

(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
30. August 2012 (30.08.2012)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/113662 A2

(51) Internationale Patentklassifikation: Nicht klassifiziert
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/052312
(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Februar 2012 (10.02.2012)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 004 712.3
25. Februar 2011 (25.02.2011) 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): **THOMAS, Frank**
[DE/DE]; Meisenweg 9b, 91056 Erlangen (DE).
BRÜCKNER, Jan [DE/DE]; Habernhofer Weg 30, 91080
Uttenreuth (DE). **EFFERT, Martin** [DE/DE]; Nötherstr.
16A, 91058 Erlangen (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.

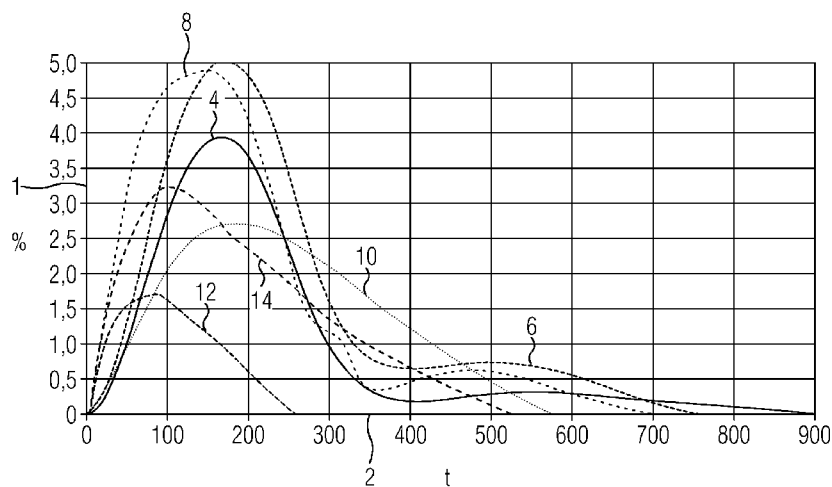
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REGULATING A BRIEF INCREASE IN POWER OF A STEAM TURBINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUR REGELUNG EINER KURZFRISTIGEN LEISTUNGSERHÖHUNG EINER
DAMPFTURBINE

FIG 1



(57) Abstract: A method for regulating a brief increase in power of a steam turbine with an upstream fossil-fired once-through steam generator with a number of economizer, evaporator and superheater heating surfaces which form a flow path and through which a flow medium flows should be particularly highly suitable for permitting a brief increase in power of a downstream steam turbine without the efficiency of the steam process thereby being excessively impaired. For this purpose, for the brief increase in power of the steam turbine, the flow of the flow medium through the fossil-fired once-through steam generator is increased.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/113662 A2

**Veröffentlicht:**

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

Ein Verfahren zur Regelung einer kurzfristigen Leistungserhöhung einer Dampfturbine mit einem vorgeschalteten fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger mit einer Anzahl von einen Strömungsweg bildenden, von einem Strömungsmedium durchströmten Economiser-, Verdampfer- und Überhitzerheizflächen soll in besonderem Maße geeignet sein, eine kurzfristige Leistungssteigerung einer nachgeschalteten Dampfturbine zu ermöglichen, ohne dass dabei der Wirkungsgrad des Dampfprozesses über Gebühr beeinträchtigt wird. Dazu wird zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine der Fluss des Strömungsmediums durch den fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger erhöht.

Beschreibung

Verfahren zur Regelung einer kurzfristigen Leistungserhöhung einer Dampfturbine

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung einer kurzfristigen Leistungserhöhung einer Dampfturbine mit einem vorgeschalteten fossil befeuerten Durchlaufdamperzeuger mit einer Anzahl von einen Strömungsweg bildenden, von einem Strömungsmedium durchströmten Economiser-, Verdampfer- und Überhitzerheizflächen.

Ein fossil befeuerter Dampferzeuger erzeugt überhitzten Dampf mit Hilfe der durch Verbrennung fossiler Brennstoffe erzeugten Wärme. Fossil befeuerte Dampferzeuger kommen meist in Dampfkraftwerken zum Einsatz, die überwiegend der Stromerzeugung dienen. Der erzeugte Dampf wird dabei einer Dampfturbine zugeführt.

