



(10) **DE 10 2012 103 617 A1** 2013.10.31

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 103 617.9**

(22) Anmeldetag: **25.04.2012**

(43) Offenlegungstag: **31.10.2013**

(51) Int Cl.: **F02C 6/16 (2012.01)**

**F02B 31/08 (2012.01)**

**F02C 1/10 (2012.01)**

**F28D 20/00 (2012.01)**

**F02C 6/00 (2013.01)**

(71) Anmelder:

**Hitachi Power Europe GmbH, 47059, Duisburg,  
DE**

(72) Erfinder:

**Bergins, Christian, Dr., 45711, Datteln, DE;  
Klauke, Friedrich, Dr., 40878, Ratingen, DE**

(74) Vertreter:

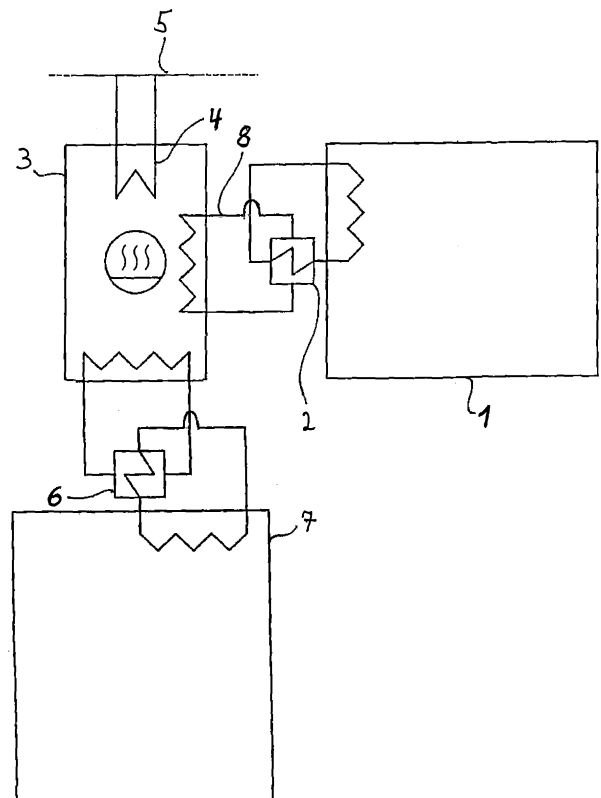
**Viering, Jentschura & Partner, 40476, Düsseldorf,  
DE**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

(54) Bezeichnung: **Fossilbefeuertes Kraftwerk mit Wärmespeicher**

(57) Zusammenfassung: Bei einem Kraftwerk umfassend einen Dampferzeuger mit angeschlossenem Wasser/Dampf-Kreislauf (1) und darin integriertem Turbinen- oder Turbosatz, wobei der Wasser/Dampf-Kreislauf (1) dampfseitig mit einem Wärmespeicher (3) und/oder einem thermisch an den Wärmespeicher (3) gekoppelten Wärmetauscher (2) leitungsmäßig verbunden und/oder thermisch gekoppelt ist, soll eine Lösung geschaffen werden, die es ermöglicht, ein Kraftwerk an den fluktuierenden Einspeisebedarf des angeschlossenen Stromnetzes anzupassen und bezüglich seiner Stromeinspeisemöglichkeiten zu flexibilisieren. Dies wird dadurch erreicht, dass der Wasser/Dampf-Kreislauf (1) derart mit dem Wärmespeicher (3) und/oder dem Wärmetauscher (2) leitungsmäßig verbunden ist, dass Wärmeenergie des Dampfes aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (1) thermisch in den Wärmespeicher (3) und/oder in den Wärmetauscher (2) auskoppelbar ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung richtet sich auf ein Kraftwerk umfassend einen Dampferzeuger mit angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf und darin integriertem Turbinen- oder Turbosatz, wobei der Wasser/Dampf-Kreislauf dampfseitig mit einem Wärmespeicher und/oder einem thermisch an den Wärmespeicher gekoppelten Wärmetauscher leitungsmäßig verbunden und/oder thermisch gekoppelt ist. Weiterhin richtet sich die Erfindung auf ein Verfahren zur Speicherung von in einem Kraftwerk mit einem Dampferzeuger mit angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf und darin integriertem Turbinen- oder Turbosatz erzeugter Wärme, wobei der Wasser/Dampf-Kreislauf dampfseitig mit einem Wärmespeicher und/oder einem thermisch an den Wärmespeicher gekoppelten Wärmetauscher leitungsmäßig verbunden und/oder thermisch gekoppelt ist.

