator, wo er durch Wärmeübertragung an die Umgebung kondensiert und sich als flüssiges Wasser sammelt.

Über Kondensatpumpen und Vorwärmern hindurch wird das Wasser in einen Speisewasserbehälter zwischengespeichert und dann über eine Speisepumpe erneut dem Dampfkessel zugeführt, womit ein Kreislauf geschlossen wird.

Man unterscheidet verschiedene Dampfkraftwerksarten, wie beispielsweise Kohlekraftwerke, Ölkraftwerke, Gas-und-Dampf-Kombikraftwerke (GuD-Kraftwerke).

Ein Kohlekraftwerk ist eine spezielle Form des Dampfkraftwerkes, bei welchem Kohle als hauptsächlicher Brennstoff zur Dampferzeugung verwendet wird. Man kennt solche kohlebefeuerten Kraftwerke für Braunkohle wie auch für Steinkohle.

In einem solchen Kohlekraftwerk wird entsprechend beschriebenem allgemeinen Kreislauf eines Dampfkraftwerkes zuerst in einer Kohlemühle Braun- oder Steinkohle gemahlen und getrocknet. Dieses wird dann in einen Brennerraum einer Staubfeuerung eingeblasen und dort vollständig verbrannt. Dadurch frei werdende Wärme wird von einem Wasserrohrkessel aufgenommen und wandelt das eingespeiste (Speise-)Wasser in Wasserdampf um.

Der Wasserdampf strömt über Rohrleitungen zur Dampfturbine, in der er einen Teil seiner Energie durch Entspannung als Bewegungsenergie an die Turbine abgibt. Durch den an die Turbine gekoppelten Generator wird die mechanische Leistung dann in elektrische Leistung umwandelt, welche als elektrischer Strom in ein Stromnetz eingespeist wird.

In der Regel unterhalb der Turbine ist der Kondensator angeordnet, in dem der Dampf – nach Entspannung in der Turbine – den größten Teil seiner Wärme an das Kühlwasser überträgt. Während dieses Vorganges verflüssigt sich der Dampf durch Kondensation.

Die Speisewasserpumpe fördert das entstandene flüssige Wasser als Speisewasser erneut in den Wasserrohrkessel, womit der Kreislauf geschlossen ist.

Sämtliche in einem Dampfkraftwerk bzw. Kohlekraftwerk anfallenden Informationen, wie beispielsweise Messwerte, Prozess- oder Zustandsdaten, werden in einer Leitwarte angezeigt und dort, meist in einer zentralen Recheneinheit, ausgewertet, wobei Betriebszustände einzelner Kraftwerkskomponenten angezeigt, ausgewertet, kontrolliert, gesteuert und/oder geregelt werden.

Über Steuerorgane kann ein Kraftwerkspersonal in einen Betriebsablauf des Kohlekraftwerks eingreifen, beispielsweise durch Öffnen oder Schließen einer Armatur oder eines Ventils oder auch durch eine Veränderung einer zugeführten Brennstoffmenge.

Zentraler Bestandteil einer solchen Leitwarte ist ein Leitrechner, auf welchem eine Blockführung, eine zentrale Kontroll- bzw. Steuer- und/oder Regeleinheit, implementiert ist, mittels welcher eine Kontrolle, eine Steuerung und/oder eine Regelung des Dampf- bzw. Kohlekraftwerks durchgeführt werden kann.

In einem deregulierten Strommarkt gewinnen ein flexibler Lastbetrieb von Kraftwerken und Einrichtungen zur Frequenzregelung in Stromnetzen für den Kraftwerksbetrieb immer mehr an Bedeutung.

Hinsichtlich der Frequenzregelung in Stromnetzen unterscheidet man verschiedene Arten der Frequenzregelung, beispielsweise eine Primärregelung und eine Sekundärregelung mit oder ohne sogenanntem Totband.

Da elektrische Energie auf dem Weg vom Erzeuger zum Verbraucher nicht gespeichert werden kann, muss Stromerzeugung und Stromverbrauch in jedem Augenblick im Stromnetz im Gleichge-

wicht stehen, d.h. es muss genau so viel elektrische Energie erzeugt werden, wie verbraucht wird. Die Frequenz der elektrischen Energie ist dabei die integrierende Regelgröße und nimmt den Netzfrequenznennwert an, solange sich Stromerzeugung und Stromverbrauch im Gleichgewicht befinden. Die Drehzahlen der an einem Stromnetz angeschlossenen Kraftwerksgeneratoren sind mit dieser Netzfrequenz synchronisiert.

Kommt es zu einem bestimmten Zeitpunkt zu einem Erzeugungsdefizit im Stromnetz, so wird dieses Defizit zunächst durch eine in Schwungmassen von rotierenden Maschinen (Turbinen, Generatoren) enthaltene Energie gedeckt. Die Maschinen werden dadurch abgebremst, wodurch deren Drehzahl und damit die (Netz-)Frequenz weiter sinken.

Wird diesem Absinken der Netzfrequenz nicht durch geeignete Leistungs- bzw. Frequenzregelung im Stromnetz entgegengewirkt, würde dies zum Netzzusammenbruch führen.

Innerhalb des sogenannten Totbandes im Bereich kleiner Frequenzabweichungen von bis zu +/- 0.07-0.1 Hz erfolgen im Normalfall keinerlei Regeleingriffe. Möglich ist in diesem Bereich lediglich eine verzögerte langsame Gegensteuerung zur Kompensation bleibender Abweichungen zwischen Erzeugung und Verbrauch.

Größere Frequenzabweichungen im Bereich von 0.1-3.0 Hz, beispielsweise hervorgerufen durch Kraftwerksausfälle und Schwankungen im Stromverbrauch, werden durch die Primärregelung auf die an der Primärregelung beteiligten Kraftwerke im gesamten Stromnetz aufgeteilt. Diese stellen dafür eine sogenannte Primärregelreserve, also eine Leistungsreserve, zur Verfügung, welche von den beteiligten Kraftwerken automatisch an das Stromnetz abgegeben wird, um dadurch das Ungleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch innerhalb von Sekunden durch Regelung der Erzeugung auszugleichen.

Die Primärregelung dient damit der Stabilisierung der Netzfrequenz bei möglichst kleiner Abweichung, jedoch auf einem von einem vorgegebenen Netzfrequenznennwert abweichenden Niveau.

Die sich an die Primärregelung anschließende Sekundärregelung hat die Aufgabe, das Gleichgewicht zwischen den Stromerzeugern und -verbrauchern im Stromnetz wieder herzustellen und dadurch die Netzfrequenz wieder auf den vorgegebenen Netzfrequenznennwert, z. B. 50 Hz, zurückzuführen.

Die an der Sekundärregelung beteiligten Kraftwerke stellen hierzu eine Sekundärregelreserve zur Verfügung, um die Netzfrequenz wieder auf den Netzfrequenznennwert zurückzuführen und das Gleichgewicht im Stromnetz wieder herzustellen.

