

SCHWEIZERISCHE Eidgenossenschaft
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 701 012 B1

(51) Int. Cl.: F01K 9/00 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENT SCHRIFT**

(21) Anmeldenummer: 00648/10

(22) Anmeldedatum: 29.04.2010

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.11.2010

(30) Priorität: 05.05.2009 US 12/436,030

(24) Patent erteilt: 15.12.2014

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.12.2014

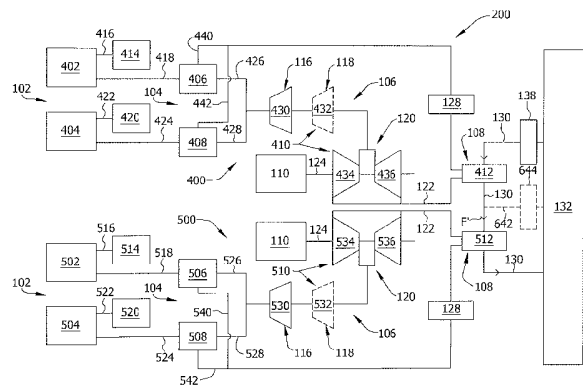
(73) Inhaber:
General Electric Company, 1 River Road
Schenectady, New York 12345 (US)

(72) Erfinder:
John Edward Sholes, Jr.,
Kings Mountain North Carolina 28086 (US)
Raub Warfield Smith, Ballston Lake, New York 12019 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) **Dampfturbinenkraftwerkssystem mit unabhängigen Dampfturbinensträngen deren Kondensatoren seriell mit einer Kühlmittelquelle verbunden sind.**

(57) Es ist ein Dampfturbinenkraftwerkssystem (200) zur Verwendung mit einer einzigen Kühlmittelquelle (132) geschaffen. Das Kraftwerkssystem enthält einen ersten Dampfturbinenstrang (400), der eine erste Hochdruck-Turbinenanordnung (116), eine erste Niederdruck-Turbinenanordnung (120), die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen ersten Kondensator (412) enthält, der mit der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, einen zweiten Dampfturbinenstrang (500), der eine zweite Hochdruck-Turbinenanordnung, eine zweite Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen zweiten Kondensator (512) enthält, der mit der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und Kühlrohre (130), die mit dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator verbunden sind, wobei die Kühlrohre konfiguriert sind, um ein Kühlmittel von der Kühlmittelquelle (132) durch den ersten Kondensator, von dem ersten Kondensator durch den zweiten Kondensator und von dem zweiten Kondensator zurück zu der Kühlmittelquelle zu führen.



Beschreibung

Hintergrund zu der Erfindung

[0001] Das Gebiet dieser Offenbarung betrifft allgemein Dampfturbinen und insbesondere ein Dampfturbinenkraftwerkssystem mit mehreren voneinander unabhängigen Dampfturbinensträngen.

[0002] Viele bekannte Dampfturbinenkraftwerkssysteme enthalten wenigstens einen Dampfturbinenstrang, der einen Kondensator verwendet, um Abdampf in flüssiges Wasser zur Rezirkulation durch den Strang kondensieren zu lassen. Insbesondere verwenden wenigstens einige bekannte Dampfturbinenkraftwerkssysteme mehrere, voneinander unabhängige Dampfturbinenstränge, wobei jeder Strang einen eigenen Kondensator aufweist, der parallel zu den Kondensatoren der anderen Stränge gekühlt wird.

[0003] Wenn jedoch die Kondensatoren der mehreren, voneinander unabhängigen Dampfturbinenstränge parallel zueinander gekühlt werden, ist die Kondensatordruckdifferenz an den unabhängigen Strängen minimal (d.h., die Stränge haben tendenziell im Wesentlichen die gleichen Wirkungen).