**[0002]** Im elektrischen Stromnetz müssen die elektrischen Strom einspeisende Leistungserzeugung und der elektrischen Strom aus dem Stromnetz entnehmende Verbrauch im Gleichgewicht stehen. Aufgrund des Ausbaus erneuerbarer Energien stehen zeitweise starke Überkapazitäten, andererseits teilweise aber auch Unterkapazitäten am Netz an. Das fluktuierende Angebot an erneuerbarer Energie und damit die fluktuierende Einspeisung erneuerbarer Energien in das Stromnetz muss mithilfe konventioneller Kraftwerke ausgeglichen werden. Dies macht es notwendig, konventionelle Kraftwerke mit einer schnell regelbaren Kraftwerkskapazität auszustatten, so dass sie je nach Anforderung des Netzes bei Überkapazität schnell heruntergefahren und bei Unterkapazität schnell hochgefahren werden können. Alternativ besteht die Möglichkeit, bei Überkapazität die erneuerbaren Energiekapazitäten, beispielsweise Windturbinen, abzuschalten oder aber den erzeugten Strom in Energiespeichersystemen wie Pumpspeicherkraftwerken, Druckluftspeicherkraftwerken oder Batterien zu speichern.

**[0003]** Der Betrieb fossilbefuerter oder mit Ersatzbrennstoff wie Biomasse befeuerter Kraftwerke macht es in diesem Szenario notwendig, die Kraftwerkskapazitäten zur Stabilisierung und Regelung der Netze in ihrer Kapazität schnell anpassbar auszugestalten. Dazu sind zum einen schnell startbare bzw. in der Last steigerbare Kraftwerke notwendig, wenn beispielsweise Windkraftanlagen in windstillen Zeiten ihre Einspeisekapazität schnell zurückfahren, oder wenn beispielsweise in Spitzennachfragezeiten zur Abdeckung des Mehrbedarfes Zusatzkapazität benötigt wird.

**[0004]** Fossilbefeuerte Kraftwerke, insbesondere Kohlekraftwerke sind nun allerdings mit dem Nachteil versehen, dass sie nicht beliebig an- und abschaltbar und in Bezug auf ihre abgegebene Leistung

herauf und herunter fahrbar sind. Die Leistung von Dampfkraftwerken, insbesondere der kohlebefeuerten Dampferzeuger, kann nicht beliebig stark und schnell geändert werden. Zudem müssen zur Vermeidung eines überhöhten Anlagenverschleißes Mindestbetriebs- und Mindeststillstandszeiten eingehalten werden. Sollen Kraftwerke als sogenannte "heiße Reserve" für ein unmittelbares Wiederauffahren zur Stromerzeugung betriebsbereit am Netz verbleiben, so müssen diese im permanenten Betrieb mit ihrer Mindestleistung oder Minimallast bereit stehen. Gleiches gilt auch für den Fall, dass man Kraftwerke im täglichen Betrieb flexibilisieren möchte, beispielsweise derart, dass während der stromnachfrageintensiven Tageszeiten Strom ins Netz eingespeist wird, zur Nachtzeit das Kraftwerk aber in einen "Ruhezustand" zurückgefahren wird. Der Betrieb des Dampferzeugers oder des Kraftwerkes mit Minimallast ist unter anderem deshalb notwendig, damit im Feuer(ungs)raum des Dampferzeugers die Temperaturen nicht soweit absinken, dass die für die Brennstoffzündung, insbesondere Kohlezündung, notwendige Betriebstemperatur erst wieder nach stundenlangem Aufheizen erreicht wird. So betragen die Anfahrzeiten für einen sogenannten "Heißstart" nach weniger als acht Stunden Stillstandszeit derzeit noch ca. 2 Stunden, für einen sogenannten "Warmstand" nach weniger nach 48 Stunden Stillstandszeit ca. 5 Stunden und einen sogenannten "Kaltstart" nach weniger als 72 Stunden Stillstand ca. 8 Stunden. Um zumindest einen "Heißstart" zu ermöglichen, muss ein solches Kraftwerk im permanenten Betrieb mit seiner Mindestleistung in Betrieb gehalten werden. Die Mindestleistung beträgt bei Steinkohlekraftwerken ca. 38% und bei Braunkohlekraftwerken ca. 40%. Zudem sind üblicherweise Mindeststillstandszeiten bei Steinkohlekraftwerken von ca. 2 Stunden und bei Braunkohlenkraftwerken von ca. 8 Stunden, sowie Mindestbetriebszeiten bei Steinkohlekraftwerken von ca. 4 Stunden und bei Braunkohlenkraftwerken von ca. 6 Stunden einzuhalten. Einhergehen diese Betriebszeiten in Mindestleistung mit Wirkungsgradverlusten in Höhe von ca. 5%. Außerdem ist bei Kohlekraftwerken zu beachten, dass ein Wiederauffahren nur mit einer Leistungsänderung von ca. 3–5% pro Minute derzeit möglich ist.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lösung zu schaffen, die es ermöglicht, ein Kraftwerk an den fluktuierenden Einspeisebedarf des angeschlossenen Stromnetzes anzupassen und bezüglich seiner Stromeinspeisemöglichkeiten zu flexibilisieren.