Wohingegen die Anforderung der Primärregelreserve und die Abgabe der Primärregelreserve in das Stromnetz automatisch durch die Regeleinrichtungen der an der Primärregelung beteiligten Kraftwerke erfolgt (das Stromnetz als solches bzw. die Frequenzänderung im Stromnetz (er-)fordert die Primärregelreserve), wird die Sekundärregelung durch einen übergeordneten Netzregler im Stromnetz bei den an der Sekundärregelung beteiligten Kraftwerken angefordert - und dann auf diese Anforderung von den Kraftwerken in das Stromnetz abgegeben.

Zum Teil ist die Bereitstellung von Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelreserve für die Kraftwerke in - durch nationale Vorschriften - bestimmtem Umfang verpflichtend; von den Kraftwerken zur Verfügung gestellte Regelreserven werden den Kraftwerken in der Regel als spezielle Netzdienstleistungen vergütet.

Selbst für große moderne Wärmekraftanlagen mit überkritischen Dampferzeugern, welche üblicherweise in einem Grundlastbetrieb fahren, kann eine Teilnahme an der Frequenzregelung oder einem Nicht-Grundlastbetrieb wirtschaftlich attraktiv sein. Auch wird mit einem Ausbau von regenerativen Energien

(Windenergie) eine Verschärfung von Anforderungen an eine Regelfähigkeit selbst großer Kraftwerkseinheiten erwartet.

Ferner ist bekannt, dass eine, beispielsweise im Falle einer Frequenzregelung erforderliche, Leistungssteigerung eines Kohlekraftwerks aus einem beliebigen Leistungspunkt heraus wesentlich länger dauert („Leistungsträgheit"), als beispielsweise bei Pumpspeicher- oder Gaskraftwerken, bei denen die Leistung bei Bedarf im Sekundenbereich abgerufen werden kann.

Ein Grund für diese „Leistungsträgheit" bei Kohlekraftwerken ist eine „thermische Trägheit" des Brennstoffs Kohle. D.h., eine Änderung der Kohlebefeuerung führt erst nach einer längeren Verzögerung, d.h. nach einer Verzögerung in einem Minutenbereich, zu einer Leistungsänderung des Kohlekraftwerks (Änderung einer Wirkleistung des Kohlekraftwerks oder einer ausgekoppelten Wärmeleistung (Prozessdampf)), was in erster Linie an einem zeitaufwendigen Vorgang einer Kohlezufuhr und -zerkleinerung liegt. Leistungen und auch Leistungserhöhungen, wie im Falle von Regelreserven, können so nur zeitverzögert in die entsprechenden Strom- bzw. Verteilnetze abgegeben werden.

Diese auf diese Weise von Kohlekraftwerken fahrbaren Leistungsrampen bzw. Leistungsgradienten sind zwar moderat; dennoch können Netzanschlussbedingungen von derzeit in Deutschland gültigen Transmission Codes (Mindestanforderung) mit beispielsweise einer geforderten Primärregelreserve von 2 % Leistungssteigerung in 30 Sekunden erfüllt werden.

Gelänge es, eine höhere Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelreserve bei einem Kohlekraftwerk bereitzustellen als nach den nationalen Vorschriften mindestens erforderlich, könnte diese von einem Kohlekraftwerksbetreiber mit entsprechend höherem Gewinn vermarktet werden.

Darüber hinaus gibt es Länder, welche - je nach Größe des Netzes und Struktur von Stromerzeugungseinheiten - von Haus aus höhere Leistungsgradienten bzw. Frequenzregelreserven von Kraftwerken als Netzanschlussbedingungen für ihre Netze fordern. Beispielsweise fordert ein britischer Grid Code eine 10 % Leistungssteigerung innerhalb von 10 Sekunden.

Zur Beschleunigung von Leistungsänderungen im Rahmen der Frequenzregelung bzw. Primär- und/oder der Sekundärregelung bei Kohlekraftwerken ist es bekannt („Flexible Load Operation and Frequency Support for Steam Turbine Power Plants", Wichtmann et al., VGB PowerTech 7/2007, Seiten 49 - 55), schnell wirkende Zusatzmaßnahmen einzusetzen, welche auf die Nutzung von im Prozessmedium des kohlebefeuerten Kraftwerks, d.h. im Speisewasser bzw. Wasserdampf, enthaltener Energie beruhen, wie Drosselung von Hochdruck-Turbinenregelventile, Überlasteinleitung zur Hochdruckteilturbine, Kondensatstau, speisewasserseitige Umgehung von Hochdruckvorwärmern sowie Androsselung der Anzapfdampfleitungen zu den Hochdruckvorwärmern.

Dieser Prozessmedium immanente Energiespeicher ist allerdings begrenzt, so dass auch die dadurch zur Verfügung stellbare Regelreserve begrenzt ist. Hinzu kommt, dass dadurch auch der Betriebsbereich, innerhalb dessen eine Frequenzregelung möglich ist, entsprechend begrenzt ist.

Weiterhin ist es bekannt, dass bei Dampfkraftwerken bzw. Kohlekraftwerken Feuerstörungen auftreten, welche zu einem unruhigen Anlagenbetrieb führen. Hier ist es Aufgabe, diese Störungen bzw. Betriebsschwankungen auszuregeln, um den Anlagenbetrieb zu verstetigen und die Anlagendynamik zu optimieren.

Üblicherweise erfolgt die Ausregelung dieser Störungen bzw. Schwankungen dadurch, dass die Feuerung entsprechend verändert wird. D.h., man nutzt diejenige Stellgröße, welche die Störungen verursacht, um die Störungen auszugleichen. Auch dieser Ausgleich führt zu einem unruhigen Anlagenbetrieb.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welche es ermöglichen, das dynamische Anlagenverhalten eines Dampfkraftwerks, insbesondere eines Kohlekraftwerks, zu verbessern. Auch liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, die Frequenzregelung bei einem Dampfkraftwerk bzw. Kohlekraftwerk, insbesondere die Leistungsänderungsgeschwindigkeit und/oder den Leistungsumfang, d.h. die Leistungsregelreserve, zu verbessern.

Die Aufgabe wird durch das Verfahren für eine Anzapfung für einen Vorwärmer, insbesondere für einen Hochdruckvorwärmer, eines Dampfkraftwerks, insbesondere eines Kohlekraftwerks, sowie durch einen Wasser-Dampf-Kreislauf bei einem Dampfkraftwerk, insbesondere einem Kohlekraftwerk, mit den Merkmalen gemäß dem jeweiligen unabhängigen Patentanspruch gelöst.

Gemäß dem erfindungemäßen Verfahren wird an einer Turbine des Dampfkraftwerks ein höherenergetischer Dampf angezapft und dieser einem an der Turbine angezapften niederenergetischen Dampf zugemischt.

Dabei sind die relativen Begriffe „höher" und „nieder" jeweils in Bezug auf die beiden angezapften Dämpfe zu verstehen. Der angezapfte zugemischte Dampf ist demzufolge energetisch höher als der angezapfte Dampf, dem der energetisch höhere Dampf zugemischt wird. So weist beispielsweise der angezapfte zugemischte Dampf einen höheren Druck und/oder eine höhere Temperatur auf als der angezapfte Dampf, dem zugemischt wird.