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0004] Es ist daher der vorliegenden Erfindung die Aufgabe gestellt, ein Dampfturbinenkraftwerkssystem mit mehreren voneinander unabhängigen Dampfturbinensträngen zu schaffen, bei dem der Kondensatordruck in wenigstens einem der mehreren, voneinander unabhängigen Dampfturbinenstränge verringert ist, sodass der Kondensatordruck in den Kondensatoren der einzelnen unabhängigen Dampfturbinenstränge unterschiedlich ist, um dadurch den Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerkssystems zu vergrössern.

Diese Aufgabe wird durch ein Dampfturbinenkraftwerkssystem mit einer Kühlmittelquelle gemäss Anspruch 1 gelöst. Das System enthält einen ersten Dampfturbinenstrang, der eine erste Hochdruck-Turbinenanordnung, eine erste Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist, und einen ersten Kondensator enthält, der mit der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist. Das System enthält ferner einen zweiten Dampfturbinenstrang, der eine zweite Hochdruck-Turbinenanordnung, eine zweite Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist, und einen zweiten Kondensator enthält, der mit der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist. Das System enthält ferner Kühlrohre, die mit dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator gekoppelt sind, wobei die Kühlrohre konfiguriert sind, um ein Kühlmittel von der Kühlmittelquelle durch den ersten Kondensator hindurch, von dem ersten Kondensator durch den zweiten Kondensator hindurch und von dem zweiten Kondensator zurück zu der Kühlmittelquelle zu führen.

[0005] Zudem ist ein Verfahren zur Montage eines Dampfturbinenkraftwerkssystems mit einer Kühlmittelquelle offenbart, jedoch nicht beansprucht. Das Verfahren enthält das Bereitstellen eines ersten Dampfturbinenstrangs, der eine erste Hochdruck-Turbinenanordnung, eine erste Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist, und einen ersten Kondensator enthält, der mit der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist. Das Verfahren enthält ferner das Bereitstellen eines zweiten Dampfturbinenstrangs, der eine zweite Hochdruck-Turbinenanordnung, eine zweite Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist, und einen zweiten Kondensator enthält, der mit der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung in Strömungsverbindung gekoppelt ist. Das Verfahren enthält ferner ein Koppeln von Kühlrohren mit dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator, wobei die Kühlrohre konfiguriert sind, um ein Kühlmittel von der Kühlmittelquelle durch den ersten Kondensator hindurch, von dem ersten Kondensator durch den zweiten Kondensator hindurch und von dem zweiten Kondensator zurück zu der Kühlmittelquelle zu befördern.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0006]

Fig. 1 zeigt ein Flussdiagramm eines Dampfturbinenstrangs; und

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm eines Kraftwerkssystems, das den in Fig. 1 veranschaulichten Dampfturbinenstrang verwendet.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0007] Die folgende detaillierte Beschreibung veranschaulicht ein Dampfturbinenkraftwerkssystem und ein Verfahren zur Montage desselben anhand eines Beispiels und nicht im Sinne einer Beschränkung. Die Beschreibung ermöglicht einem Fachmann auf dem Gebiet, den Offenbarungsgegenstand zu schaffen und zu verwenden, wobei die Beschreibung verschiedene Ausführungsformen des Offenbarungsgegenstandes, einschliesslich der momentan als die beste angenommene Ausführungsform zur Umsetzung des Offenbarungsgegenstandes, beschreibt. Der Offenbarungsgegenstand ist hier als auf eine bevorzugte Ausführungsform, nämlich ein Kombizyklus-Kraftwerkssystem, angewandt beschrieben. Jedoch ist vorgesehen, dass dieser Offenbarungsgegenstand eine allgemeine Anwendung auf Dampfturbinen in einem weiten Be-

reich von Systemen und in vielfältigen Anwendungen, die sich von Kombizyklus-Kraftwerkssystemen unterscheiden können, findet.

