



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
07.10.2015 Patentblatt 2015/41

(51) Int Cl.:
F01K 7/22 (2006.01) **F01K 13/02** (2006.01)
F22B 1/28 (2006.01) **F22G 1/16** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15157768.1**

(22) Anmeldetag: **05.03.2015**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
MA

(30) Priorität: **04.04.2014 DE 102014104806**

(71) Anmelder: **Mitsubishi Hitachi Power Systems Europe GmbH**
47059 Duisburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Bergins, Christian**
45711 Datteln (DE)
• **Buddenberg, Torsten**
47447 Moers (DE)
• **Klebes, Jürgen**
46487 Wesel (DE)

(74) Vertreter: **Viering, Jentschura & Partner**
Patent- und Rechtsanwälte
Kennedydamm 55 / Roßstrasse
40476 Düsseldorf (DE)

(54) **Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerks mit elektrischer Unterstützung sowie diesbezügliches Kraftwerk**

(57) Bei einem Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerks (1), insbesondere eines Großkraftwerks, umfassend einen Dampferzeuger (2) mit einer kohlenstoffbefeuerten, insbesondere kohlenbefeuerten, Brennkammer (3) und einem Überhitzer (4) sowie mit einem angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf (6) mit integriertem Turbo- oder Turbinensatz (7), der mindestens eine Niederdruckturbine (10) und einen angeschlossenen Generator (1) aufweist, soll eine Lösung geschaffen werden, die es ermöglicht, auch bei einem Minimallastbetrieb oder einem Schwachlastbetrieb des Kraftwerks eine ausreichende Dampfströmung zu erzeugen, die unter den Bedingungen des Minimallastbetriebs oder des Schwachlastbetriebs des Kraftwerks einen Dauerbetrieb des angeschlossenen Turbo- oder Turbinensatzes, insbesondere der Niederdruckturbine, problemlos durchzuführen. Dies wird dadurch erreicht, dass in den Wasser/Dampfkreislauf (6) der mindestens eine zusätzliche Dampferzeuger (28) integriert ist und/oder in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfüberhitzer (32) und/oder zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter

Dampfwischenüberhitzer (33) eingebunden ist/sind, dem/denen mittels des Generators (11) erzeugte und/oder aus dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) stammende elektrische Energie und aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) Dampf zugeführt wird und von welchem/welchen in dem Dampfüberhitzer (32) und/oder dem Dampfwischenüberhitzer (33) aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) eingespeist wird, wobei mit dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfüberhitzer (32) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer (33) Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugt und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zugeführt wird, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz (7) mit seiner für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

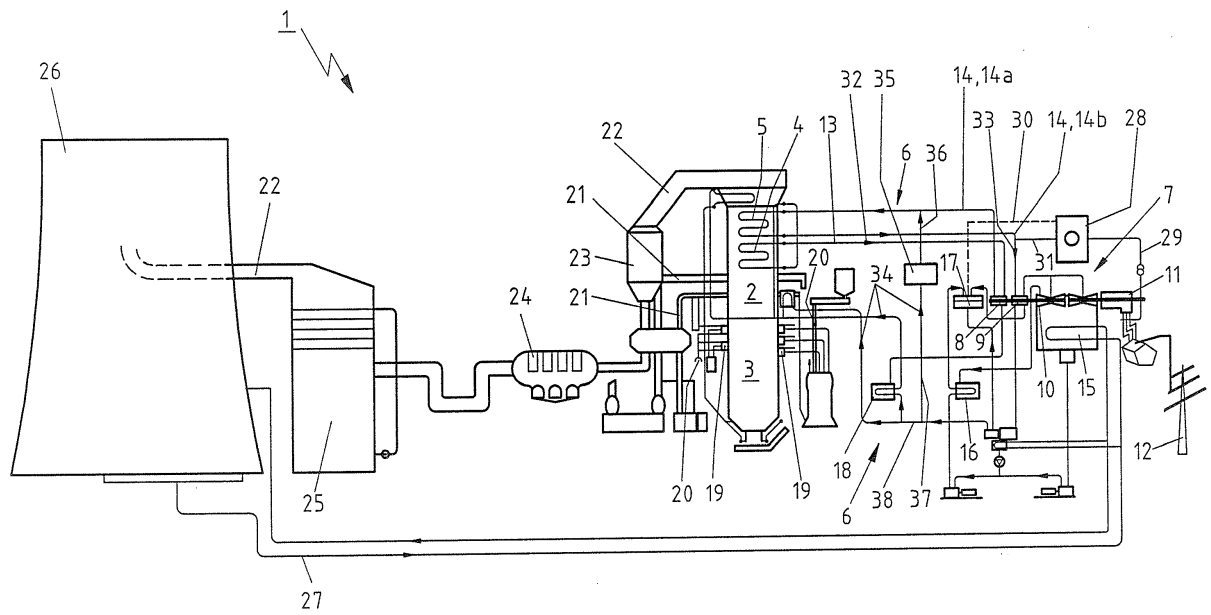


FIG.1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung richtet sich auf ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerks, insbesondere eines Großkraftwerks, umfassend einen Dampferzeuger mit einer kohlenstoffbefeuchten, insbesondere kohlenbefeuchten, Brennkammer und einem Überhitzer sowie mit einem angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf mit integriertem Turbo- oder Turbinensatz, der mindestens eine Niederdruckturbine und einen angeschlossenen Generator aufweist, wobei in den Wasser/Dampf-Kreislauf zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenversorgung des Kraftwerks angeschlossener Dampferzeuger integriert ist, dem mittels des Generators erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz stammende elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, und dem von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs Speisewasser zugeführt wird, und von welchem der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs in dem elektrischen Dampferzeuger aus dem zugeführten Wasser erzeugter Dampf zugeführt wird, wobei das Verfahren in Zeiten des Schwachlastbetriebes oder Minimallastbetriebes des Kraftwerks durchgeführt wird.

[0002] Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein Kraftwerk, insbesondere Großkraftwerk, vorzugsweise zur Durchführung eines solchen Verfahrens, umfassend einen Dampferzeuger mit einer kohlenstoffbefeuchten, insbesondere kohlenbefeuchten, Brennkammer und einem Überhitzer sowie mit einem angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf mit integriertem Turbo- oder Turbinensatz, der mindestens eine Niederdruckturbine und einen angeschlossenen Generator aufweist, wobei in den Wasser/Dampf-Kreislauf zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampferzeuger integriert ist, der eine elektrische Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit dem Generator und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz verbunden und insbesondere an die Eigenversorgung des Kraftwerks angeschlossen ist und ihm elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist, und der eine medienführende Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs verbunden ist und ihm Speisewasser des Wasser/Dampf-Kreislaufs zuführbar ist, und der eine medienführende Dampfleitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs verbunden ist und dem Wasser/Dampf-Kreislauf in dem elektrischen Dampferzeuger aus dem zugeführten Wasser erzeugter Dampf zuführbar ist.