Nach oben hin begrenzt bzw. als zumischbarer, energiereichster Dampf kann dabei der in die Turbine bzw. in die Hochdruckturbine einströmende Frischdampf verwendet werden. Angezapft an der Turbine mag in diesem Zusammenhang auch so verstanden werden, dass die Anzapfung nicht nur unmittelbar an der Turbine/Turbineneintritt bzw. an der Hochdruckturbine/Hochdruckturbineneintritt erfolgt, sondern auch an der in

die Turbine bzw. in die Hochdruckturbine führende Frischdämpfleitung.

Das Dampfgemisch aus dem niederenergetischen und dem zugemischten höherenergetischen Dampf wird einem Vorwärmer, insbesondere einem Hochdruckvorwärmer, des Dampfkraftwerks, insbesondere zu einer Erwärmung eines durch den Vorwärmer strömenden Speisewassers, zugeführt. Insbesondere erfolgt die Zuführung zu einer letzten Hochdruckvorwärmerstufe.

Durch ein insbesondere geregeltes und/oder gesteuertes Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf (Regelanzapfung) lässt sich insbesondere im Leistungsregelbetrieb des Dampfkraftwerks durch eine Temperaturänderung des niederenergetischen Dampfes eine schnelle Leistungsänderung bei dem Dampfkraftwerk erzielen. Insbesondere, wenn die Erfindung im Betrieb der Anlage mitlaufend eingesetzt wird, anstatt – wie sonst üblich – bei Feuerstörungen das Feuer entsprechend nachzufahren, lässt sich durch die Erfindung die Laufruhe der Anlage verbessern.

Regelanzapfung meint dabei, dass durch Steuerung/Regelung die Zumischung des angezapften höherenergetischen Dampfes zu dem angezapften niederenergetischen Dampf exakt dosiert wird, beispielsweise durch exakte Einstellung eines Durchflusses des angezapften höherenergetischen Dampfes. Als Stellgröße einer solchen Regelung kann eine „Economizer" Eintrittstemperatur oder eine Speisewasserendtemperatur verwendet werden. Die Steuerung/Regelung kann dabei in einer Blockführung der Anlage implementiert sein.

Bei dem erfindungsgemäßen Wasser-Dampf-Kreislauf des Dampfkraftwerks sind eine Turbine sowie ein Vorwärmer, insbesondere ein Hochdruckvorwärmer, in dem Wasser-Dampf-Kreislauf angeordnet.

Solche Vorwärmer sind als Hochdruckvorwärmer oder als Niederdruckvorwärmer bekannt. In der Regel sind jeweils mehrere

solche Hochdruck- bzw. Niederdruckvorwärmer - als (Vorwärm-)Stufen - hintereinander ausgeführt, in welchen die Erwärmung des dort durchgeleiteten Speisewassers (Hochdruckvorwärmer) oder Kondensats (Niederdruckvorwärmer) über mehrere (Temperatur-)Stufen erfolgt.

Weiter ist mit der Turbine eine erste Anzapfleitung verbunden, mit welcher höherenergetischer Dampf an der Turbine anzapfbar ist. Auch ist mit der Turbine eine zweite Anzapfleitung verbunden, mit welcher niederenergetischer Dampf an der Turbine anzapfbar ist.

Die erste und die zweite Anzapfleitung sind über eine Mischvorrichtung, beispielsweise über ein einfaches Rohrleitungsverbindungselement, gekoppelt, mit welcher der höherenergetische Dampf aus der ersten Anzapfleitung und der niederenergetische Dampf aus der zweiten Anzapfleitung mischbar sind.

Mit der Mischvorrichtung und dem Vorwärmer ist eine Zuführleitung verbunden, mit welcher das Dampfgemisch aus dem höherenergetischen Dampf und dem niederenergetischen Dampf dem Vorwärmer, insbesondere dem Hochdruckvorwärmer, insbesondere der letzten Hochdruckvorwärmerstufe, zuführbar, insbesondere zu einer Erwärmung eines durch den Vorwärmer strömenden Speisewassers zuführbar, ist.

Letzte Hochdruckvorwärmerstufe bezeichnet dabei diejenige Hochdruckvorwärmerstufe bzw. denjenigen Hochdruckvorwärmer, nach welchem das Speisewasser - aus der Vorwärmung - endgültig austritt und dem Dampferzeuger zugeführt wird.

Vereinfacht ausgedrückt sieht die Erfindung eine Zumischung eines an der Turbine angezapften höherenergetischen Dampfes zu einem an der Turbine angezapften niederenergetischen Dampfes vor, wobei die Energie des niederenergetischen Dampfes, im Speziellen eine Temperatur und ein Druck des niederenergetischen Dampfes, erhöht wird. Das Dampfgemisch wird insbeson-

dere für die Erwärmung des Hochdruckvorwärmers bzw. des durch den Hochdruckvorwärmer geleiteten Speisewassers verwendet.

Im Speziellen erfolgt die Erwärmung in der letzten Hochdruckvorwärmerstufe (auch als höchste Hochdruckvorwärmstufe bezeichnet).

Durch Beteiligung mehrerer oder sämtlicher Hochdruckvorwärmer lassen sich die entsprechenden Temperaturgradienten begrenzen und damit eine entsprechend schonende Anlagenfahrweise sicherstellen. Anders ausgedrückt, hier werden mehrere erfindungsgemäße Regelanzapfungen für wenigstens den letzten Hochdruckvorwärmer, gegebenenfalls für mehrere bzw. sämtliche Hochdruckvorwärmer, vorgesehen.

Durch insbesondere geregeltes/gesteuertes Zumischen von höherenergetischem Dampf zu einem niederenergetischen Anzapfdampf (Regelanzapfung) lässt sich insbesondere in einem Teillastbetrieb der Anlage durch Temperaturerhöhung des Anzapfdampfes eine schnelle und gezielte Leistungsänderung der Anlage erreichen. "Schnell" ist in diesem Zusammenhang so zu verstehen, dass sich die Steigerung der Leistung in kurzer Zeit einstellt, d.h. dass ein großer positiver Leistungsgradient gefahren werden kann. „Gezielt" meint dabei, dass die Leistungsänderung auf einen vorgegebenen Leistungszustand hin geregelt/gesteuert erfolgt.

Die Leistungsänderung bzw. Leistungssteigerung kann dabei im Rahmen einer Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelung des Dampfkraftwerks, insbesondere des Kohlekraftwerks, oder einer Feuerstörung des Dampfkraftwerks erforderlich sein.

So kann insbesondere eine Leistungssteigerung im Bereich von 2-15 % einer Nennleistung, insbesondere bevorzugt im Bereich von 2-10 % der Nennleistung, liegen.

Diese Leistungssteigerung ist insbesondere in einem Zeitbereich von 5-600 s, insbesondere bevorzugt im Bereich von 5-

30 s, aufzubauen. Die zusätzliche Leistung kann dann während eines weiteren Zeitraumes im Bereich von wenigstens 5-50 min, insbesondere während eines Zeitraumes von 5-30 min gehalten werden.

Die Regelung/Steuerung kann durch die Blockführung über eine „Economizer" Eintrittstemperatur oder eine Speisewasserendtemperatur als Stellgröße der Regelung/Steuerung erfolgen.

Die Erfindung erweist sich in zahlreicher Hinsicht als erheblich vorteilhaft.