[0008] Fig. 1 veranschaulicht einen beispielhaften Dampfturbinenstrang 100. In der beispielhaften Ausführungsform enthält der Strang 100 eine Wärmequellenanordnung 102, eine Abhitzedampferzeugeranordnung (HRSG-Anordnung, Heat Recovery Steam Generator) 104, eine Dampfturbinenanordnung 106, eine Kondensatoranordnung 108 und eine Primärantreibsanordnung 110 (z.B. wenigstens einen elektrischen Generator, eine Pumpe, einen Propeller etc.). Die Wärmequellenanordnung 102 kann (eine) beliebige geeignete Wärmequelle(n), wie beispielsweise, jedoch nicht darauf beschränkt, eine nukleare Wärmequelle, eine kohlebefeuerte Wärmequelle, eine Gasturbinen-Wärmequelle und/oder irgendeine sonstige Wärmequelle, die dem Strang 100 ermöglicht, in der hierin beschriebenen Weise zu funktionieren, enthalten. In der beispielhaften Ausführungsform kann die HRSG-Anordnung 104 einen Multidruck-HRSG mit einem Vorratsbehälter zur Aufnahme eines Arbeitsfluids (z.B. flüssigen Wassers) enthalten. In anderen Ausführungsformen kann die HRSG-Anordnung 104 eine beliebige geeignete Anzahl von HRSGs jeder beliebigen geeigneten Bauart enthalten, die dem Strang 104 ermöglichen, in der hierin beschriebenen Weise zu funktionieren. In der beispielhaften Ausführungsform ist die HRSG-Anordnung 104 mit der Wärmequellenanordnung 102 über wenigstens eine Wärmeübertragungsleitung bzw. -strecke 112 gekoppelt, die die Leitung von Wärme von der Wärmequellenanordnung 102 zu der HRSG-Anordnung 104 ermöglicht. Die HRSG-Anordnung 104 ist ferner mit der Dampfturbinenanordnung 106 über wenigstens eine Dampfleitung 114 strömungsmässig verbunden, die eine Leitung von Dampf von der HRSG-Anordnung 104 zu der Dampfturbinenanordnung 106 ermöglicht.

[0009] In der beispielhaften Ausführungsform enthält die Dampfturbinenanordnung 106 eine Hochdruck-Turbinenanordnung (HD-Turbinenanordnung) 116, eine Mitteldruck-Turbinenanordnung (MD-Turbinenanordnung) 118 und eine Niederdruck-Turbinenanordnung (ND-Turbinenanordnung) 120 in serieller Strömungsanordnung. In einigen Ausführungsformen kann die ND-Turbinenanordnung 120 geeignet in eine beliebige Anzahl von ND-Turbinenabschnitten (z.B. einen Doppelfluss-ND-Turbinenabschnitt) unterteilt sein. Optional kann die Dampfturbinenanordnung 106 keine MD-Turbinenanordnung 118 enthalten, so dass die HD-Turbinenanordnung 116 und die ND-Turbinenanordnung 120 in direkter Strömungsverbindung miteinander gekoppelt sind. In der beispielhaften Ausführungsform ist die ND-Turbinenanordnung 120 mit der Kondensatoranordnung 108 über wenigstens eine Auslassleitung 122 strömungsmässig verbunden, und die Dampfturbinenanordnung 106 ist mit der Primärantreibsanordnung 110 über wenigstens eine Antriebswelle 124 betriebsmässig gekoppelt. Die Kondensatoranordnung 108 ist mit der HRSG-Anordnung 104 über wenigstens eine Kondensatübertragungsleitung 126 in Strömungsverbindung gekoppelt, um ein Pumpen von Kondensat von der Kondensatoranordnung 108 zu der HRSG-Anordnung 104 mittels einer beliebigen geeigneten Pumpe 128 zu ermöglichen. In der beispielhaften Ausführungsform enthält die Kondensatoranordnung 108 einen Flüssigkeits-Luft-Wärmetauscher mit einer beliebigen geeigneten Anzahl von hindurchführenden Kühlrohren 130, wobei jedes Kühlrohr 130 ein beliebiges geeignetes Kühlmittel (z.B. eine Flüssigkeit, ein Gas etc.) durch die Kondensatoranordnung 108 hindurch von einer Kühlmittelquelle 132 (z.B. einem Teich oder See, einem Kühlturm etc.) aus mittels einer Pumpe 138 leitet, wie dies in Einzelheiten nachstehend beschrieben ist.