[0003] Fossilbefeuchte, insbesondere kohlebefeuchte moderne Kraftwerke weisen in der Regel Turbo- oder Turbinensätze auf, deren Dampfturbinen eine dauerhafte Minimallastfähigkeit von ca. 25 % +/- 5% besitzen. Sollten im Rahmen einer Nachrüstung Kapazitätserweiterungen von 20 % mittels einer Vorschaltgasturbine vorgenommen werden, so würde sich die durchschnittliche Minimallastfähigkeit auf ca. 21 % +/- 4% der erweiterten

Kraftwerksleistung reduzieren.

[0004] Andererseits ist es mit der modernen Feuerungstechnik, mit welcher auch existierende Brenner der Brennkammern von Dampferzeugern bestehender Kraftwerke nachgerüstet werden können, möglich, die Feuerungsleistung des Dampferzeugers auf einen Minimallastbereich von ca. 5 % der Feuerungsleistung zu reduzieren. Bei einer solchen Fahrweise im Minimallastbereich wird der Dampferzeuger im Umwälzbetrieb gefahren. Allerdings sind die sich dann einstellenden Frischdampfdrücke und Frischtemperaturen sowie die weiteren Dampfparameter nicht ausreichend, um den angeschlossenen Turbo- oder Turbinensatz, insbesondere die Dampfturbinen, bei einem solchen Minimallastbetrieb oder Schwachlastbetrieb des Kraftwerkes im Dauerbetrieb zu betreiben. Insbesondere laufen bei einem solchen Schwachlastbetrieb oder Minimallastbetrieb des Kraftwerkes dann die Niederdruckturbinen schlecht und es kann zu unerwünschten Rückströmungseffekten und Tröpfchenbildungen kommen. Dies hat zur Folge, dass auch die Einspeisung ins Netz, insbesondere die Primärregelung, problematisch wird.

[0005] Da angesichts des enormen Ausbaus der erneuerbaren Energien im öffentlichen Stromnetz häufig mehr Strom vorhanden ist, als aus dem Stromnetz aktuell abgenommen wird, nimmt die Problematik, in solchen Zeiten fossilbefeuchte, insbesondere kohlebefeuchte, Kraftwerke vom Netz zu nehmen und lediglich noch mit der für die Aufrechterhaltung einer ausreichend schnellen Wiederanfahrmöglichkeit des Kraftwerkes notwendigen, d.h. die Eigenversorgung des Kraftwerks aufrechterhaltenden und das Wiederanfahren des Dampferzeugers ermöglichenden, Betriebsweise zu betreiben. Dies bedeutet aber, dass die Feuerungsleistungen auf die vorstehend erwähnten ca. 5 % der Feuerungsleistung des Dampferzeugers mit den sich daraus ergebenden Folgen für den Wasser/Dampf-Kreislauf und die angeschlossenen Turbinen reduziert wird.

[0006] Aus der US 2008/0134681 A1 sind ein gattungsgemäßes Verfahren und Kraftwerk bekannt, bei welchem die Speicherung von in nachfrageschwachen Zeiten erzeugtem Strom in einem Hochtemperaturspeicher aus elektrisch beheiztem festen Material und von Dampf in einem Niedertemperaturspeicher erfolgt, um die gespeicherte Energie in nachfragestarken Zeiten zusätzlich abgeben zu können.

[0007] Die DE 10 2012 204 081 A1 offenbart ein Energiespeicherkraftwerk zur Bereitstellung von elektrischer Energie zur Deckung von Spitzenlastleistung, wobei elektrische Energie in zwei thermischen Speichern gespeichert wird, die mit dem einen Turbosatz aufweisenden Wasser/Dampf-Kreislauf in Verbindung stehen, wobei zumindest einem Speicher Wasser des Wasser/Dampf-Kreislaufs zugeführt und von diesem Speicher darin erzeugter Wasserdampf dem Wasser/Dampf-Kreislauf zugeführt wird.

[0008] Die DE 10 2012 103 617 A1 offenbart ein fossilbefeuchtes Kraftwerk mit einem Wärmespeicher, der

ausschließlich thermisch mittels eines Wärmeträgermediums mit dem Wasser/Dampf-Kreislauf in Verbindung steht.

[0009] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, auch bei einem Minimallastbetrieb oder einem Schwachlastbetrieb eines Kraftwerks eine ausreichende Dampfströmung zu erzeugen, die unter den Bedingungen des Minimallastbetriebes oder des Schwachlastbetriebes des Kraftwerks einen Dauerbetrieb des angeschlossenen Turbo- oder Turbinensatzes, insbesondere der Niederdruckturbine, problemlos durchzuführen ermöglicht.

[0010] Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in den Wasser/Dampfkreislauf der mindestens eine zusätzliche Dampferzeuger integriert ist und/oder in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Dampfüberhitzer und/oder zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Dampfwischenüberhitzer eingebunden ist/sind, dem/denen mittels des Generators erzeugte und/oder aus dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz stammende elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, und aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf Dampf zugeführt wird und von welchem/welchen in dem Dampfüberhitzer und/oder dem Dampfwischenüberhitzer aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes eingespeist wird, wobei mit dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugt und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zugeführt wird, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz mit seiner für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

[0011] Ebenso wird die vorstehende Aufgabe bei einem Kraftwerk der eingangs näher bezeichneten Art dadurch gelöst, dass in den Wasser/Dampf-Kreislauf der mindestens eine zusätzliche Dampferzeuger integriert ist und/oder in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfüberhitzer und/oder zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfwischenüberhitzer leitungs- mäßig eingebunden ist/sind, die jeweils eine elektrische Leitungsverbindung aufweisen, mittels welcher er/sie mit dem Generator und/oder dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz verbunden und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossen ist/sind und ihm/ihnen elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist, und dem/denen jeweils über eine medienführende Leitungsverbindung aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf Dampf zu-

führbar ist und aus welchem/welchen jeweils über eine medienführende Leitungsverbindung in dem Dampfüberhitzer und/oder dem Dampfwischenüberhitzer aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs einspeisbar ist, wobei mit dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugbar und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zuführbar ist, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz mit seiner für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

[0012] Vorteilhafte Weiterbildungen und zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind jeweils Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