Analog zu den verschiedenen Druckstufen einer Dampfturbine umfasst auch der fossil befeuerte Dampferzeuger eine Mehrzahl von Druckstufen mit unterschiedlichen thermischen Zuständen des jeweils enthaltenen Wasser-Dampf-Gemisches. In der ersten (Hoch-)Druckstufe durchläuft das Strömungsmedium auf seinem Strömungsweg zunächst Economiser, die Restwärme zur Vorwärmung des Strömungsmediums nutzen, und anschließend verschiedene Stufen von Verdampfer- und Überhitzerheizflächen. Im Verdampfer wird das Strömungsmedium verdampft, danach eventuelle Restnässe in einer Abscheideeinrichtung abgetrennt und der übrig behaltene Dampf im Überhitzer weiter erhitzt. Danach strömt der überhitzte Dampf in den Hochdruckteil der Dampfturbine, wird dort entspannt und der folgenden Druckstufe des Dampferzeugers zugeführt. Dort wird er erneut überhitzt (Zwischenüberhitzer) und dem nächsten Druckteil der Dampfturbine zugeführt.

Aufgrund unterschiedlichster äußerer Einflüsse kann die an die Überhitzer übertragene Wärmeleistung stark schwanken. Da-

her ist es häufig notwendig, die Überhitzungstemperatur zu regeln. Üblicherweise wird dies meistens durch eine Einspritzung von Speisewasser vor oder nach einzelnen Überhitzerheizflächen zur Kühlung erreicht, d. h., eine Überströmleitung
5 zweigt vom Hauptstrom des Strömungsmediums ab und führt zu dort entsprechend angeordneten Einspritzkühlern. Die Einspritzung wird dabei üblicherweise über einen für die Temperaturabweichungen von einem vorgegebenen Temperatursollwert am Austritt des Überhitzers charakteristischen Kennwert mit
10 Hilfe von Armaturen geregelt.

Von modernen Kraftwerken werden nicht nur hohe Wirkungsgrade gefordert, sondern auch eine möglichst flexible Betriebsweise. Hierzu gehört außer kurzen Anfahrzeiten und hohen Laständerungsgeschwindigkeiten auch die Möglichkeit, Frequenzstö-
15örungen im Stromverbundnetz auszugleichen. Um diese Anforderungen zu erfüllen, muss das Kraftwerk in der Lage sein, Mehrleistungen von beispielsweise 5 % und mehr bezogen auf Volllastleistung innerhalb weniger Sekunden zur Verfügung zu
20 stellen.

Derartige Leistungsänderungen eines Kraftwerksblockes im Sekundenbereich sind nur durch ein abgestimmtes Zusammenwirken von Dampferzeuger und Dampfturbine möglich. Der Beitrag, den
25 der fossil befeuerte Dampferzeuger hierfür leisten kann, ist die Nutzung seiner Speicher, d. h. des Dampf- aber auch des Brennstoffspeichers, sowie schnelle Änderungen der Stellgrößen Speisewasser, Einspritzwasser, Brennstoff und Luft.

Dies kann beispielsweise durch das Öffnen teilweise angedrosselter Turbinenventile der Dampfturbine oder eines so genannten Stufenventils geschehen, wodurch der Dampfdruck vor der Dampfturbine abgesenkt wird. Dampf aus dem Dampfspeicher des vorgeschalteten fossil befeuerten Dampferzeugers wird dadurch
30 ausgespeichert und der Dampfturbine zugeführt. Mit dieser Maßnahme wird innerhalb weniger Sekunden ein Leistungsanstieg erreicht.

Diese zusätzliche Leistung kann in relativ kurzer Zeit freigesetzt werden, so dass die verzögerte Leistungserhöhung durch die Erhöhung der Feuerungsleistung zumindest teilweise kompensiert werden kann. Der gesamte Block macht durch diese
5 Maßnahme unmittelbar einen Leistungssprung und kann durch eine nachfolgende Erhöhung der Feuerungsleistung auch dieses Leistungsniveau dauerhaft halten bzw. überschreiten, vorausgesetzt die Anlage befand sich zum Zeitpunkt der zusätzlich angeforderten Leistungsreserven im Teillastbereich.