[0010] Im Betrieb erzeugt die Wärmequellenanordnung 102 Wärme, die über die Wärmeübertragungsstrecke 112 zu der HRSG-Anordnung 104 geführt wird, wodurch das Arbeitsfluid (z.B. das Flüssigwasser) innerhalb der HRSG-Anordnung 104 erhitzt wird, um darin Dampf zu erzeugen. Der Dampf wird von der HRSG-Anordnung 104 über die Dampfleitung 114 in die Dampfturbinenanordnung 106 geleitet, so dass der Dampf sequentiell durch die HD-Turbinenanordnung 116, die MD-Turbinenanordnung 118 und die ND-Turbinenanordnung 120 befördert wird, um das Antreiben der HD-Turbinenanordnung 116, der MD-Turbinenanordnung 118 bzw. der ND-Turbinenanordnung 120 zu ermöglichen und die Primärantreibsanordnung 110 über die Antriebswelle 124 zu betreiben, um Strom zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen kann der aus der HD-Turbinenanordnung 116 austretende Dampf von der HD-Turbinenanordnung 116 über eine erste Nacherwärmungsleitung 134 zurück in die HRSG-Anordnung 104 geleitet werden, um in der HRSG-Anordnung 104 wiedererwärmt zu werden, und er kann anschliessend von der HRSG-Anordnung 104 in die MD-Turbinenanordnung 118 über eine zweite Nacherwärmungsleitung 136 geleitet werden, so dass eine Verbesserung der Betriebseffizienz der Dampfturbinenanordnung 106 ermöglicht wird (d.h., die Dampfturbinenanordnung 106 kann wenigstens einen «Zwischenüberhitzungszyklus» bzw. «Nacherhitzungszyklus» aufweisen). Nachdem der Dampf durch die ND-Turbinenanordnung 120 geströmt ist, wird der Dampf über die Auslassleitung 122 in die Kondensatoranordnung 108 abgegeben, worin Wärme von dem Dampf auf das Kühlmittel übertragen wird, das durch die Kühlrohre 130 strömt, wodurch der Dampf in der Kondensatoranordnung 108 kondensiert, um ein Kondensat (z.B. flüssiges Wasser) in der Kondensatoranordnung 108 zu erzeugen. Das Kondensat wird anschliessend über die Kondensatübertragungsleitung 126 mittels der Pumpe 128 zurück zu der HRSG-Anordnung 104 gepumpt, um in der HRSG-Anordnung 104 wiedererhitzt und erneut durch den Strang 100 umgewälzt zu werden.

[0011] Fig. 2 veranschaulicht eine Ausführungsform eines Kraftwerkssystems 200, das einen ersten Dampfturbinenstrang 400 und einen zweiten Dampfturbinenstrang 500 enthält, die dem in Fig. 1 veranschaulichten Strang 100 im Wesentlichen ähnlich sind, wobei ähnliche Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen, wie sie in Fig. 1 verwendet werden, bezeichnet sind. In anderen Ausführungsformen kann das Kraftwerkssystem 200 eine beliebige geeignete Anzahl von Dampfturbinensträngen (z.B. drei Stränge, vier Stränge fünf Stränge, etc.) enthalten, die dem Kraftwerkssystem 200 ermöglicht, in der hierin beschriebenen Weise zu funktionieren.