[0013] Die Erfindung geht also von dem Aspekt aus, in dem Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerks zusätzlich mindestens einen elektrisch beheizten Dampferzeuger vorzusehen, der mit dem während des Minimallastbetriebes oder des Schwachlastbetriebes des Kraftwerkes im Rahmen der Eigenbedarfsversorgung erzeugten Strom betrieben wird oder betreibbar ist und mit dem aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerks zugeführtes Wasser verdampft wird oder verdampfbar ist, wobei der in dem elektrisch beheizten Dampferzeuger erzeugte Dampf dann der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes des Kraftwerks zugeführt wird oder zuführbar ist. Hierbei ist der elektrisch beheizte Dampferzeuger insbesondere so ausgelegt oder zumindest im Zusammenwirken mit den weiterhin möglichen elektrisch beheizten Überhitzern und/oder Zwischenüberhitzern in der Lage, der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes des Kraftwerkes Wasserdampf mit einem solchen Druck, in einer solchen Menge und mit einer solchen Temperatur zuzuführen, das der Turbo- oder Turbinensatz, insbesondere dessen Niederdruckturbine(n) und/oder dessen Mitteldruckturbine(n) bei einem Minimallastbetrieb oder Schwachlastbetrieb des Kraftwerkes dauerhaft betrieben werden kann/können. Mit der erfindungsgemäßen Vorgehensweise wird zwar mittels des Generators erzeugte oder mittels des angeschlossenen öffentlichen Stromnetzes bereitgestellter elektrischer Strom (wieder) verbraucht - und in diesem Sinne "vernichtet" - aber es wird dadurch erreicht, dass auch bei einem lediglich mit einer Feuerungsleistung des Dampferzeugers von ca. 5 % seiner Feuerungsleistung durchgeführten Minimallastbetrieb oder Schwachlastbetrieb des Kraftwerkes die Turbinen, d.h. der Turbo- oder Turbinensatz, und damit die "rotierende Masse" am Netz bleiben kann, so dass einerseits die Turbinen geschont und dauerhaft betrieben und andererseits die Netzstabilität aufrechterhalten oder zumindest positiv beeinflusst werden kann.

[0014] Da nach diesem Aspekt vorgesehen ist, den Betrieb des Turbo- oder Turbinensatzes mit dem minimal notwendigen Dampfmassestrom aufrechtzuerhalten,

zeichnet sich die Erfindung auch dadurch aus, dass das Verfahren in Zeiten des Schwachlastbetriebes oder Minimallastbetriebes des Kraftwerks durchgeführt wird.

[0015] Nachdem nach einem Aspekt der Erfindung ist weiterhin die Integration eines elektrisch beheizten zusätzlichen Dampferüberhitzer in den Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerks vorgesehen.

[0016] Neben oder anstelle des Dampferüberhitzers und/oder des Dampferzeugers kann zudem auch noch ein elektrisch beheizter zusätzlicher Dampfwischenüberhitzer vorgesehen sein.

[0017] Bei dieser Maßnahme lassen sich gleichzeitig die Frischdampfmenge und die Kessellast absenken.

[0018] Da vorgesehen ist, dass durch die verschiedenen Maßnahmen, gegebenenfalls in Kombination, der für einen problemlosen Dauerbetrieb des Turbo- oder Turbinensatzes minimal erforderliche Dampfmassestrom auch im Minimallastbetrieb oder Schwachlastbetrieb des Kraftwerks bereitgestellt wird, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass mit dem mindestens einen elektrisch beheizten zusätzlichen Dampferzeuger und/oder dem mindestens einen elektrisch beheizten zusätzlichen Dampferüberhitzer und/oder dem mindestens einen elektrisch beheizten zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugt und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zugeführt wird, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz, insbesondere dessen mindestens eine Niederdruckturbine, mit seiner/ihrer für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

[0019] In vorteilhafter Weiterbildung des Verfahrens sieht die Erfindung vor, dass der in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferüberhitzer und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer erzeugte Dampf in Strömungsrichtung des Dampfes im Wasser/Dampf-Kreislauf stromaufwärts des Turbo- oder Turbinensatzes in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs eingespeist wird. Gleichermäßen zeichnet sich das Kraftwerk in Weiterbildung dadurch aus, dass in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferüberhitzer und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer erzeugter Dampf in Strömungsrichtung des Dampfes im Wasser/Dampf-Kreislauf stromaufwärts des Turbo- oder Turbinensatzes in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs einspeisbar ist.

[0020] Hierbei ist es dann zweckmäßig, wenn mit dem erzeugten Dampf die mindestens eine Niederdruckturbine des Turbo- oder Turbinensatzes mit ihrer für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist, was die Erfindung in Weiterbildung des Verfahrens und des Kraftwerks weiterhin vorsieht

[0021] Für die Nutzung des in dem Dampferüberhitzer erzeugten Dampf ist es weiterhin von Vorteil, wenn in dem Dampferüberhitzer aus dem zugeführten Dampf er-

zeugter überhitzter Dampf in Strömungsrichtung des überhitzten Dampfes stromaufwärts einer Hochdruckturbine des Turbo- und Turbinensatzes in den Wasser/Dampf-Kreislauf eingespeist wird, was die Erfindung ebenfalls vorsieht. Das Kraftwerk zeichnet sich analog dadurch aus, dass in dem Dampferüberhitzer aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in Strömungsrichtung des überhitzten Dampfes stromaufwärts einer Hochdruckturbine des Turbo- oder Turbinensatzes in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs einspeisbar ist.

[0022] Eine zweckmäßige Einspeisung von erzeugtem Dampf ergibt sich gemäß Weiterbildung der Erfindung auch dadurch, dass in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer Mitteldruckdampf erzeugt und einer heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung in Strömungsrichtung des heißen Zwischenüberhitzerdampfes stromabwärts einer Zwischenüberhitzung des Dampferzeugers und stromaufwärts der Einmündung der den heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung in mindestens eine Mitteldruckturbine des Turbo- oder Turbinensatzes zugeführt wird. Das Kraftwerk ist in Weiterbildung entsprechend vorteilhaft dadurch gekennzeichnet, dass in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfwischenüberhitzer Mitteldruckdampf erzeugbar und einer heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung in Strömungsrichtung des heißen Zwischenüberhitzerdampfes stromabwärts einer Zwischenüberhitzung des Dampferzeugers und stromaufwärts der Einmündung der den heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung in mindestens eine Mitteldruckturbine des Turbo- oder Turbinensatzes zuführbar ist.