10

Eine permanente Androsselung der Turbinenventile zur Vorhaltung einer Reserve führt jedoch immer zu einem Wirkungsgradverlust, so dass für eine wirtschaftliche Fahrweise der Grad der Androsselung so gering wie unbedingt notwendig gehalten
15 werden sollte. Zudem weisen einige Bauformen von fossil befeuerten Dampferzeugern, so z. B. Zwangdurchlaufdampferzeuger unter Umständen ein erheblich kleineres Speichervolumen auf als z. B. Naturumlauf-Dampferzeuger. Der Unterschied in der Größe des Speichers hat im oben beschriebenen Verfahren Ein-
20 fluss auf das Verhalten bei Leistungsänderungen des Kraftwerksblocks. Darüber hinaus darf insbesondere im oberen Lastbereich durch die Androsselung der Auslegungsdruck im gesamten Dampferzeuger nicht überschritten werden, so dass diese Maßnahme im oberen Lastbereich nur begrenzt bzw. gar nicht
25 angewendet werden kann.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zur Regelung einer kurzfristigen Leistungserhöhung einer Dampfturbine anzugeben, das in besonderem Maße geeignet ist, eine kurz-
30 fristige Leistungssteigerung einer nachgeschalteten Dampfturbine zu ermöglichen, ohne dass dabei der Wirkungsgrad des Dampfprozesses über Gebühr beeinträchtigt wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst, indem zur kurz-
35 fristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine der Fluss des Strömungsmediums durch den fossil befeuerten Dampferzeuger erhöht wird.

Die Erfindung geht von der Überlegung aus, dass die eingebrachte Wärmeleistung in den Dampferzeuger durch die Feuerungsleistung bestimmt wird und sich bei einer plötzlichen Änderung nur vergleichsweise langsam auswirkt. Eine zusätzliche Leistungsentbindung in der Dampfturbine sollte daher durch eine Nutzung der in den Heizflächen des Dampferzeugers eingespeicherten Wärmeenergie erfolgen. Die Ausspeicherung dieser Wärme erfordert ein Absenken der mittleren Materialtemperatur. Dies sollte durch eine Erhöhung der Flusses, d. h. der durchströmenden Menge an Strömungsmedium pro Zeiteinheit erreicht werden. Durch diese Maßnahme wird auf Grund der höheren Durchströmung mit vergleichsweise geringeren Mediumstemperaturen die mittlere Materialtemperatur aller Heizflächen abgesenkt und infolgedessen thermische Energie aus all diesen Heizflächen ausgespeichert und in der Dampfturbine in Form zusätzlicher Leistung entbunden.

In vorteilhafter Ausgestaltung wird zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine der Enthalpiesollwert am Austritt einer Verdampferheizfläche reduziert. Der Sollwert für die spezifische Enthalpie wird im Regelsystem des Dampferzeugers als Regelgröße für die Ermittlung des Sollwerts für den Fluss des Strömungsmediums verwendet. Diese Umschaltmaßnahme bewirkt zwei Effekte: Erstens vergrößert sich der in der Speisewassersollwertermittlung berechnete Grundsollwert für den Verdampferdurchfluss. Zweitens erhöht der Enthalpiekorrekturregler – insbesondere wenn die Reduzierung besonders schnell (schlagartig) erfolgt – durch eine nun größer anstehende Regelabweichung sein Ausgangssignal, um die Enthalpie am Verdampferaustritt möglichst zügig zu reduzieren. Dadurch steigt die Speisewassermenge zu Beginn dieser Maßnahme sogar überproportional an und es ist eine besonders schnelle Ausspeicherung von Wärme aus den Heizflächen mit der verbundenen Leistungsentbindung in der Dampfturbine möglich.

Vorteilhafterweise wird der Enthalpiesollwert auf einen vorgegebenen Mindestenthalpiewert reduziert. Dadurch ist einerseits in allen Lastzuständen eine maximale Leistungsentbin-

ung bei gleichzeitiger Erhaltung der Betriebssicherheit gewährleistet.

In besonders vorteilhafter Ausgestaltung wird der Mindestenthalpiewert derart bemessen, dass in allen Lastzuständen des fossil befeuerten Dampferzeugers eine vollständige Verdampfung des Strömungsmediums in den Verdampferheizflächen erreicht wird. Insbesondere im unterkritischen Betrieb sollte nämlich gewährleistet sein, dass die Enthalpie am Verdampferaustritt nicht zu weit abgesenkt wird und infolgedessen ein Anfall von Restwasser in einer nachgeschalteten Abscheideeinrichtung sicher vermieden werden kann. Somit ist bei möglichst sicherer Fahrweise ein maximaler Anstieg an zusätzlichem Speisewasser und damit zusätzlicher Leistungsentbindung zu erzielen.