**[0006]** Bei einem Kraftwerk der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass der Wasser/Dampf-Kreislauf derart mit dem Wärmespeicher und/oder dem Wärmetauscher leitungsmäßig verbunden ist, dass Wärmeenergie des Dampfes aus dem Wasser/Dampf-

Kreislauf thermisch in den Wärmespeicher und/oder in den Wärmetauscher auskoppelbar ist. Bei einem Verfahren der eingangs näher bezeichneten Art wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in dem Wärmespeicher und/oder dem Wärmetauscher Wärmeenergie aus dem Dampf des Wasser/Dampf-Kreislaufes ausgekoppelt und in den Wärmespeicher und/oder den Wärmetauscher eingekoppelt wird.

**[0007]** Zweckmäßige Weiterbildungen und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

**[0008]** Erfindungsgemäß ist also vorgesehen, dass aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf Wärmeenergie des Dampfes indirekt über einen Wärmetauscher in einen Wärmespeicher oder direkt unmittelbar in einen Wärmespeicher ausgekoppelt wird, wobei beide Auskopplungswege ggf. auch parallel betrieben werden können. Dies ermöglicht es, Kraftwerke insofern zu flexibilisieren, als dass erzeugter Wasserdampf nicht unbedingt zur Stromerzeugung über den Turbinensatz oder Turbosatz geleitet werden muss, sondern über mindestens einen Wärmetauscher oder mindestens einen Wärmespeicher geführt wird, wo der Dampf (seine) Energie abgibt. Bei beispielsweise gleichbleibender Dampferzeugung kann dadurch die zur Stromerzeugung genutzte Dampfmenge reduziert und damit die vom Kraftwerk ins Netz eingespeiste Strommenge bzw. elektrische Energie geregelt werden, dass ein Teil der Dampfmenge "gespeichert" wird. Dies ermöglicht es, ein am Netz befindliches Kraftwerk relativ schnell im Bezug auf die ans Netz abgegebene Strommenge zurückzufahren. Da andererseits wie oben stehend dargelegt ist, insbesondere Kohlekraftwerke mit einer Mindest- oder Minimallast betrieben werden müssen, kann diese "Dampfregelung" dazu genutzt werden, die Feuerungsleistung in den zulässigen und wirtschaftlich vertretbaren Geschwindigkeiten herunterzufahren. Die in dem Wärmespeicher gespeicherte Wärmeenergie kann dann ihrerseits in dem Fall, wenn nun das Kraftwerk wieder hochgefahren werden soll, dazu genutzt werden, Energie, beispielsweise durch Umwandlung von Wasser in Dampf, für das Wiederanfahren bzw. Wiederhochfahren zur Verfügung zu stellen. So kann die (zwischen)gespeicherte Energie bei einem Wiederanfahren des Kraftwerkes auf Normalbetrieb beispielsweise dazu genutzt werden, um eine höhere Geschwindigkeit der Leistungsänderung in Prozent/Minute als die üblichen 3–5%/Minute zu erreichen, indem die in Form von Wärmeenergie gespeicherte Energie beim Anfahren in Form von Dampf beispielsweise an den Niederdruckvorwärmern des Wasser/Dampf-Kreislaufes des Kraftwerkes zur Verfügung gestellt wird. Ferner kann dann, wenn im Stromnetz temporär (wieder) eine höhere Einspeisung benötigt wird, mithilfe eines Salz/Wasser-Dampf Wärmetauschers, vorzugsweise eines On-