[0023] Um insbesondere auch zukünftige Grid-Codes erfüllen zu können, ist es nach einem weiteren Aspekt der Erfindung zweckmäßig, einen zusätzlichen elektrisch beheizten Dampfspeicher in den Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerks zu integrieren, um Laständerungen zur Primärregelung von 10 % durch eine spontane Erhöhung des Mitteldruckdampfes zu erreichen, wobei dann die Trägheit des Kessels gedämpft wird. Das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich daher weiterhin dadurch aus, dass in dem Wasser/Dampf-Kreislauf ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Dampfspeicher angeordnet ist, dem mittels des Generators erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz stammende elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, und von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs Speisewasser zugeführt wird, das in dem Dampfspeicher verdampft und danach der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs zugeführt wird. Entsprechend zeichnet sich das Kraftwerk in Ausgestaltung der Erfindung dadurch aus,

dass in dem Wasser/Dampf-Kreislauf ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Dampfspeicher angeordnet ist, der eine elektrische Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit dem Generator und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz verbunden ist und ihm elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist, und der eine erste medienführende Leitungsverbindung zur Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs und eine zweite medienführende Leitungsverbindung zur Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs aufweist. Hiewbei ist es dann weiterhin zweckmäßig, wenn die erste Leitungsverbindung in eine Dampf zum Zwischenüberhitzer des Dampferzeugers führenden Zwischenüberhitzerleitung einmündet und die zweite Leitungsverbindung zu einer Speisewasser zum Dampferzeuger führenden Leitung führt, was die Erfindung in weiterer Ausgestaltung des Kraftwerks ebenfalls vorsieht.

[0024] Um auch auf der Wasserseite des Wasser/Dampfkreislaufes eine Wärmeenergiezuführung zu realisieren, sieht die Erfindung in Ausgestaltung weiterhin vor, dass in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Wasservorwärmer eingebunden ist, dem mittels des Generators erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz stammende elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, und von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs Speisewasser zugeführt wird, das in dem Wasservorwärmer erwärmt und danach in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs eingespeist wird. Gleichfalls zeichnet sich das Kraftwerk dadurch aus, dass in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Wasservorwärmer leitungsmäßig eingebunden ist, der eine elektrische Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit dem Generator und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz verbunden ist und ihm elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist, und dem über eine medienführende Leitungsverbindung von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs Speisewasser, zuführbar ist und aus welchem über eine medienführende Leitungsverbindung in dem Wasservorwärmer aus dem zugeführten Wasser erzeugtes erwärmtes Speisewasser in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs einspeisbar ist.

[0025] Aber auch den luftseitig den Brennern der Brennkammer des Dampferzeugers des Kraftwerks zugeführten Medien kann zusätzliche Wärmeenergie zugeführt werden, um etwa den Brennstoffverbrauch zu minimieren. Die Erfindung zeichnet sich daher weiterhin dadurch aus, dass in die den Brennern der Brennkammer Verbrennungssauerstoff, insbesondere Verbrennungsluft, und/oder rückgeführtes Rauchgas zuführenden Lei-

tungen mindestens ein elektrisch beheizter und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossener Gasvorwärmer eingebunden ist, dem mittels des Generators und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zugeführt wird und mittels welchem der Verbrennungssauerstoff und/oder das rückgeführte Rauchgas vor Eintritt in einen Brenner der Brennkammer vorgewärmt wird. Entsprechend zeichnet sich das Kraftwerk dadurch aus, dass die den Brennern der Brennkammer Verbrennungssauerstoff, insbesondere Verbrennungsluft, und/oder rückgeführtes Rauchgas zuführenden medienführenden Leitungen mit einem oder mehreren elektrisch beheizten und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossenen Gasvorwärmern in medienführender Leitungsverbindung stehen, die den Verbrennungssauerstoff und/oder das rückgeführte Rauchgas vor Eintritt in einen Brenner der Brennkammer vorwärmen, wobei der oder die Gasvorwärmer jeweils mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz verbunden und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossen ist/sind und ihm/ihnen elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist.

[0026] Schließlich zeichnet sich die Erfindung in weiterer Ausgestaltung des Kraftwerks dadurch aus, dass die Brenner der Brennkammer Plasmazündbrenner aufweisen oder eine Widerstandslufterwärmung aufweisen oder als Plasmabrenner ausgebildet sind, wobei die Brenner mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden und insbesondere an die Eigenbedarfsversorgung des Kraftwerks angeschlossen sind und ihnen elektrische Energie, insbesondere elektrischer Strom, zuführbar ist.

[0027] Die Plasmazündbrenner stützen die Funktionsweise und insbesondere das Flammenbild der Brenner der Brennkammer des Dampferzeugers, um auch bei minimierter oder minimaler Brennstoffzufuhr die Flamme(n) stabil zu halten. Mittels einer Widerstandslufterwärmung und/oder einem Plasmabrenner kann der Brennstoff auch vollständig durch von elektrischer Energie bereitgestellter oder aus dieser gewonnener Wärmeenergie ersetzt werden. Diese Möglichkeit wird insbesondere dann interessant, wenn elektrischer Strom in Zukunft zumindest zeitweise ein im Vergleich zu Gas oder Kohle preislich sehr günstiger Brennstoff sein kann. Dabei kann in Summe auch mehr Energie über den in der Regel im Rahmen der Eigenversorgung vorgesehenen Eigenbedarfstrafo aufgenommen werden als durch den mit dem Stromnetz synchronisierten Generator in das Stromnetz abgegeben wird.

[0028] Die Erfindung ist nachstehend anhand einer Zeichnung beispielhaft näher erläutert.

[0029] Die einzige Figur zeigt in schematischer Darstellung ein insgesamt mit 1 bezeichnetes, erfindungs-

gemäßes Kraftwerk, das für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet ist.

[0030] Kern des Kraftwerks 1 ist ein Dampferzeuger 2, der eine mit Stein- oder Braunkohle befeuerte Brennkammer 3 aufweist. In üblicher Weise sind in dem Dampferzeuger 2 ein Überhitzer 4 und ein Zwischenüberhitzer 5 angeordnet und ausgebildet. Der Überhitzer 4 und der Zwischenüberhitzer 5 sind Bestandteil des an den Dampferzeuger 2 angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 des Kraftwerkes 1. In den Wasser/Dampf-Kreislauf 6 ist in üblicher Weise ein Turbo- oder Turbinensatz 7 integriert, der eine Hochdruckturbine 8, eine Mitteldruckturbine 9 und zwei Niederdruckturbinen 10 umfasst. An den Turbo- oder Turbinensatz 7 ist in üblicher Weise ein Generator 11 angeschlossen, mit dem Strom erzeugt wird oder erzeugbar ist, der ins angeschlossene öffentliche Stromnetz 12 eingespeist, aber auch zur Eigenbedarfsversorgung kraftwerksintern verwendet werden kann.