Durch die Erfindung lassen sich in vorteilhafter und auch in vorteilhaft einfacher Weise das dynamische Anlageverhalten und die Frequenzregelung bei einem Dampfkraftwerk, insbesondere bei einem Kohlekraftwerk, verbessern.

Insbesondere in Kombination mit den bekannten Maßnahmen zur Beschleunigung von Leistungsänderungen im Rahmen der Frequenz- bzw. Primär- und/oder der Sekundärregelung bei Kohlekraftwerken lässt sich so durch die Erfindung der Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelungsbereich vergrößern. Auch lässt sich durch die Erfindung die Laufruhe der Anlage verbessern. Insbesondere, wenn die Erfindung mitlaufend eingesetzt wird, um kleine Feuerstörungen auszuregeln, anstatt - wie sonst üblich - das Feuer entsprechend nachzufahren.

Durch die Beteiligung mehrerer oder sämtlicher Hochdruckvorwärmer lassen sich die entsprechenden Temperaturgradienten begrenzen und damit eine entsprechend schonende Anlagenfahrweise sicherstellen.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich auch aus den abhängigen Ansprüchen. Die beschriebenen Weiterbildungen beziehen sich sowohl auf das Verfahren als auch auf die Vorrichtung.

Nach einer bevorzugten Weiterbildung werden der höherenergetische Dampf und der niederenergetische Dampf an demselben Turbinenteil der Turbine, insbesondere an einem Hochdruckteil oder an einem Mitteldruckteil der Turbine, angezapft.

Auch kann vorgesehen sein, dass unter Verwendung des Dampfgemischs Speisewasser in dem Hochdruckvorwärmer, insbesondere in einer letzten Hochdruckvorwärmstufe, oder auch Kondensat in einem Niederdruckvorwärmer erwärmt wird.

Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung erfolgt das Zumischen von dem höherenergetischen Dampf zu dem niederenergetischem Dampf geregelt und/oder gesteuert, insbesondere durch eine Blockführung des Dampfkraftwerks und insbesondere unter Verwendung einer „Economizer" Eintrittstemperatur oder einer Speisewasserendtemperatur als Stellgröße.

Weiter kann vorgesehen sein, die Erfindung einzusetzen zu einer Temperaturerhöhung und/oder Druckerhöhung des angezapften niederenergetischen Dampfes, wobei durch die Zumischung des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf eine Temperatur um insbesondere bis zu ca. 20 Kelvin und/oder ein Druck um insbesondere bis zu ca. 5 bar erhöht wird.

Auch kann die Erfindung eingesetzt werden zu einer schnellen, gezielten Leistungsänderung des Dampfkraftwerks, insbesondere des in einem Teillastbetrieb gefahrenen Dampfkraftwerks, wobei die Leistungsänderung durch die Temperaturerhöhung des angezapften niederenergetischen Dampfes bewirkt wird.

Weiter kann die Erfindung eingesetzt werden bei einer Frequenzregelung, insbesondere bei einer Sekundär- und/oder einer Primärregelung, bei dem Dampfkraftwerk, wobei durch das Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf eine schnelle Leistungsänderung für eine im Rahmen der Frequenzregelung, insbesondere der Sekundär- und/oder der Primärregelung, angeforderte Leistungsänderung des Dampfkraftwerks bewirkt wird und/oder durch das Zumischen

des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf ein Frequenzregelbereich, insbesondere ein Primär- und/oder Sekundärregelbereich, bei dem Dampfkraftwerk vergrößert wird.

Darüber hinaus kann die Erfindung eingesetzt werden für eine Erhöhung einer Laufruhe bei dem Dampfkraftwerk, wobei Feuerstörungen bei dem Dampfkraftwerk durch eine schnelle Leistungsänderung - erzielt durch ein geregeltes und/oder gesteuertes Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf - ausgeregelt werden.

Die Erfindung kann auch eingesetzt werden zusätzlich zu einer Leistungssteigerung bei dem Dampfkraftwerk durch Nutzung einer in einem Prozessmedium des Dampfkraftwerks enthaltenen Energie, insbesondere zusätzlich zu einer Drosselung eines Hochdruck-Turbinenregelventils, einer Überlasteinleitung zu einer Hochdruckteilturbine, einem Kondensatstau, einer speisewasserseitigen Umgehung eines Hochdruckvorwärmers und/oder einer Androsselung einer Anzapfdampfleitung zu dem Hochdruckvorwärmer.

Auch kann die Erfindung eingesetzt werden mitlaufend in einem Betrieb, insbesondere in einem Teillastbetrieb, des Dampfkraftwerks zur Ausregelung von Feuerstörungen des Dampfkraftwerks.

Bei einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist der Wasser-Dampf-Kreislauf und/oder die Mischvorrichtung eine Regel-/Steuervorrichtung, insbesondere implementiert in einer Blockführung des Dampfkraftwerks, auf, mit welcher die Mischung des höherenergetischen und des niederenergetischen Dampfes, insbesondere unter Verwendung einer „Economizer" Eintrittstemperatur oder einer Speisewasserendtemperatur als Stellgröße, regelbar und/oder steuerbar ist.

Weiter kann nach einer besonderes bevorzugten Weiterbildung vorgesehen werden, dass der Wasser-Dampf-Kreislauf zumindest

zwei Einheiten aus jeweils der ersten Anzapfleitung, der zweiten Anzapfleitung, der Mischvorrichtung und der Zuführleitung aufweist und mit jeder von den mindestens zwei Einheiten ein Vorwärmer, insbesondere ein Hochdruckvorwärmer, mit dem jeweiligen Dampfgemisch versorgbar ist.

Hier kann weiter vorgesehen sein, dass die zweite Anzapfleitung einer ersten Einheit auch die erste Anzapfleitung einer zweiten Einheit ist. Hierdurch lässt sich eine kaskadenförmige Dampfgemischversorgung der Vorwärmer erreichen, welche einen Bedarf an zusätzlichen Leitungen verringert.

Besonders bevorzugt können mehrere von solchen Einheiten vorgesehen sein, welche mehrere oder sämtliche Hochdruckvorwärmer, zumindest aber eine letzte Hochdruckvorwärmerstufe, mit dem jeweiligen Dampfgemisch versorgen. Durch Beteiligung mehrerer oder sämtlicher Hochdruckvorwärmer lassen sich die entsprechenden Temperaturgradienten begrenzen und damit eine entsprechend schonende Anlagenfahrweise sicherstellen.

Ferner kann ein Dampfkraftwerk, insbesondere Kohlekraftwerk, vorgesehen werden, welches einen erfindungsgemäßen Wasser-Dampf-Kreislauf aufweist.

In Figuren ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, welches im Weiteren näher erläutert wird.

Es zeigen:

FIG 1 einen Wasser-Dampf-Kreislauf bei einem Kohlekraftwerk gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung,

FIG 2 einen Detailausschnitt (HD-Turbinenteil) aus dem Wasser-Dampf-Kreislauf gemäß FIG 1,

FIG 3 einen weiteren Detailausschnitt (MD-Turbinenteil) aus Wasser-Dampf-Kreislauf gemäß FIG 1.