ce-Trough-Dampferzeugers, und eines ggf. zusätzlichen Turbinenkreislaufes Spitzen-/Mittlaststrom zusätzlich zu dem (Haupt)Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerkes bereitgestellt und ins Netz eingespeist werden.

**[0009]** Um auch im Netz vorhandene Stromüberkapazitäten aus dem Netz in eine Speicherung überführen zu können, sieht die Erfindung zudem vor, dass der Wärmespeicher elektrisch beheizbar ausgebildet ist, beziehungsweise dass dem Wärmespeicher bei im Stromnetz vorhandener Überkapazität an Strom und/oder bei Betrieb des Kraftwerkes in seinem Mindest- oder Minimallastbereich erzeugter, nicht ins Netz einzuspeisender Überschussstrom über eine mit dem jeweiligen Strom und/oder Überschussstrom elektrisch beheizte und vorzugsweise im Wärmespeicher angeordnete Heizvorrichtung Wärmeenergie zugeführt und im Wärmespeicher gespeichert wird. Dies macht es möglich, Energie einzuspeichern, wenn aufgrund der fluktuierenden Einspeisung erneuerbarer Energien wie Wind oder Photovoltaik im Netz eine zu hohe Einspeisung vorliegt. Um in Zeiten von im Stromnetz herrschenden Überkapazitäten und erhöhter Nachfrage flexibel Stromkapazität zur Verfügung stellen zu können, sieht die Erfindung vor, dass einerseits das Kraftwerk relativ schnell wieder hochgefahren werden kann, dass alternativ andererseits aber auch parallel zum (Haupt)Wasser/Dampf-Kreislauf des Kraftwerkes ein zweiter Wasser/Dampf-Kreislauf mit zugeordnetem Turbinensatz oder Turbosatz betrieben werden kann, der dann unmittelbar ohne dass das Kraftwerk hochgefahren werden muss, Strom erzeugt und ins Netz einspeist. Die Erfindung sieht daher in Ausgestaltung vor, dass der Wärmespeicher des Kraftwerkes in gespeicherte Wärme auskoppelbarer Weise mit dem oder einem zweiten Dampferzeuger verbunden ist. Ebenso sieht die Erfindung vor, dass der Wärmespeicher des Kraftwerkes in gespeicherte Wärme auskoppelbarer Weise mit mindestens einem weiteren Wärmetauscher verbunden ist, der in dem oder einem zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf einen Vorwärmer, Überhitzer oder Zwischenüberhitzer ausbildet.

**[0010]** Das Verfahren ist insofern in erfindungsgemäßer Ausgestaltung dadurch gekennzeichnet, dass in dem Wärmespeicher gespeicherte Wärme in den oder einen zweiten Dampferzeuger ausgekoppelt wird, wobei in dem Dampferzeuger erzeugter Dampf als Frischdampf oder Zwischenüberhitzerdampf einer Turbine zugeführt wird, und/oder dass in dem Wärmespeicher gespeicherte Wärme in mindestens einen weiteren Wärmetauscher ausgekoppelt wird, der in dem oder einem zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf einen Vorwärmer, Überhitzer oder Zwischenüberhitzer ausbildet. Dieser Dampf wird dann jeweils einem Turbinen- oder Turbosatz mit angeschlossenen Generator zugeführt.

**[0011]** Insbesondere können das erfindungsgemäße Kraftwerk und das erfindungsgemäße Verfahren dazu benutzt werden, die beim Betrieb des Kraftwerkes in seinem Mindest- oder Minimallastbereich entstehende Wärmeenergie in Form von Dampf aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf auszukoppeln und zu speichern. Die Erfindung sieht daher in Ausgestaltung des Verfahrens weiterhin vor, dass die Wärmeenergie von bei Betrieb des Kraftwerkes in seinem Mindest- oder Minimallastbereich erzeugtem und nicht für die Stromerzeugung genutztem Überschussdampf aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf thermisch in den Wärmespeicher und/oder den Wärmetauscher ausgekoppelt wird. Hierbei kann es dann in Weiterbildung des Verfahrens zudem vorgesehen sein, dass beim Wiederauffahren des Kraftwerkes aus seinem Mindest- oder Minimallastbereich in dem Wärmespeicher gespeicherte Wärme in den und/oder in den zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf im Bereich von Niederdruckvorwärmern ausgekoppelt wird.