[0031] In üblicher Weise weist die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 eine vom Überhitzer 4 des Dampferzeugers 2 zur Hochdruckturbine 8 des Turbo- oder Turbinensatzes 7 führende Überhitzerleitung 13 als medienführende Leitungsverbindung auf. Ebenso weist der Dampferzeuger 2 in üblicher Weise eine von der Hochdruckturbine 8 zurück zum Zwischenüberhitzer 5 des Dampferzeugers 2 und von dort zur Mitteldruckturbine 9 des Turbo- oder Turbinensatzes 7 führende Zwischenüberhitzerleitung 14 auf, deren zum Zwischenüberhitzer 5 führende Teil mit 14a und deren vom Zwischenüberhitzer 5 fort zur Mitteldruckturbine 9 führender Teil mit 14b bezeichnet ist. Auch bei der Zwischenüberhitzerleitung 14, 14a, 14b handelt es sich um eine medienführende Leitungsverbindung.

[0032] Auf der im Anschluss an den Turbo- oder Turbinensatz 7 mit dem Kondensator 15 beginnenden Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 ist dieser wie üblich ausgestaltet und weist auf dem Weg der Wasserrückführung zum Dampferzeuger 2 einen Niederdruckvorwärmer 16, einen Speisewasserbehälter 17 sowie einen Hochdruckvorwärmer 18 auf.

[0033] Brennerseitig stehen die Brenner 19 mit einer Brennstoffzuführung 20 sowie einer Verbrennungsluftzuführung 21 in medienführender Leitungsverbindung.

[0034] Rauchgasseitig wird das Rauchgas über eine Rauchgasleitung 22, in welcher eine Entstickungsvorrichtung 23, ein Elektrofilter 24 sowie eine Entschwefungsanlage 25 angeordnet sind, einem Kühlturm 26 zugeführt. Der Kühlwasserkreislauf 27 des Kühlturmes 26 steht mit dem Kondensator 25 in Kreislaufverbindung.

[0035] In den Wasser/Dampf-Kreislauf 6 ist ein zusätzlicher elektrisch beheizter Dampferzeuger 28 integriert, der über eine elektrische Leitungsverbindung 29 mit dem Generator 11 und/oder dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz 12 verbunden ist. Über die Leitungsverbindung 29 ist dem Dampferzeuger 28 elektrischer Strom zuführbar. Über eine gestrichelt dargestellte medienführende Leitungsverbindung 30 ist der Dampf-

erzeuger 28 mit der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 und hier dem Speisewasserbehälter 17 verbunden und ist ihm Wasser, hier Speisewasser, zuführbar. Dampfseitig weist der Dampferzeuger 28 eine medienführende Dampfleitungsverbindung 31 auf, mittels welcher er mit der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 verbunden und dem Wasser/Dampf-Kreislauf 6 in dem elektrischen Dampferzeuger 28 aus dem über die medienführende Leitungsverbindung 30 zugeführten Wasser erzeugter Dampf zuführbar ist. Die medienführende Dampfleitungsverbindung 31 mündet in Strömungsrichtung des Dampfes stromaufwärts der Mitteldruckturbine 9 in den Teil 14b der Zwischenüberhitzerleitung 14 ein.

[0036] In die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 ist weiterhin mindestens ein zusätzlicher elektrisch beheizter Dampfüberhitzer 32, der durch eine Pfeilspitze symbolisiert ist, leitungsmäßig eingebunden. In nicht näher dargestellter Weise weist auch der elektrisch beheizte Dampfüberhitzer 32 eine elektrische Leitungsverbindung auf, mittels welcher er mit dem Generator 11 und/oder dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz 12 verbunden und ihm elektrischer Strom zuführbar ist. Der elektrisch beheizte Dampfüberhitzer 32 ist derart in die Überhitzerleitung 13 eingebunden, dass ihm über diese medienführende Leitungsverbindung Dampf aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf 6 zuführbar und mittels einer medienführenden Leitungsverbindung in dem Dampfüberhitzer 32 aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf aus dem Dampfüberhitzer 32 in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes einspeisbar ist. Hierbei ist der elektrisch beheizte Dampfüberhitzer 32 in Strömungsrichtung des überhitzten Dampfes stromaufwärts des Turbo- oder Turbinensatzes 7 und hier insbesondere der Hochdruckturbine 8 angeordnet.

[0037] Weiterhin ist in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 ein symbolisch als Pfeilspitze dargestellter und mit dem Bezugszeichen 33 versehener Dampfzwischenüberhitzer eingebunden. Auch dieser Dampfzwischenüberhitzer 33 steht in nicht näher dargestellter Weise in elektrischer Leitungsverbindung mit dem Generator 11 und/oder dem öffentlichen Stromnetz 12, so dass ihm elektrischer Strom zuführbar ist. In dem elektrisch beheizten Dampfzwischenüberhitzer 33 ist Mitteldruckdampf erzeugbar und über die Zwischenüberhitzerleitung 14, in deren Teil 14b der Dampfzwischenüberhitzer 33 in dampfführender Weise eingebunden ist, der Mitteldruckturbine 9 des Turbo- oder Turbinensatzes 7 zuführbar. Der Dampfzwischenüberhitzer 33 ist hierbei in Strömungsrichtung des heißen Zwischenüberhitzerdampfes stromabwärts der Zwischenüberhitzung oder des Zwischenüberhitzers 5 des Dampferzeugers 2 und stromaufwärts der Einmündung der den heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung 14 in den Turbo- oder Turbinensatz 7 angeordnet.

[0038] Mit dem mindestens einen elektrisch beheizten Dampferzeuger 28 und/oder dem mindestens einen

elektrische beheizten Dampfüberhitzer 32 und/oder dem mindestens einen elektrisch beheizten Dampfwischenüberhitzer 33 ist jeweils alleine, vorzugsweise aber in ihrer Kombination insgesamt, Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugbar und dem Wasser/Dampf-Kreislauf zuführbar, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz 7, insbesondere dessen Niederdruckturbine 10, mit einem minimal notwendigen Dampfmassestrom in einer für einen Dauerbetrieb zulässigen Weise mit einer Minimallast und/oder Schwachlast, insbesondere bei einem Minimallastbetrieb oder Schwachlastbetrieb des Kraftwerkes 1, betreibbar ist.