[0012] In der beispielhaften Ausführungsform des ersten Strangs 400 enthält die Wärmequellenanordnung 102 eine erste Gasturbine 402 und eine zweite Gasturbine 404 (d.h., der erste Strang 400 ist in einer Kombizyklus-Konfiguration ein-

gerichtet), und die HRSG-Anordnung 104 enthält einen ersten HRSG 406 und einen zweiten HRSG 408. In anderen Ausführungsformen kann der erste Strang 400 eine beliebige geeignete Anzahl von HRSGs enthalten, die durch eine beliebige geeignete Anzahl von Gasturbinen und/oder irgendeine andere geeignete Wärmequelle erwärmt werden. In der beispielhaften Ausführungsform ist die erste Gasturbine 402 mit einem ersten elektrischen Generator 414 über eine erste Antriebswelle 416 betriebsmässig gekoppelt und mit dem ersten HRSG 406 über eine erste Wärmeübertragungsleitung 418 strömungsmässig verbunden. Die zweite Gasturbine 404 ist mit einem zweiten elektrischen Generator 420 über eine zweite Antriebswelle 422 betriebsmässig gekoppelt und mit dem zweiten HRSG 408 über eine zweite Wärmeübertragungsleitung 424 strömungsmässig verbunden. In einigen Ausführungsformen des ersten Strangs kann/können entweder die erste Gasturbine 402 und/oder die zweite Gasturbine 404 gemeinsam mit der Dampfturbinenanordnung 106 an die Primärtriebsanordnung 110 betriebsmässig angekoppelt sein, so dass die erste Gasturbine 402, die zweite Gasturbine 404 und/oder die Dampfturbinenanordnung 106 es ermöglichen, gemeinsam die Primärtriebsanordnung 110 anzutreiben (z.B. kann der erste Strang 400 eine «Einzelwellen-Kombizyklus»-Anordnung aufweisen). Alternativ kann/können die erste Gasturbine 402 und/oder die zweite Gasturbine 404 mit einer beliebigen geeigneten Vorrichtung (z.B. einer mechanischen Antriebsvorrichtung, wie beispielsweise einer Pumpe, einem Propeller, einem Verdichter, etc.) über die erste Antriebswelle 416 und/oder die zweite Antriebswelle 422 betriebsmässig gekoppelt sein.

[0013] In der beispielhaften Ausführungsform enthält die Dampfturbinenanordnung 106 des ersten Strangs 400 eine erste Dampfturbine 410, und die Kondensatoranordnung 108 des ersten Strangs 400 enthält einen ersten Kondensator 412. Die HD-Turbinenanordnung 116 der ersten Dampfturbine 410 enthält einen ersten HD-Turbinenabschnitt 430, und die MD-Turbinenanordnung 118 der ersten Dampfturbine 410 enthält einen ersten MD-Turbinenabschnitt 432. Die ND-Turbinenanordnung 120 der ersten Dampfturbine 410 enthält einen ersten ND-Turbinenabschnitt 434 und einen zweiten ND-Turbinenabschnitt 436. In anderen Ausführungsformen kann die ND-Turbinenanordnung 120 der ersten Dampfturbine 410 eine beliebige geeignete Anzahl von ND-Turbinenabschnitten aufweisen. In der beispielhaften Ausführungsform sind der erste HRSG 406 und der zweite HRSG 408 mit der ersten Dampfturbine 410 über eine erste Dampfleitung 426 bzw. eine zweite Dampfleitung 428 strömungsmässig verbunden, und der erste Kondensator 412 ist mit dem ersten HRSG 406 und dem zweiten HRSG 408 über eine erste Kondensatübertragungsleitung 440 bzw. eine zweite Kondensatübertragungsleitung 442 strömungsmässig verbunden.