Dabei ist hervorzuheben, dass je höher die tatsächliche Enthalpie am Verdampferaustritt im Stationärbetrieb gewählt wird, d. h. je größer der Abstand zur fest vorgegebenen Mindestenthalpie ist, desto mehr thermische Energie kann auch ausgespeichert werden, d. h. desto mehr Dampfturbinenleistung kann kurzfristig generiert werden. Demnach ist bei einer auf diese Maßnahme zugeschnittenen Kesselauslegung ein möglichst großer Abstand zur Mindestenthalpie im Stationärbetrieb bzw. im Frequenzstützbetrieb anzustreben. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass unter den genannten Umständen nur durch ein geeignetes Kesseldesign unzulässig hohe Temperaturschiefungen am Verdampferaustritt zu vermeiden sind. Darüber hinaus sind auch die auftretenden transienten Belastungen in der Auslegung bzw. für das bestehende Dampferzeugerdesign zu berücksichtigen, die je nach Größe und Häufigkeit zu einer entsprechenden Materialermüdung führen können. Hier sei aber erwähnt, dass insbesondere im überkritischen Dampferzeugerbetrieb, bei dem die größtmögliche Reduktion der Verdampferaustrittsenthalpie realisiert werden kann, auf Grund der Wasser-Dampf-Eigenschaften des Strömungsmedium mit nur moderaten Temperaturreduzierungen am Verdampferaustritt zu rechnen ist,

und sich somit die Materialbelastung des Verdampfers entsprechend in Grenzen hält.

Vorteilhafterweise werden die Parameter der getroffenen Maßnahmen auf die geforderte Leistungsentbindung in der Dampfturbine abgestimmt und optimiert. Dazu werden Höhe und/oder Dauer der Reduzierung des Enthalpiesollwerts anhand der benötigten Leistungserhöhung bestimmt.

10 In alternativer oder zusätzlicher vorteilhafter Ausgestaltung wird zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine im Strömungsweg entnommenes Strömungsmedium im Bereich einer Überhitzerheizfläche des Dampferzeugers eingespritzt. Derartige Einspritzungen können nämlich einen weiteren Beitrag zur
15 kurzfristigen schnellen Leistungsänderung leisten. Durch diese zusätzliche Einspritzung im Bereich der Überhitzer kann nämlich der Dampfmassenstrom temporär erhöht werden. Hierbei wird ebenfalls die eingespeicherte thermische Energie für eine temporäre Leistungssteigerung der Dampfturbine genutzt. Es
20 ergibt sich so der zusätzliche Vorteil, dass über eine geeignete Koordination aller zur Verfügung stehenden Maßnahmen ein besonders hoher Leistungsüberschuss schnell und möglichst lange auf konstantem Niveau gehalten werden kann. Durch Staffelung der einzelnen Maßnahmen ist auch die Materialbelastung
25 positiv beeinflussbar.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung wird die Wärmezufuhr in den fossil befeuerten Dampferzeuger erhöht, d. h. die Feuerungsleistung der Brenner erhöht. Somit kann durch das beschriebene Verfahren eine Temperaturverminderung am Verdampferaustritt günstig beeinflusst oder sogar völlig vermieden werden, da die Maßnahme wie ein Vorhaltsignal auf das Speisewasser wirkt. Somit ermöglicht das Verfahren nicht nur eine kurzfristige Leistungserhöhung, sondern ist auch zur schnelleren Einstellung einer längerfristigen Leistungserhöhung
35 einsetzbar.

In vorteilhafter Ausgestaltung umfasst ein Regelsystem für einen fossil befeuerten Dampferzeuger mit einer Anzahl von einen Strömungsweg bildenden, von einem Strömungsmedium durchströmten Economiser-, Verdampfer- und Überhitzerheizflächen Mittel zum Ausführen des Verfahrens. In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung umfasst ein fossil befeuerter Dampferzeuger für ein Dampfkraftwerk ein derartiges Regelsystem sowie ein Dampfkraftwerk einen derartigen fossil befeuerten Dampferzeuger.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, dass durch die kurzfristige Erhöhung der Speisewassermenge eine besonders schnelle Leistungsentbindung in der dem Dampferzeuger nachgeschalteten Dampfturbine durch Nutzung der in allen Heizflächen gespeicherten Wärmeenergie ermöglicht wird. Zusätzlich ist diese Maßnahme ohne invasive bauliche Maßnahmen nur mit minimalen Anpassungen des Speisewasserregelkonzepts durchführbar, so dass trotz erheblich erhöhter Anlagenflexibilität keine zusätzlichen Kosten verursacht werden.