[0039] In die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 sind drei, ebenfalls als Pfeilspitzen dargestellte und mit den Bezugszeichen 34 versehene elektrisch beheizte Wasservorwärmer leitungsmäßig eingebunden. Auch diese sind in nicht näher dargestellter Weise über eine elektrische Leitungsverbindung mit dem Generator 11 und/oder dem angeschlossenen öffentlichen Stromnetz 12 verbunden, so dass ihnen elektrischer Strom zuführbar ist. Die elektrisch beheizten Wasservorwärmer 34 sind auf der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 derart in dessen Leitungsführung eingebunden, dass ihnen jeweils über eine medienführende Leitungsverbindung Wasser, insbesondere Speisewasser, zuführbar ist und von ihnen oder aus ihnen über eine medienführende Leitungsverbindung das in dem jeweiligen Wasservorwärmer aus dem zugeführten Wasser erzeugte erwärmte Wasser, insbesondere erwärmte Speisewasser, in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 einspeisbar ist.

[0040] Weiterhin ist in den Wasser/Dampf-Kreislauf 6 ein elektrisch beheizter Dampfspeicher 35 eingebunden. Auch dieser steht über eine nicht näher dargestellte elektrische Leitungsverbindung mit dem Generator 11 oder dem öffentlichen Stromnetz 12 in stromführender Leitungsverbindung. Der Dampfspeicher 35 weist eine medienführende Leitungsverbindung 36 zur Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 auf, die in den zum Zwischenüberhitzer 5 des Dampferzeugers 2 rückführenden Leitungsteil 14a der Zwischenüberhitzerleitung 14 einmündet. Über diese Leitungsverbindung 36 kann in dem Dampfspeicher 35 gespeicherter Dampf dem Wasser/Dampf-Kreislauf 6 (wieder) zugeführt werden. Es ist aber gegebenenfalls auch möglich, über diese Leitungsverbindung 36 aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf 6 Dampf zur Speicherung in den Dampfspeicher 35 abzuleiten. Grundsätzlich ist der Dampfspeicher 35 aber dafür ausgelegt, in den Wasser/Dampf-Kreislauf 6 Dampf einzuspeisen. Hierbei kann der elektrisch beheizte Dampfspeicher 35 beispielsweise Dampf von 110 bar mit einem Dampfmassestrom von 50 kg/s innerhalb von 5 Minuten mit einer Fördermasse von 20 m³/s erzeugen, wobei dieser erzeugte Dampf dann für das Auffüllen der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 im Schwachlastbetrieb oder Minimallastbetrieb des Kraftwerkes 1 oder für das Ausspeichern bei einer notwendigen schnellen

Primärregelung von $\geq 5\%$ pro Minute Verwendung findet. Für die Zuführung von Wasser, insbesondere Speisewasser, weist der Dampfspeicher 35 eine zweite medienführende Leitungsverbindung 37 zu einer Speisewasser zum Dampferzeuger 2 führenden Leitung 8 auf der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufes 6 auf.

[0041] In nicht näher dargestellter Weise sind in den Brennern 19 der Brennkammer 2 Verbrennungssauerstoff, insbesondere Verbrennungsluft, und/oder rückgeführtes Rauchgas zuführenden medienführenden Leitungen, wie der Brennstoffzuführung 20 und/oder der Verbrennungsluftzuführung 21, elektrisch beheizte Gasvorwärmer angeordnet oder stehen mit diesen in medienführender Leitungsverbindung. Mittels dieser Gasvorwärmer, die ebenfalls zur Versorgung mit elektrischem Strom mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator 11 und/oder dem öffentlichen Stromnetz 12 verbunden sind, lassen sich der Verbrennungssauerstoff, insbesondere die Verbrennungsluft, und/oder das rückgeführte Rauchgas vor Eintritt in den jeweiligen Brenner 19 vorwärmen.

[0042] In ebenfalls nicht dargestellter Weise ist es ferner auch möglich, dass die Brenner 19 Plasmazündbrenner aufweisen oder eine Widerstandslufterwärmung aufweisen oder als Plasmabrenner ausgebildet sind, wobei die Brenner beziehungsweise die jeweiligen Plasmazündbrenner oder die jeweilige Widerstandslufterwärmung oder der jeweilige Plasmabrenner ebenfalls mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator 11 und/oder dem öffentlichen Stromnetz 12 verbunden sind und ihnen elektrischer Strom zuführbar ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerkes (1) umfassend einen Dampferzeuger (2) mit einer kohlenstoffbefeuchten Brennkammer (3) und einem Überhitzer (4) sowie mit einem angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf (6) mit integriertem Turbo- oder Turbinensatz (7), der mindestens eine Niederdruckturbine (10) und einen angeschlossenen Generator (1) aufweist, wobei in den Wasser/Dampf-Kreislauf (6) zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampferzeuger (28) integriert ist, dem mittels des Generators (1) erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) stammende elektrische Energie und dem von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) Speisewasser zugeführt wird, und von welchem der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) in dem elektrischen Dampferzeuger (28) aus dem zugeführten Wasser erzeugter Dampf zugeführt wird, wobei das Verfahren in Zeiten des Schwachlastbetriebes oder Minimallastbetriebes des Kraftwerkes (1) durchgeführt wird,