[0014] In der beispielhaften Ausführungsform des zweiten Strangs 500 enthält die Wärmequellenanordnung 102 eine dritte Gasturbine 502 und eine vierte Gasturbine 504 (d.h., der zweite Strang 500 ist in einer Kombizyklus-Konfiguration eingerichtet), und die HRSG-Anordnung 104 enthält einen dritten HRSG 506 und einen vierten HRSG 508. In anderen Ausführungsformen kann der zweite Strang 500 eine beliebige geeignete Anzahl von HRSGs enthalten, die durch eine beliebige geeignete Anzahl von Gasturbinen und/oder eine beliebige sonstige geeignete Wärmequelle erhitzt werden. In der beispielhaften Ausführungsform ist die dritte Gasturbine 502 mit einem dritten elektrischen Generator 514 über eine dritte Antriebswelle 516 betriebsmässig gekoppelt und mit dem dritten HRSG 506 über eine dritte Wärmeübertragungsleitung 518 strömungsmässig verbunden. Die vierte Gasturbine 504 ist mit einem vierten elektrischen Generator 520 über eine vierte Antriebswelle 522 betriebsmässig gekoppelt und mit dem vierten HRSG 508 über eine vierte Wärmeübertragungsleitung 524 strömungsmässig verbunden. In einigen Ausführungsformen des zweiten Strangs 500 kann/können entweder die dritte Gasturbine 502 und/oder die vierte Gasturbine 504 gemeinsam mit der Dampfturbinenanordnung 106 an die Primärtriebsanordnung 110 betriebsmässig angekoppelt sein, so dass die dritte Gasturbine 502, die vierte Gasturbine 504 und/oder die Dampfturbinenanordnung 106 es ermöglichen, gemeinsam die Primärtriebsanordnung 110 anzutreiben (z.B. kann der zweite Strang 500 eine «Einzelwellen-Kombizyklus»-Anordnung aufweisen). Alternativ kann/können die dritte Gasturbine 502 und/oder die vierte Gasturbine 504 mit einer beliebigen geeigneten Vorrichtung (z.B. einer mechanischen Antriebsvorrichtung wie beispielsweise einer Pumpe, einem Propeller, einem Verdichter, etc.) über die dritte Antriebswelle 516 bzw. die vierte Antriebswelle 522 betriebsmässig gekoppelt sein.

[0015] In der beispielhaften Ausführungsform enthält die Dampfturbinenanordnung 106 des zweiten Strangs 500 eine zweite Dampfturbine 510, und die Kondensatoranordnung 108 des zweiten Strangs 500 enthält einen zweiten Kondensator 512. Die HD-Turbinenanordnung 116 der zweiten Dampfturbine 510 enthält einen zweiten HD-Turbinenabschnitt 530, und die MD-Turbinenanordnung 118 der zweiten Dampfturbine 510 enthält einen zweiten MD-Turbinenabschnitt 532. Die ND-Turbinenanordnung 120 der zweiten Dampfturbine 510 enthält einen dritten ND-Turbinenabschnitt 534 und einen vierten ND-Turbinenabschnitt 536. In anderen Ausführungsformen kann die ND-Turbinenanordnung 120 der zweiten Dampfturbine 510 eine beliebige geeignete Anzahl von ND-Turbinenabschnitten aufweisen. In der beispielhaften Ausführungsform sind der dritte HRSG 506 und der vierte HRSG 508 mit der zweiten Dampfturbine 510 über eine dritte Dampfleitung 526 bzw. eine vierte Dampfleitung 528 strömungsmässig verbunden, und der zweite Kondensator 512 ist mit dem dritten HRSG 506 bzw. dem vierten HRSG 508 über eine dritte Kondensatübertragungsleitung 540 bzw. eine vierte Kondensatübertragungsleitung 542 strömungsmässig verbunden. In der beispielhaften Ausführungsform erstrecken sich die Kühlrohre 130 von der Kühlmittelquelle 132 durch den Kondensator 412 hindurch, von dem Kondensator 412 durch den Kondensator 512 hindurch und von dem Kondensator 512 zurück zu der Kühlmittelquelle 132, um zu ermöglichen, das Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 in Serie durch den Kondensator 412 und den Kondensator 512 mittels der Pumpe 138 zu befördern.