Ausführungsbeispiel: Zusätzliche Regelanzapfungen für Hochdruckvorwärmer zur Verbesserung der Anlagendynamik und Frequenzregelung bei einem Dampfkraftwerk (Kohlekraftwerk) (FIGen 1 bis 3)

FIG 1 und FIGen 2 und 3 zeigen einen Wasser-Dampf-Kreislauf bzw. Detailausschnitte aus dem Wasser-Dampf-Kreislauf eines kohlebefeuerten Dampfkraftwerks 1.

Bei diesem kohlebefeuerten Dampfkraftwerk 1, kurz im Folgenden nur Kohlekraftwerk 1, wird nach einer üblichen Kohlebefeuerung in einer Kohlemühle Braun- oder Steinkohle gemahlen und getrocknet. Dieses wird dann in einen Brennerraum einer Staubfeuerung eingeblasen und dort vollständig verbrannt.

Dadurch frei werdende Wärme wird von einem Wasserrohrkessel, kurz Dampferzeuger 2, aufgenommen und wandelt eingespeistes (Speise-)Wasser 3 in Wasserdampf/Hochdruckdampf 4 um.

Der im Dampferzeuger 2 erzeugte Hochdruckdampf 4 tritt in den Hochdruckteil 11 der Dampfturbine 10 ein und verrichtet dort unter Entspannung und Abkühlung mechanische Arbeit.

Zum Erreichen eines hohen Gesamtwirkungsgrades wird der Dampf nach dem Verlassen des Hochdruckteils 11 wieder in den Dampferzeuger 2 geführt und zwischenüberhitzt. Der überhitzte Dampf wird der Turbine 10 im zweiflutigen Mitteldruckteil 12 nochmals zugeführt und verrichtet weitere mechanische Arbeit unter weiterer Entspannung und Abkühlung.

Nach dem Verlassen des Mitteldruckteils 12 strömt der Dampf in die beiden jeweils zweiflutig ausgeführten Niederdruckteile 13, 14 der Dampfturbine 10, wo weitere mechanische Arbeit unter Entspannung und Abkühlung auf Abdampfdruck-Niveau geleistet wird.

Durch den an die Turbine 10 gekoppelten Generator 20 wird die mechanische Leistung dann in elektrische Leistung umgewandelt, welche in Form von elektrischem Strom in ein Stromnetz 21 eingespeist wird.

Der Abdampf aus der Turbine wird im Kondensator 30 mithilfe des Hauptkühlwassers kondensiert. Das anfallende Hauptkondensat wird von den Hauptkondensatpumpen den Niederdruck(ND)-Vorwärmern 40 und dem Speisewasserbehälter 50 zugeführt und dabei in den Vorwärmstufen 42 jeweils mit Anzapfdampf 41 aus der Turbine 10 bzw. aus den beiden jeweils zweiflutig ausgeführten Niederdruckteilen 13, 14 der Turbine 10 aufgewärmt.

Aus dem Speisewasserbehälter 50 entnehmen die beiden Speisewasserpumpen das erforderliche Speisewasser 51 und führen dieses unter Druckerhöhung und weiterer Aufwärmung in den Hochdruck(HD)-Vorwärmern 60 dem Dampferzeuger 2 wieder zu. Zur Aufwärmung wird wieder Anzapfdampf 61 aus der Turbine 10 bzw. aus dem Hochdruckteil 11 und dem zweiflutigen Mitteldruckteil 12 der Turbine 10 verwendet.

Zum Erreichen hoher Gesamtwirkungsgrade wird die Vorwärmstrecke aus ND- 40 und HD-Vorwärmern 60 mehrstufig mit jeweils mehreren ND- 42 bzw. HD-Vorwärmern 62 ausgeführt.

FIGen 2 und 3 zeigen die Versorgung der HD-Vorwärmer 60, 62, 63, 64, 65 mit Anzapfdampf 61 bzw. 78, 79 und 95 aus dem Hochdruckteil 11 (FIG 2) bzw. aus dem zweiflutigen Mitteldruckteil 12 der Turbine 10 (FIG 3).

Wie FIG 2 zeigt, wird an drei Stellen 71, 72, 73 des Hockdruckteils 11 der Turbine 10 jeweils (Anzapf-)Dampf 75, 76, 77 an der Turbine 10 angezapft.

Über die erste Anzapfstelle 71, welche sich nahe an der Eintrittsstelle 74 in dem Hochdruckteil 11 der Turbine 10 befindet, wird energiereicher Anzapfdampf 75 der Turbine 10 abgeführt, welcher dem an der zweiten Anzapfstelle 72 abgeführ-

ten, im Vergleich zum Anzapfdampf 75 niederenergetischen Dampf 76 - über einen geregelten Durchflussregler 80 - geregelt zugeführt wird. Dieses Dampfgemisch 78 bzw. dieser Anzapfdampf 78 wird der letzten Hochdruckvorwärmerstufe 63 der HD-Vorwärmern 60 zur Vorwärmung des Speisewassers 51 zugeführt.

Weiter wird, wie FIG 2 zeigt, der an der zweiten Anzapfstelle 72 der Turbine 10 bzw. der Hochdruckstufe 11 der Turbine 10 entnommene Anzapfdampf 76 dem an der dritten Anzapfstelle 73 abgeführten, im Vergleich zum Anzapfdampf 76 niederenergetischen Dampf 77 - über einen geregelten Durchflussregler 80 - geregelt zugeführt. Dieses Dampfgemisch 79 bzw. dieser Anzapfdampf 79 wird der vorletzten Hochdruckvorwärmerstufe 64 der HD-Vorwärmern 60 zur Vorwärmung des Speisewassers 51 zugeführt.

Wie FIG 3 zeigt, wird an zwei Stellen 91, 92 des Mitteldruckteils 12 der Turbine 10 ebenfalls jeweils (Anzapf-)Dampf 93, 94 an der Turbine 10 angezapft.

Über die dortige erste Anzapfstelle 91 wird der Anzapfdampf 93 der Turbine 10 abgeführt, welcher dem an der dortigen zweiten Anzapfstelle 92 abgeführten, im Vergleich zum Anzapfdampf 93 niederenergetischen Dampf 94 - über einen geregelten Durchflussregler 80 - geregelt zugeführt wird. Dieses Dampfgemisch 95 bzw. dieser Anzapfdampf 95 wird einer vor den beiden Hochdruckvorwärmerstufen 63 und 64 liegenden Hochdruckvorwärmerstufe 65 der HD-Vorwärmern 60 zur Vorwärmung des Speisewassers 51 zugeführt.

Die Regelung/Steuerung der Zumischungen mittels der geregelten Durchflussregler 80 erfolgt durch die Blockführung der Anlage über die Speisewasserendtemperatur als Stellgröße der Regelung/Steuerung.

Die Strömungsführung der Fluide erfolgt mittels komplexer Rohrleitungen 82 bzw. eines komplexen Rohrleitungssystems 82,

welches unter anderem im Bereich der Regelanzapfungen zusätzliche Absperrungen 81 zur Strömungsführung vorsieht.