- dadurch gekennzeichnet, dass** in den Wasser/Dampfkreislauf (6) der mindestens eine zusätzliche Dampferzeuger (28) integriert ist und/oder in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfüberhitzer (32) und/oder zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfzwischenüberhitzer (33) eingebunden ist/sind, dem/denen mittels des Generators (11) erzeugte und/oder aus dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) stammende elektrische Energie und aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) Dampf zugeführt wird und von welchem/welchen in dem Dampfüberhitzer (32) und/oder dem Dampfzwischenüberhitzer (33) aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) eingespeist wird, wobei mit dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfüberhitzer (32) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugt und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zugeführt wird, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz (7) mit seiner für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfüberhitzer (32) und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) erzeugte Dampf in Strömungsrichtung des Dampfes im Wasser/Dampfkreislauf (6) stromaufwärts des Turbo- oder Turbinensatzes (7) in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) eingespeist wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem erzeugten Dampf die mindestens eine Niederdruckturbine (10) des Turbo- oder Turbinensatzes (7) mit ihrer für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Dampfüberhitzer (32) aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in Strömungsrichtung des überhitzten Dampfes stromaufwärts einer Hochdruckturbine (8) des Turbo- und Turbinensatzes (7) in den Wasser/Dampf-Kreislauf (6) eingespeist wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) Mitteldruckdampf erzeugt und einer heißen Zwischenüberhitzerdampf führende Zwischenüberhitzerleitung (14) in Strömungsrichtung des heißen Zwischenüberhitzerdampfes stromabwärts einer Zwischenüberhitzung (5) des Dampferzeugers (2) und stromaufwärts der Einmündung der den heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung (14) in mindestens eine Mitteldruckturbine (9) des Turbo- oder Turbinensatzes (7) zugeführt wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) ein elektrisch beheizter Dampfspeicher (35) angeordnet ist, dem mittels des Generators (11) erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) stammende elektrische Energie und von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) Speisewasser zugeführt wird, das in dem Dampfspeicher (35) verdampft und danach der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zugeführt wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) mindestens ein elektrisch beheizter Wasservorwärmer (34) eingebunden ist, dem mittels des Generators (11) erzeugte und/oder aus einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) stammende elektrische Energie und von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) Speisewasser zugeführt wird, das in dem Wasservorwärmer (34) erwärmt und danach in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) eingespeist wird.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die den Brennern (19) der Brennkammer (3) Verbrennungssauerstoff und/oder rückgeführtes Rauchgas zuführenden Leitungen (20, 21) mindestens ein elektrisch beheizter Gasvorwärmer eingebunden ist, dem mittels des Generators (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) elektrische Energie zugeführt wird und mittels welchem der Verbrennungssauerstoff und/oder das rückgeführte Rauchgas vor Eintritt in einen Brenner (1) der Brennkammer (3) vorgewärmt wird.
9. Kraftwerk (1) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 8, umfassend einen Dampferzeuger (2) mit einer kohlenstoffbefeuerten Brennkammer (3) und einem Überhitzer (4) sowie mit einem angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf (6) mit integriertem Turbo- oder Turbinensatz (7), der mindestens eine Niederdruckturbine (10) und einen angeschlossenen Generator (11) aufweist, wobei in

den Wasser/Dampf-Kreislauf (6) zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampferzeuger (28) integriert ist, der eine elektrische Leitungsverbindung (29) aufweist, mittels welcher er mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden ist und ihm elektrische Energie zuführbar ist, und der eine medienführende Leitungsverbindung (30) aufweist, mittels welcher er mit der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) verbunden ist und ihm Speisewasser des Wasser/Dampf-Kreislaufes (6) zuführbar ist, und der eine medienführende Dampfleitungsverbindung (31) aufweist, mittels welcher er mit der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) verbunden ist und dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) in dem elektrischen Dampferzeuger (28) aus dem zugeführten Wasser erzeugter Dampf zuführbar ist, **dadurch gekennzeichnet,**

dass in den Wasser/Dampf-Kreislauf (6) der mindestens eine zusätzliche Dampferzeuger (28) integriert ist und/oder in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfüberhitzer (32) und/oder zusätzlich mindestens ein elektrisch beheizter Dampfzwischenüberhitzer (33) leitungsmäßig eingebunden ist/sind, die jeweils eine elektrische Leitungsverbindung aufweisen, mittels welcher er/sie mit dem Generator (11) und/oder dem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden ist/sind und ihm/ihnen elektrische Energie zuführbar ist, und dem/denen jeweils über eine medienführende Leitungsverbindung (13,14) aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) Dampf zuführbar ist und aus welchem/welchen jeweils über eine medienführende Leitungsverbindung in dem Dampfüberhitzer (32) und/oder dem Dampfzwischenüberhitzer (33) aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) einspeisbar ist, wobei mit dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfüberhitzer (32) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) Dampf in einer solchen Menge und mit einem solchen Druck und einer solchen Temperatur erzeugbar und der Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) zuführbar ist, dass damit der Turbo- oder Turbinensatz (7) mit seiner für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

10. Kraftwerk (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfüberhitzer (32) und/oder in dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) erzeugter Dampf in Strömungsrichtung des Dampfes im Wasser/Dampf-Kreislauf (6) stromaufwärts des Turbo-

oder Turbinensatzes (7) in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) einspeisbar ist.

11. Kraftwerk (1) nach Anspruch 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** mit dem erzeugten Dampf die mindestens eine Niederdruckturbine (10) des Turbo- oder Turbinensatzes (7) mit ihrer für einen Dauerbetrieb zulässigen Minimallast und/oder Schwachlast betreibbar ist.

12. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Dampfüberhitzer (32) aus dem zugeführten Dampf erzeugter überhitzter Dampf in Strömungsrichtung des überhitzten Dampfes stromaufwärts einer Hochdruckturbine (8) des Turbo- oder Turbinensatzes (7) in die Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) einspeisbar ist.

13. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem mindestens einen zusätzlichen Dampferzeuger (28) und/oder dem mindestens einen zusätzlichen Dampfzwischenüberhitzer (33) Mitteldruckdampf erzeugbar und einer heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung (14) in Strömungsrichtung des heißen Zwischenüberhitzerdampfes stromabwärts einer Zwischenüberhitzung (5) des Dampferzeugers (2) und stromaufwärts der Einmündung der den heißen Zwischenüberhitzerdampf führenden Zwischenüberhitzerleitung (14) in mindestens eine Mitteldruckturbine (9) des Turbo- oder Turbinensatzes (7) zuführbar ist.

14. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 - 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Wasser/Dampf-Kreislauf (6) ein elektrisch beheizter Dampfspeicher (35) angeordnet ist, der eine elektrische Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden ist und ihm elektrische Energie zuführbar ist, und der eine erste medienführende Leitungsverbindung (36) zur Dampfseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) und eine zweite medienführende Leitungsverbindung (37) zur Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) aufweist.

15. Kraftwerk nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Leitungsverbindung (36) in eine Dampf zum Zwischenüberhitzer (5) des Dampferzeugers führenden Zwischenüberhitzerleitung (14) einmündet und die zweite Leitungsverbindung (37) zu einer Speisewasser zum Dampferzeuger (2) führenden Leitung (38) führt.

16. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 - 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die Wasserseite

des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) mindestens ein elektrisch beheizter Wasservorwärmer (34) leitungsmäßig eingebunden ist, der eine elektrische Leitungsverbindung aufweist, mittels welcher er mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden ist und ihm elektrische Energie zuführbar ist, und dem über eine medienführende Leitungsverbindung (37, 38) von der Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) Speisewasser, zuführbar ist und aus welchem über eine medienführende Leitungsverbindung in dem Wasservorwärmer (34) aus dem zugeführten Wasser erzeugtes erwärmtes Speisewasser in die Wasserseite des Wasser/Dampf-Kreislaufs (6) einspeisbar ist.

17. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 - 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die den Brennern (19) der Brennkammer (3) Verbrennungssauerstoff und/oder rückgeführtes Rauchgas zuführenden medienführenden Leitungen (20, 21) mit einem oder mehreren elektrisch beheizten Gasvorwärmern in medienführender Leitungsverbindung stehen, die den Verbrennungssauerstoff und/oder das rückgeführte Rauchgas vor Eintritt in einen Brenner (19) der Brennkammer (3) vorwärmen, wobei der oder die Gasvorwärmer jeweils mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden ist/sind und ihm/ihnen elektrische Energie zuführbar ist.
18. Kraftwerk (1) nach einem der Ansprüche 9 - 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Brenner (19) der Brennkammer (3) Plasmazündbrenner aufweisen oder eine Widerstandslufterwärmung aufweisen oder als Plasmabrenner ausgebildet sind, wobei die Brenner (19) mittels einer elektrischen Leitungsverbindung mit dem Generator (11) und/oder einem daran angeschlossenen öffentlichen Stromnetz (12) verbunden sind und ihnen elektrische Energie zuführbar ist.

45

50

55

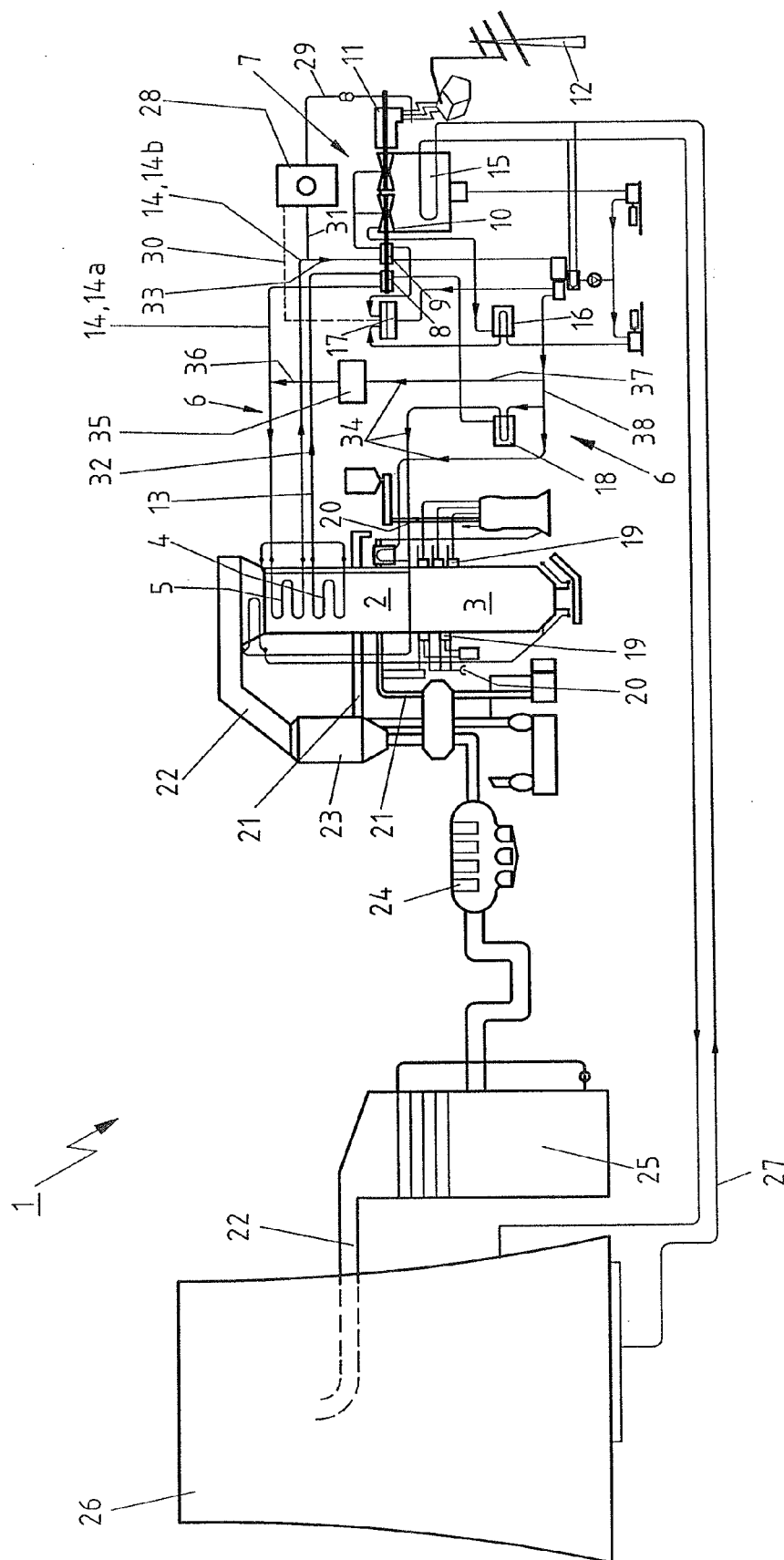


FIG.1



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 15 15 7768

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X,D	DE 10 2012 204081 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. September 2013 (2013-09-19) * Absätze [0037] - [0046]; Abbildungen 1,2 *	1-7, 9-14,16	INV. F01K7/22 F01K13/02 F22B1/28 F22G1/16
A	EP 1 992 794 A1 (SIEMENS AG [DE]) 19. November 2008 (2008-11-19) * das ganze Dokument *	1-18	
A	US 2009/056341 A1 (SANCHEZ NESTOR HERNANDEZ [US] ET AL) 5. März 2009 (2009-03-05) * das ganze Dokument *	1-18	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F01K F22B F22G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. August 2015	Prüfer Röberg, Andreas
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 15 15 7768

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-08-2015

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012204081 A1	19-09-2013	AU 2013231355 A1	25-09-2014
		CA 2867201 A1	19-09-2013
		DE 102012204081 A1	19-09-2013
		EP 2812542 A1	17-12-2014
		US 2015027122 A1	29-01-2015
		WO 2013135718 A1	19-09-2013

EP 1992794 A1	19-11-2008	EP 1992794 A1	19-11-2008
		WO 2008107406 A2	12-09-2008

US 2009056341 A1	05-03-2009	DE 102008044441 A1	05-03-2009
		FR 2920470 A1	06-03-2009
		JP 5575381 B2	20-08-2014
		JP 2009057966 A	19-03-2009
		US 2009056341 A1	05-03-2009

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 20080134681 A1 [0006]
- DE 102012204081 A1 [0007]
- DE 102012103617 A1 [0008]