[0016] Wenn das Kraftwerkssystem 200 im Einsatz ist, betreiben die erste Gasturbine 402, die zweite Gasturbine 404, die dritte Gasturbine 502 und die vierte Gasturbine 504 gleichzeitig den ersten elektrischen Generator 414, den zweiten elektrischen Generator 420, den dritten elektrischen Generator 514 bzw. den vierten elektrischen Generator 520 über die

erste Antriebswelle 416, die zweite Antriebswelle 422, die dritte Antriebswelle 516 bzw. die vierte Antriebswelle 522. Die erste Gasturbine 402 gibt heisse Gase in den ersten HRSG 406 über die erste Wärmeübertragungsleitung 418 aus, und die zweite Gasturbine 404 gibt heisse Gase in den zweiten HRSG 408 über die zweite Wärmeübertragungsleitung 424 aus. Die dritte Gasturbine 502 gibt heisse Gase in den dritten HRSG 506 über die dritte Wärmeübertragungsleitung 518 aus, und die vierte Gasturbine 504 gibt heisse Gase in den vierten HRSG 508 über die vierte Wärmeübertragungsleitung 524 aus. Als solche erhitzen der erste HRSG 406, der zweite HRSG 408, der dritte HRSG 506 und der vierte HRSG 508 gleichzeitig das darin aufgenommene Arbeitsfluid (z.B. flüssiges Wasser), um Dampf zu erzeugen.

[0017] Der erste HRSG 406 und der zweite HRSG 408 erzeugen Dampf, der über die erste Dampfleitung 406 bzw. die zweite Dampfleitung 428 in die erste Dampfturbine 410 geleitet wird. Insbesondere wird der in dem ersten HRSG 406 und dem zweiten HRSG 408 erzeugte Dampf durch den ersten HD-Turbinenabschnitt 430 und den ersten MD-Turbinenabschnitt 432 geleitet, und er wird anschliessend in einen ersten Dampfanteil, der durch den ersten ND-Turbinenabschnitt 434 geleitet wird, und einen zweiten Dampfanteil aufgeteilt, der durch den zweiten ND-Turbinenabschnitt 436 geleitet wird, wodurch die Primärtriebsanordnung 110 des Strangs 400 über die Antriebswelle 124 angetrieben wird, um Strom zu erzeugen. In anderen Ausführungsformen kann der erste Strang 400 wenigstens einen Nacherwärmungszyklus, wie in Fig. 1 veranschaulicht und vorstehend beschrieben, aufweisen. In der beispielhaften Ausführungsform werden der erste und der zweite Dampfanteil anschliessend aus dem ersten ND-Turbinenabschnitt 434 bzw. dem zweiten ND-Turbinenabschnitt 436 in den ersten Kondensator 412 über die Auslassleitung 122 des Strangs 400 ausgegeben. In dem ersten Kondensator 412 wird Wärme von dem Dampf auf das Kühlmittel, das durch die Kühlrohre 130 strömt, übertragen, so dass der Dampf kondensiert, um ein Kondensat (z.B. flüssiges Wasser) zu erzeugen. Das Kondensat wird durch die erste Kondensatübertragungsleitung 440 bzw. die zweite Kondensatübertragungsleitung 442 mittels der Pumpe 128 des ersten Strangs 400 zurück zu dem ersten HRSG 406 und dem zweiten HRSG 408 gepumpt, um erneut durch den ersten Strang 400 zu rezirkulieren.