Darüber hinaus kann im Vergleich zur Nutzung der Einspritzungen als leistungserhöhende Maßnahme auch auf die eingespeicherte thermische Energie des Economisers, des Verdampfers und der ersten Überhitzerheizflächen, die strömungsmediumsseitig noch vor der ersten Einspritzung lokalisiert sind, als zusätzliche Energiequelle zurückgegriffen werden. Es steht somit für die zusätzlich angeforderte Leistung ein wesentlich größeres Reservoir an gespeicherter thermischer Energie zur Verfügung. Infolgedessen kann entweder ein größerer Leistungsanstieg (Peak) generiert werden, oder aber eine zusätzlich entbundene Leistung kann auf niedrigerem Niveau länger aufrechterhalten werden.

Insbesondere im oberen Lastbereich, bei dem beispielsweise eine Androsselung der Turbinenventile auf ein bestimmtes Maß beschränkt sein muss, um den maximalen Auslegungsdruck im Hochdruckteil nicht zu überschreiten, kann im Bedarfsfall

durch das beschriebene Verfahren ein hoher Leistungsüberschuss gewährleistet werden. Und gerade im oberen Lastbereich kommen die Vorteile dieser Maßnahme zu Geltung, da sich hier die Temperaturänderungen am Verdampferaustritt auf Grund der
5 Wasser-Dampf-Eigenschaften des Strömungsmediums in tolerablen Grenzen bewegen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

10

FIG 1 ein Diagramm mit Simulationsergebnissen zur Verbesserung der Sofortreserve eines fossil befeuerten Durchlaufdampferzeugers durch Erhöhung der Speisewassermenge zusammen mit Einspritzung von Hochdruck-Dampf, Zwischenüberhitzungs-Dampf und jeweils
15 in beiden Drucksystemen in einem oberen Lastbereich, und

15

FIG 2 ein Diagramm mit Simulationsergebnissen zur Verbesserung der Sofortreserve eines fossil befeuerten Durchlaufdampferzeugers durch Erhöhung der Speisewassermenge zusammen mit Einspritzung von Hochdruck-Dampf, Zwischenüberhitzungs-Dampf und jeweils
20 in beiden Drucksystemen in einem unteren Lastbereich.
25

20

25

Gleiche Teile sind in allen Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

30 FIG 1 zeigt ein Diagramm mit Simulationsergebnissen unter Ausnutzung des Regelverfahrens in einem fossil befeuerten Dampferzeuger, d. h. eine sprunghafte Reduzierung des Enthalpiesollwerts am Verdampferaustritt zur Erhöhung der Speisewassermenge bei konstant gehaltener Feuerungsleistung. Aufge-
35 tragen ist die prozentuale zusätzliche Leistung bezogen auf Volllast 1 gegen die Zeit 2 in Sekunden nach einer sprunghaften Reduzierung des Sollwerts der spezifischen Enthalpie am Verdampferaustritt um 100 kJ/kg bei 95 % Last. Diese Reduzie-

5 rung sorgt im Regelkonzept für eine Erhöhung der Speisewas-
serdurchflussmenge. Kurvenzug 4 zeigt das Ergebnis ohne zu-
sätzliche Nutzung von Einspritzungen, während Kurvenzüge 6
und 8 die Ergebnisse für eine zusätzliche Nutzung von Ein-
10 spritzungen in der Hochdruckstufe bzw. in der Hochdruck- und
Mitteldruckstufe darstellen. Zum Vergleich sind weitere Kur-
venzüge 10, 12, 14 dargestellt, die die Ergebnisse ohne Erhö-
hung der Speisewassermenge, sondern durch alleinige Nutzung
der Einspritzungen in Hochdruckstufe (Kurvenzug 10), Mittel-
15 druckstufe (Kurvenzug 12) und beiden Druckstufen (Kurvenzug
14) zeigen. Die Einspritzung wird dabei jeweils durch Reduk-
tion des Sollwerts für Frischdampf Temperatur und gegebenen-
falls Zwischenüberhitzungs-Temperatur um 20 K erreicht wur-
den.