Hier werden also zusätzliche, jeweils im Druck und Temperatur höherliegende Regelanzapfungen (75 zu 76) bzw. (76 zu 77) bzw. (93 zu 94) für die drei Hochdruckvorwärmerstufen 63, 64 und 65, wenigstens aber der höchsten Hochdruckvorwärmerstufe 63, zu Verfügung gestellt. Durch die energiereicheren Regelanzapfungen lassen sich jeweils Temperaturerhöhungen in etwa um bis zu 20 K bzw. Druckerhöhungen in etwa um bis zu 5 bar in den jeweiligen Dampfgemischen erreichen.

Durch dieses geregelte/gesteuerte Zumischen von höherenergetischem Dampf 75, 76, 93 zum jeweiligen niederenergetischen Anzapfdampf 76, 77, 94 (Zumischungen: 75 zu 76; 76 zu 77; 93 zu 94) lässt sich insbesondere im Teillastbetrieb des Kohlekraftwerks 1 durch Temperaturänderung des Anzapfdampfes eine schnelle und gezielte Leistungsänderung der Anlage erreichen.

Durch die Beteiligung mehrerer oder sämtlicher Hochdruckvorwärmer - in diesem Fall die Hochdruckvorwärmerstufen 63, 64, 65 - lassen sich die entsprechenden Temperaturgradienten begrenzen und damit eine entsprechend schonende Anlagenfahrweise sicherstellen.

Dadurch kann in effizienter und einfacher Weise das dynamische Anlageverhalten und die Frequenzregelung bei dem Kohlekraftwerk verbessert werden.

In Kombination mit den bekannten Maßnahmen zur Beschleunigung von Leistungsänderungen im Rahmen der Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelung bei Kohlekraftwerken lässt sich so beispielsweise der Frequenz- bzw. Primär- und/oder Sekundärregelungsbereich vergrößern. Auch lässt sich dadurch die Laufruhe der Anlage verbessern, insbesondere, wenn diese Maßnahme mitlaufend eingesetzt wird, um kleine Feuerstörungen auszuregeln, anstatt - wie sonst üblich - das Feuer entsprechend nachzufahren.

Patentansprüche

1. Verfahren für eine Anzapfung für einen Vorwärmer, insbesondere für einen Hochdruckvorwärmer, eines Dampfkraftwerks, insbesondere eines Kohlekraftwerks,
dadurch gekennzeichnet, dass
an einer Turbine eines Dampfkraftwerks höherenergetischer Dampf angezapft wird und einem an der Turbine angezapften niederenergetischen Dampf zugemischt wird und das Dampfgemisch aus dem niederenergetischen und dem zugemischten höherenergetischen Dampf einem Vorwärmer, insbesondere einem Hochdruckvorwärmer, des Dampfkraftwerks, insbesondere zu einer Erwärmung eines durch den Vorwärmer strömenden Speisewassers, zugeführt wird.

2. Verfahren zu einer Regelanzapfung für einen Vorwärmer nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der höherenergetische Dampf und der niederenergetische Dampf an demselben Turbinenteil der Turbine, insbesondere an einem Hochdruckteil oder an einem Mitteldruckteil der Turbine, angezapft werden.

3. Verfahren zu einer Regelanzapfung für einen Vorwärmer nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
unter Verwendung des Dampfgemischs Speisewasser in einem Hochdruckvorwärmer, insbesondere in einer letzten Hochdruckvorwärmstufe, oder Kondensat in einem Niederdruckvorwärmer erwärmt wird.

4. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Zumischen von dem höherenergetischen Dampf zu dem niederenergetischen Dampf geregelt und/oder gesteuert, insbesondere durch eine Blockführung des Dampfkraftwerks und insbesondere unter Verwendung einer „Economizer" Eintrittstemperatur oder

einer Speisewasserendtemperatur als Stellgröße geregelt und/oder gesteuert, durchgeführt wird.

5. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
eingesetzt zu einer Temperaturerhöhung und/oder Druckerhöhung des angezapften niederenergetischen Dampfes, wobei durch die Zumischung des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampfes eine Temperatur um insbesondere bis zu ca. 20 Kelvin und/oder ein Druck um insbesondere bis zu ca. 5 bar erhöht wird.

6. Verfahren nach mindestens dem voranstehenden Anspruch,
eingesetzt zu einer schnellen, gezielten Leistungsänderung des Dampfkraftwerks, insbesondere des in einem Teillastbetrieb gefahrenen Dampfkraftwerks, wobei die Leistungsänderung durch die Temperaturerhöhung des angezapften niederenergetischen Dampfes bewirkt wird.

7. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
eingesetzt bei einer Frequenzregelung, insbesondere bei einer Sekundär- und/oder einer Primärregelung, bei dem Dampfkraftwerk, wobei durch das Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf eine schnelle Leistungssteigerung für eine im Rahmen der Frequenzregelung, insbesondere der Sekundär- und/oder der Primärregelung, angeforderte Leistung des Dampfkraftwerks bewirkt wird und/oder durch das Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf ein Frequenzregelbereich, insbesondere ein Primär- und/oder Sekundärregelbereich, bei dem Dampfkraftwerk vergrößert wird.

8. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
eingesetzt für eine Erhöhung einer Laufruhe bei dem Dampfkraftwerk, wobei Feuerstörungen bei dem Dampfkraftwerk durch eine schnelle Leistungsänderung - erzielt durch ein geregel-

tes und/oder gesteuertes Zumischen des höherenergetischen Dampfes zu dem niederenergetischen Dampf - ausgeregelt werden.

9. Verfahren nach mindestens einem der voranstehenden Ansprüche,
eingesetzt zusätzlich zu einer Leistungssteigerung bei dem Dampfkraftwerk durch Nutzung einer in einem Prozessmedium des Dampfkraftwerks enthaltenen Energie, insbesondere zusätzlich zu einer Drosselung eines Hochdruck-Turbinenregelventils, einer Überlasteinleitung zu einer Hochdruckteilturbine, einem Kondensatstau, einer speisewasserseitigen Umgehung eines Hochdruckvorwärmers und/oder einer Androsselung einer Anzapfdampfleitung zu dem Hochdruckvorwärmer und/oder
eingesetzt mitlaufend in einem Betrieb, insbesondere in einem Teillastbetrieb, des Dampfkraftwerks zur Ausregelung von Feuerstörungen des Dampfkraftwerks.

10. Wasser-Dampf-Kreislauf bei einem Dampfkraftwerk, insbesondere bei einem Kohlekraftwerk, mit einer in dem Wasser-Dampf-Kreislauf angeordneten Turbine sowie mit einem in dem Wasser-Dampf-Kreislauf angeordneten Vorwärmer, insbesondere einem Hochdruckvorwärmer,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wasser-Dampf-Kreislauf
- eine erste Anzapfleitung, welche mit der Turbine verbunden ist und mit welcher höherenergetischer Dampf an der Turbine anzapfbar ist,
- eine zweite Anzapfleitung, welche mit der Turbine verbunden ist und mit welcher niederenergetischer Dampf an der Turbine anzapfbar ist,
- eine mit der ersten und der zweiten Anzapfleitung gekoppelten Mischvorrichtung, mit welcher der höherenergetische Dampf aus der ersten Anzapfleitung und der niederenergetische Dampf aus der zweiten Anzapfleitung mischbar sind, und
- eine mit der Mischvorrichtung und dem Vorwärmer verbundene Zuführleitung, mit welcher das Dampfgemisch aus dem höherenergetischen Dampf und dem niederenergetischen Dampf dem

Vorwärmer, insbesondere dem Hochdruckvorwärmer, zuführbar, insbesondere zu einer Erwärmung eines durch den Vorwärmer strömenden Speisewassers zuführbar, ist,
aufweist.