**[0012]** Der Wärmespeicher kann als Dampfspeicher oder Ruths-Speicher, als Salzspeicher, Betonspeicher oder Heißwasserspeicher ausgebildet sein. Ein besonders geeignetes Wärmespeichermedium stellt Salzschmelze dar, insbesondere eine Mischung aus  $\text{KNO}_3$  und  $\text{NaNO}_3$ .

**[0013]** Eine weitere Unterstützung der Flexibilisierung eines insbesondere fossilbefeuerten Kraftwerkes lässt sich gemäß erfindungsgemäßer Ausgestaltung des Kraftwerkes dadurch erreichen, dass der Dampferzeuger einen mit fossilem Brennstoff und/oder mit Biomasse befeuerbaren Feuerraum aufweist, dessen Brenner vorzugsweise Bestandteil einer indirekten Feuerung sind.

**[0014]** In Kombination mit dem Betrieb der aus einem Stromüberschuss gespeisten Heizvorrichtung des Wärmespeichers ist es demnach möglich, in Zeiten, bei denen Stromüberschuss in das Stromnetz eingespeist wird, den Wärmespeicher, der beispielsweise aus zwei wechselseitig betriebenen Behältern (heiß/kalt) mit dem Speichermedium, z. B. geschmolzene Salze, oder einem Schichtenspeicher mit geschmolzenem Salz besteht, zu verwenden, um temporär überschüssigen Strom aus dem Stromnetz und/oder temporär überschüssigen Dampf aus dem Dampfkraftwerk (Dampfkraftwerk mit geschlossenem Wasser/Dampf-Kreislauf) zur Erhitzung des im Wärmespeicher vorgesehenen Speichermediums zu verwenden. Da die elektrische Beheizung einen Wirkungsgrad von nahezu 100% hat und konventionelle Dampfkraftprozesse im Temperaturbereich 530°C Kreisprozesswirkungsgrade von 38–42% aufweisen, ist der Wirkungsgrad der Stromspeicher höher als bei vielen anderen Alternativen. Wird der Wärmespeicher nur zur Beheizung eines Wärmetauschers (beispielsweise Vorwärmung/Überhitzung/Zwischenüberhitzung) in einem ansonsten anderweitig beheiz-

ten Dampfkreislauf verwendet, ist der Wirkungsgrad entsprechend geringer. Das System funktioniert aber analog. Zum Beispiel ermöglicht das kurzzeitige Ersetzen der Anzapfung bei thermischen Kraftwerken eine erhöhte Leistungsabgabe ans Netz im Rahmen des vorhandenen Turbinen- oder Generatordesigns.

**[0015]** Die erfindungsgemäße Maßnahme Kraftwerke mit einem Wärmespeicher und ggf. einem zugeordneten Wärmetauscher in die Dampferzeugung des Kraftwerkes einzubinden oder ggf. mit einer eigenen zugeordneten Dampferzeugung einschließlich eines Turbinen- oder Turbosatzes mit angeschlossenen Generator auszustatten, kann bei der Neuplanung von Kraftwerksanlagen, insbesondere bei einem Neubau von fossilbefeuerten Kraftwerken, als Zusatzanlage oder Zusatzeinrichtung geplant und vorgesehen werden. Es ist aber auch möglich, diese Zusatzanlage bei einem bestehenden Kraftwerk im Rahmen einer Umrüstung oder Ertüchtigung nachzurüsten.