15 In FIG 1 ist erkennbar, dass die Maxima der Kurvenzüge 4, 6
und 8 höher angeordnet sind als die der Kurvenzüge 10, 12 und
14. Die zusätzlich entbundene Leistung ist damit höher. Ins-
besondere eine Kombination der Maßnahmen in Bezug auf Speise-
20 wasser und Einspritzungen zeigt eine signifikante Leistungs-
erhöhung (Kurvenzüge 6, 8). Bereits Kurvenzug 4 zeigt aber,
dass bei der hohen Last in FIG 1 die Erhöhung des Speisewas-
serdurchflusses die größte Leistungsausbeute aller Einzelmaß-
nahmen (Vergleich der Kurvenzüge 10, 12, 14) zeigt. Die Nut-
25 zung von Einspritzungen sorgt jedoch für eine noch schnellere
Bereitstellung zusätzlicher Leistung, wie an den weiter links
in der Grafik liegenden Peaks der entsprechenden Kurvenzüge
erkennbar ist.

30 FIG 2 ist gegenüber FIG 1 nur geringfügig modifiziert und
zeigt die simulierten Kurvenzüge 4, 6, 8, 10, 12, 14 für 40 %
Last, alle übrigen Parameter stimmen mit FIG 1 überein, eben-
so die Bedeutung der Kurvenzüge 4, 6, 8, 10, 12, 14. Hier
zeigen insbesondere die Kurvenzüge 4, 6, 10 einen wesentlich
35 flacheren Verlauf als in FIG 1, d. h., es erfolgt eine lang-
samere Leistungserhöhung in geringerer Höhe. Auch ist der
Leistungsüberschuss durch die Speisewasserdurchflusserhöhung
geringer ausgeprägt, wenngleich noch immer signifikant.

Lediglich die Modifikation der Zwischenüberhitzung, dargestellt in Kurvenzug 12 zeigt einen vergleichsweise hohen Leistungsanstieg ca. 60 Sekunden nach Änderung des Sollwerts, der danach rasch wieder abfällt, um in das Maximum des flachen Verlaufs überzugehen. Dieser Leistungsanstieg zeigt sich entsprechend auch bei einer Modifikation beider Druckstufen nach Kurvenzug 8 und 14. In allen Fällen zeigt sich aber, dass die Erhöhung der Leistung bei einer Erhöhung der Speisewassermenge die größte Leistungsausbeute bei höherer Dauer ermöglicht, wobei dieser Effekt insbesondere im hohen Lastbereich ausgeprägt ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung einer kurzfristigen Leistungserhöhung einer Dampfturbine mit einem vorgeschalteten fossil
5 befeuerten Durchlaufdampferzeuger mit einer Anzahl von einen Strömungsweg bildenden, von einem Strömungsmedium durchströmten Economiser-, Verdampfer- und Überhitzerheizflächen, bei dem zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine der
10 Fluss des Strömungsmediums durch den fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger erhöht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem ein Enthalpiesollwert am Austritt einer Verdampferheizfläche als Regelgröße für die
15 Ermittlung des Sollwerts für den Fluss des Strömungsmediums durch den fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger verwendet wird und zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine der Enthalpiesollwert reduziert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, bei dem der Enthalpiesollwert
20 auf einen vorgegebenen Mindestenthalpiewert reduziert wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, bei dem der Mindestenthalpiewert derart bemessen wird, dass in allen Lastzuständen des
25 fossil befeuerten Durchlaufdampferzeugers eine vollständige Verdampfung des Strömungsmediums in den Verdampferheizflächen erreicht wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, bei dem Höhe
30 und/oder Dauer der Reduzierung des Enthalpiesollwerts anhand der benötigten Leistungserhöhung bestimmt werden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem zur kurzfristigen Leistungserhöhung der Dampfturbine im
35 Strömungsweg entnommenes Strömungsmedium im Bereich einer Überhitzerheizfläche des fossil befeuerten Durchlaufdampf-
erzeugers eingespritzt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Wärmezufuhr in den fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger erhöht wird.

5 8. Regelsystem für einen fossil befeuerten Durchlaufdampferzeuger mit einer Anzahl von einen Strömungsweg bildenden, von einem Strömungsmedium durchströmten Economiser-, Verdampfer- und Überhitzerheizflächen mit Mitteln zum Ausführen des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

10

9. Fossil befeuerter Durchlaufdampferzeuger für ein Dampfkraftwerk mit einem Regelsystem nach Anspruch 8.

10. Dampfkraftwerk mit einem fossil befeuerten Durchlauf-
15 dampferzeuger nach Anspruch 9.