11. Wasser-Dampf-Kreislauf nach mindestens dem voranstehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wasser-Dampf-Kreislauf und/oder die Mischvorrichtung
- einen Regel-/Steuervorrichtung, insbesondere implementiert in einer Blockführung des Dampfkraftwerks, aufweist, mit welcher die Mischung des höherenergetischen und des niederenergetischen Dampfes, insbesondere unter Verwendung einer „Economizer" Eintrittstemperatur oder einer Speisewasserendtemperatur als Stellgröße, regelbar und/oder steuerbar ist.

12. Wasser-Dampf-Kreislauf nach mindestens einem der beiden voranstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Wasser-Dampf-Kreislauf zumindest zwei Einheiten aus jeweils der ersten Anzapfleitung, der zweiten Anzapfleitung, der Mischvorrichtung und der Zuführleitung aufweist und mit jeder von den mindestens zwei Einheiten ein Vorwärmer, insbesondere ein Hochdruckvorwärmer, mit dem jeweiligen Dampfgemisch versorgbar ist.

13. Wasser-Dampf-Kreislauf nach mindestens dem voranstehenden Anspruch,
dadurch gekennzeichnet, dass
die zweite Anzapfleitung einer ersten Einheit auch die erste Anzapfleitung einer zweiten Einheit ist.

14. Wasser-Dampf-Kreislauf nach mindestens dem Anspruch 12 oder dem Anspruch 13,
mit mehreren von den Einheiten, welche mehrere oder sämtliche Hochdruckvorwärmer, zumindest aber eine letzte Hochdruckvorwärmerstufe, mit dem jeweiligen Dampfgemisch versorgen.

15. Dampfkraftwerk, insbesondere Kohlekraftwerk, mit einem Wasser-Dampf-Kreislauf nach mindestens einem der Ansprüche 10 bis 14.

FIG 1

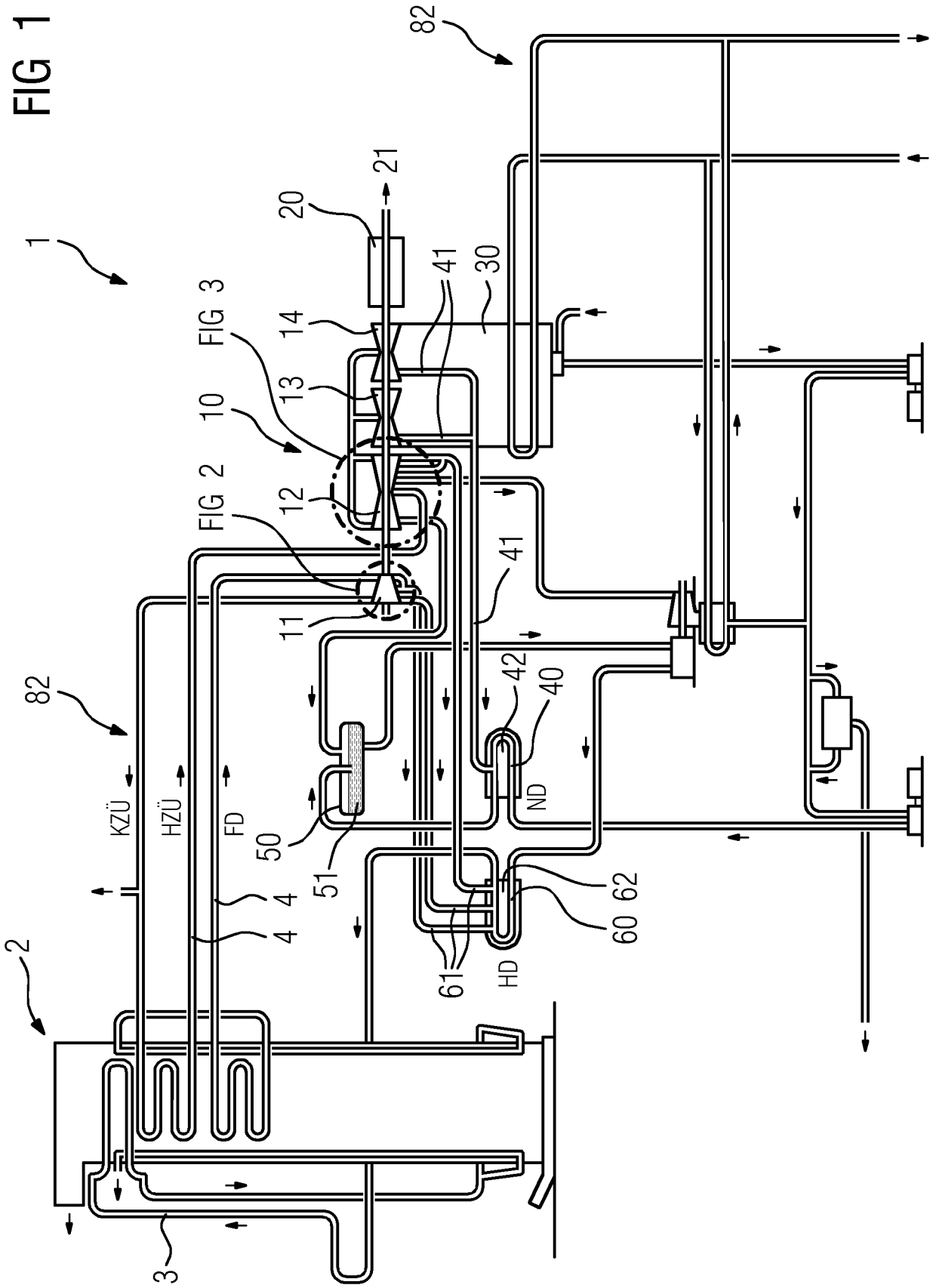
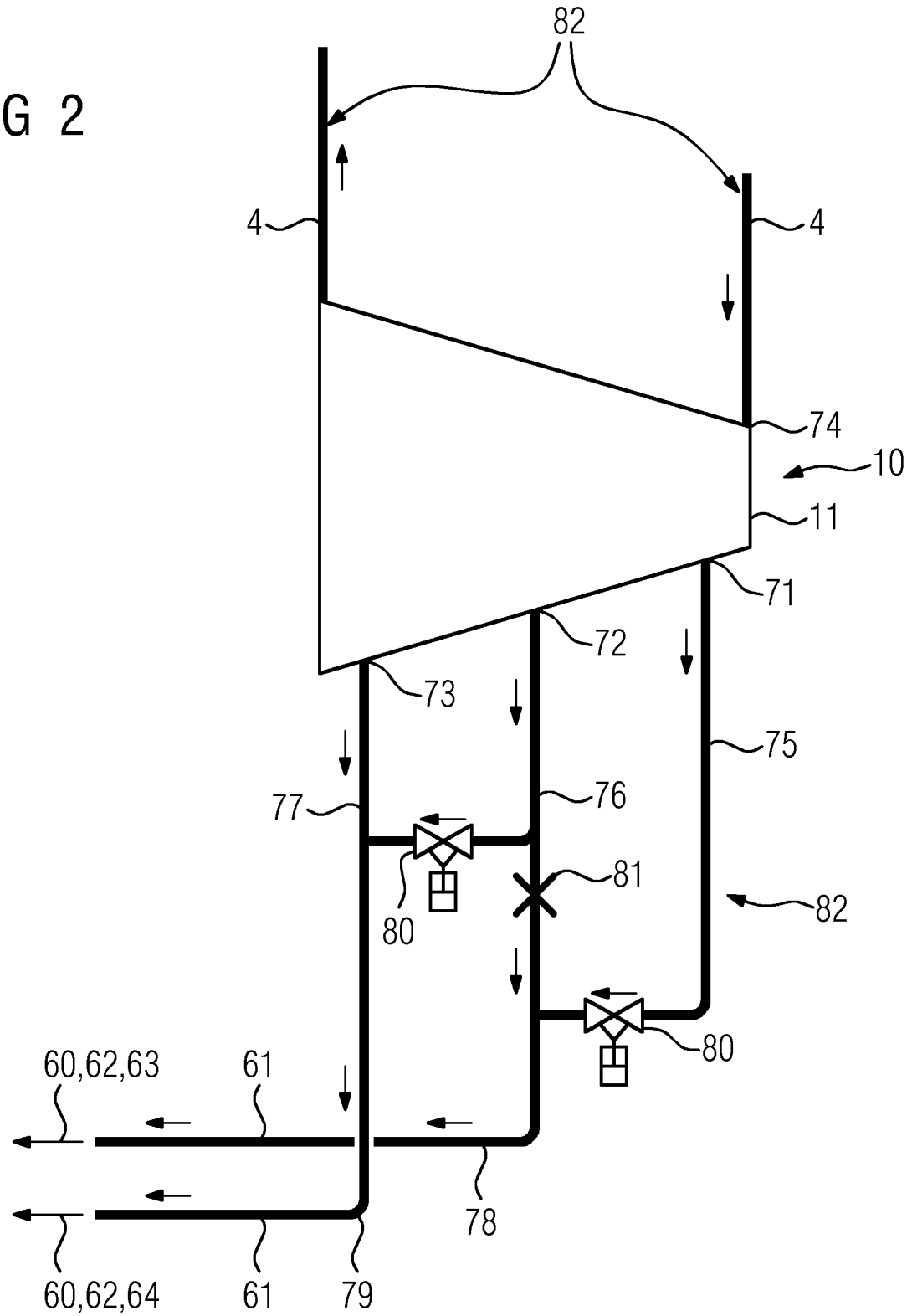