**[0016]** Die Erfindung ist nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels beispielhaft näher erläutert.

**[0017]** Die einzige Figur zeigt in schematischer Weise den Wasser/Dampf-Kreislauf **1** eines fossilbefeuerten Kraftwerkes. Der Wasser/Dampf-Kreislauf ist üblich ausgestattet und umfasst in nicht dargestellter Weise Vorerwärmer, Überhitzer, Zwischenüberhitzer, einen Turbinen- oder Turbosatz mit geschlossenem Generator sowie eine Wasseraufbereitung. In den Wasser/Dampf-Kreislauf **1** ist ein Wärmetauscher **2** thermisch eingekoppelt, der es ermöglicht, dass Wärmeenergie aus in dem Wasser/Dampf-Kreislauf **1** geführtem Dampf in das im Wärmetauscher **2** zirkulierende Wärmeträgermedium **8** ausgekoppelt wird. Der Wärmetauscher **2** ist zudem thermisch an einen Wärmespeicher **3** gekoppelt. In dem Wärmespeicher **3** wird die von dem Wärmeträgermedium **8** des Wärmetauschers **2** aufgenommene Wärmeenergie an den Wärmespeicher **3** ausgekoppelt. Gewünschtenfalls kann der Energieübertragungsweg auch umgekehrt erfolgen. In diesem Fall wird dann im Speicher **3** gespeicherte Wärmeenergie an das Wärmeträgermedium **8** des Wärmetauschers **2** ausgekoppelt und von diesem im Wärmetauscher **2** an den Wasser/Dampf-Kreislauf **1** des Kraftwerkes ausgekoppelt. In dem Wärmespeicher **3** ist ferner eine Heizvorrichtung **4** angeordnet, die in stromleitender Verbindung mit einem Stromnetz **5** steht. Bei Betrieb der Heizvorrichtung **4**, beispielsweise mittels im Stromnetz vorhandenen Überschussstroms, wird elektrisch mittels der Heizvorrichtung Wärmeenergie erzeugt, die in dem Wärmespeicher **3** gespeichert wird.

**[0018]** Der Wärmespeicher **3** ist thermisch an einen zweiten Wärmetauscher **6** gekoppelt, welcher seinerseits thermisch an einen zweiten Dampferzeuger **7**

oder einen zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf gekoppelt ist. Hierdurch ist es möglich, aus dem Wärmespeicher **3** Energie auszukoppeln und parallel zur Dampferzeugung im Wasser/Dampf-Kreislauf **1** zu erzeugen. Dem zweiten Dampferzeuger **7** oder Wasser/Dampf-Kreislauf ist ein Turbinensatz oder Turbosatz mit angeschlossenen Generator zugeordnet, so dass hier ebenfalls Strom erzeugt werden kann. Vorzugsweise wird dieser zweite Wärmetauscher **6** dann in Betrieb genommen, wenn Unterkapazitäten im Stromnetz **5** ausgeglichen werden sollen.

**[0019]** Bei den Wärmetauschern **2** und **6** kann es sich um Vorwärmer, Überhitzer oder Zwischenüberhitzer des jeweiligen Wasser/Dampf-Kreislaufes **1**, **7** handeln. Der zweite Wärmetauscher **6** kann als once-through-Dampferzeuger (Durchlaufdampferzeuger) ausgebildet sein.

### Patentansprüche

1. Kraftwerk umfassend einen Dampferzeuger mit angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) und darin integriertem Turbinen- oder Turbosatz, wobei der Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) dampfseitig mit einem Wärmespeicher (**3**) und/oder einem thermisch an den Wärmespeicher (**3**) gekoppelten Wärmetauscher (**2**) leitungsmäßig verbunden und/oder thermisch gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) derart mit dem Wärmespeicher (**3**) und/oder dem Wärmetauscher (**2**) leitungsmäßig verbunden ist, dass Wärmeenergie des Dampfes aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) thermisch in den Wärmespeicher (**3**) und/oder in den Wärmetauscher (**2**) auskoppelbar ist.

2. Kraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass Wärmeenergie des Dampfes in dem Wärmetauscher (**2**) an ein Wärmeträgermedium (**8**) übertragen wird.

3. Kraftwerk nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass an das Wärmeträgermedium (**8**) übertragene Wärmeenergie im Wärmespeicher (**3**) ausgekoppelt wird.

4. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Wärmeenergie des Dampfes in dem Wärmespeicher (**3**) an ein Wärmeträgermedium und/oder ein Wärmespeichermedium übertragen wird.

5. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) elektrisch beheizbar ausgebildet ist.

6. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Dampferzeuger einen mit fossilem Brennstoff und/oder mit Biomasse befeuerbaren Feuerraum aufweist, dessen

Brenner vorzugsweise Bestandteil einer indirekten Feuerung sind.

7. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) in gespeicherte Wärme auskoppelbarer Weise mit mindestens einem weiteren Wärmetauscher (**6**) verbunden ist, der in dem oder einem zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**, **7**) einen Vorwärmer, Überhitzer oder Zwischenüberhitzer ausbildet.

8. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) in gespeicherte Wärme auskoppelbarer Weise mit dem oder einem zweiten Dampferzeuger, vorzugsweise mit zugeordnetem Turbinen- oder Turbosatz, verbunden ist.

9. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) als Wärmespeichermedium eine Salzsäure, insbesondere eine Mischung aus  $\text{KNO}_3$  und  $\text{NaNO}_3$ , aufweist.

10. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es einen einen Verdichter und einen Expander umfassenden Druckluftspeicher aufweist, der in entstehende Verdichtungswärme in den Wärmetauscher (**2**) oder den Wärmespeicher (**3**) einkoppelbarer Weise mit dem Wärmespeicher (**3**) verbunden ist.

11. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) in gespeicherte Wärme auskoppelbarer Weise mit einer Lufterwärmungseinrichtung, insbesondere einer Luftvorwärmungseinrichtung zur Vorwärmung von Verbrennungsluft, verbunden ist.

12. Kraftwerk nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmespeicher (**3**) als Dampfspeicher, Salzspeicher, Beton- oder Heißwasserspeicher ausgebildet ist.

13. Verfahren zur Speicherung von in einem Kraftwerk mit einem Dampferzeuger mit angeschlossenen Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) und darin integriertem Turbinen- oder Turbosatz erzeugter Wärme, wobei der Wasser/Dampf-Kreislauf (**1**) dampfseitig mit einem Wärmespeicher (**3**) und/oder einem thermisch an den Wärmespeicher (**3**) gekoppelten Wärmetauscher (**2**) leitungsmäßig verbunden und/oder thermisch gekoppelt ist, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Wärmespeicher (**3**) und/oder dem Wärmetauscher (**2**) Wärmeenergie aus dem Dampf des Wasser/Dampf-Kreislaufes (**1**) ausgekoppelt und in den Wärmespeicher (**3**) und/oder den Wärmetauscher (**2**) eingekoppelt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Wärmespeicher (3) gespeicherte Wärme in den oder einen zweiten Dampferzeuger ausgekoppelt wird, wobei in dem jeweiligen Dampferzeuger erzeugter Dampf als Frischdampf oder Zwischenüberhitzerdampf einer Turbine zugeführt wird, und/oder dass in dem Wärmespeicher (3) gespeicherte Wärme in mindestens einen weiteren Wärmetauscher (6) ausgekoppelt wird, der in dem oder einem zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf (1, 7) einen Vorwärmer, Überhitzer oder Zwischenüberhitzer ausbildet.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmeenergie von bei Betrieb des Kraftwerks in seinem Mindest- oder Minimallastbereich erzeugtem und nicht für die Stromerzeugung genutztem Überschussdampf aus dem Wasser/Dampf-Kreislauf (1) thermisch in den Wärmespeicher (3) und/oder den Wärmetauscher (2) ausgekoppelt wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13–15, dadurch gekennzeichnet, dass dem Wärmespeicher (3) bei im Stromnetz vorhandener Überkapazität an Strom und/oder bei Betrieb des Kraftwerks in seinem Mindest- oder Minimallastbereich erzeugter, nicht ins Netz einzuspeisender Überschussstrom über eine mit dem jeweiligen Strom und/oder Überschussstrom elektrisch beheizte und vorzugsweise im Wärmespeicher (3) angeordnete Heizvorrichtung (4) Wärmeenergie zugeführt und im Wärmespeicher (3) gespeichert wird.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13–16, dadurch gekennzeichnet, dass beim Wiederanfahren des Kraftwerks aus seinem Mindest- oder Minimallastbereich in dem Wärmespeicher (3) gespeicherte Wärme in den und/oder in den zweiten Wasser/Dampf-Kreislauf (1, 7), vorzugsweise im Bereich von Niederdruckvorwärmern ausgekoppelt wird.

Es folgt ein Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