82
21
20
41
30
1
FIG 3
14
13
10
FIG 2
12
41
11
82
42
40
KZÜ
HZÜ
FD
ND
50
51
4
4
62
60
61
HD
2
3

FIG 2


82
4
4
74
10
11
71
72
73
75
77
76
81
82
80
80
60,62,63
61
78
60,62,64
61
79

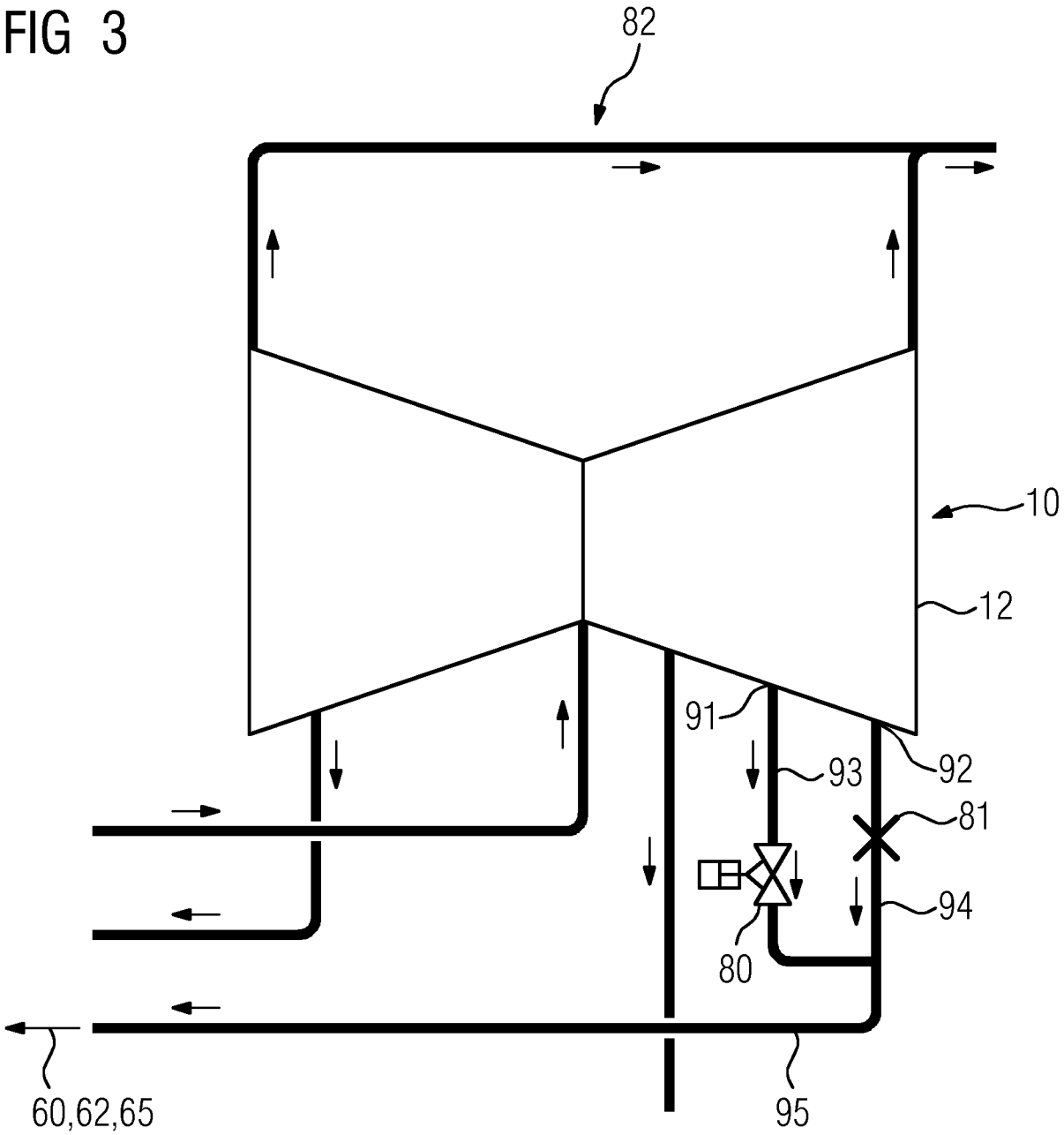



FIG 3