[0018] Der dritte HRSG 506 und der vierte HRSG 508 erzeugen Dampf, der über die dritte Dampfleitung 526 bzw. die vierte Dampfleitung 528 in die zweite Dampfturbine 510 geleitet wird. Insbesondere wird der in dem dritten HRSG 506 und dem vierten HRSG 508 erzeugte Dampf durch den zweiten HD-Turbinenabschnitt 530 und den zweiten MD-Turbinenabschnitt 532 geleitet, und er wird anschliessend in einen ersten Dampfanteil, der durch den dritten ND-Turbinenabschnitt 534 geleitet wird, und einen zweiten Dampfanteil aufgeteilt, der durch den vierten ND-Turbinenabschnitt 536 geleitet wird, wodurch die Primärtriebsanordnung 110 des Strangs 500 über die Antriebswelle 124 angetrieben wird, um Strom zu erzeugen. In anderen Ausführungsformen kann der zweite Strang 500 wenigstens einen Nacherwärmungszyklus aufweisen, wie er in Fig. 1 veranschaulicht und vorstehend beschrieben ist. In der beispielhaften Ausführungsform werden der erste und der zweite Dampfanteil anschliessend aus dem dritten ND-Turbinenabschnitt 534 bzw. dem vierten ND-Turbinenabschnitt 536 in den zweiten Kondensator 512 über die Auslassleitung 122 des Strangs 500 ausgegeben. In dem zweiten Kondensator 512 wird Wärme von dem Dampf auf das durch die Kühlrohre 130 strömende Kühlmittel übertragen, so dass der Dampf kondensiert, um ein Kondensat (z.B. flüssiges Wasser) zu bilden. Das Kondensat wird durch die dritte Kondensatübertragungsleitung 540 bzw. die vierte Kondensatübertragungsleitung 542 mittels der Pumpe 128 des zweiten Strangs 500 zurück zu dem dritten HRSG 506 und dem vierten HRSG 508 gepumpt, um erneut durch den zweiten Strang 500 umgewälzt zu werden.

[0019] In der beispielhaften Ausführungsform wird das Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 über die Kühlrohre 130 in der Strömungsrichtung F' durch die Kondensatoren 412, 512 geleitet. Insbesondere wird das Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 durch den ersten Kondensator 412, von dem ersten Kondensator 412 durch den zweiten Kondensator 512 und von dem zweiten Kondensator 512 zurück zu der Kühlmittelquelle 132 geleitet, so dass die Kondensatoren 412, 512 das Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 in Serie zueinander bzw. hintereinander empfangen. In anderen Ausführungsformen kann das Kühlmittel, bevor es durch den ersten Kondensator 412 geleitet wird, durch den zweiten Kondensator 512 (d.h. in einer zu der Strömungsrichtung F' entgegengesetzten Richtung) geleitet werden. Alternativ kann das Kühlmittel, falls das Kraftwerkssystem 200 mehr als zwei Stränge und/oder mehr als zwei Kondensatoren enthält, durch die Kondensatoren der Stränge in jeder beliebigen geeigneten Reihenfolge geleitet werden.

[0020] Wenn das Kühlmittel hintereinander durch den ersten Kondensator 412 und den zweiten Kondensator 512 geleitet wird (d.h. anfänglich durch den ersten Kondensator 412 und anschliessend durch den zweiten Kondensator 512 strömt), ist es möglich, in jedem der Kondensatoren 412, 512 einen anderen Druck zu erhalten. Insbesondere ist es möglich, in dem ersten Kondensator 412 (d.h. dem Kondensator, in dem das Kühlmittel zuerst strömt) einen niedrigeren Druck als in dem zweiten Kondensator 512 (d.h. dem Kondensator, in dem das Kühlmittel anschliessend strömt) zu erhalten. In einer Ausführungsform ist es zum Beispiel möglich, einen Druck in dem ersten Kondensator 412 von etwa 1,1 HgA zu erhalten und in dem zweiten Kondensator 512 von etwa 1,3 HgA zu erhalten. In anderen Ausführungsformen, in denen das Kraftwerkssystem 200 einen dritten Strang mit einem dritten Kondensator enthält, ist es möglich, einen Druck in dem dritten Kondensator von etwa 1,5 HgA zu erhalten, wenn das Kühlmittel durch den ersten Kondensator 412, anschliessend durch den zweiten Kondensator 512 und danach durch den dritten Kondensator geleitet wird.

[0021] Wenn das Kühlmittel durch den ersten Kondensator 412 strömt, bevor das Kühlmittel durch den zweiten Kondensator 512 geleitet wird, wird ausserdem ermöglicht, die mittlere logarithmische Temperatur des Kühlmittels in dem ersten Kondensator 412 zu verringern, wodurch ermöglicht wird, den ersten Kondensator 412 für den niedrigeren Kondensatordruck auszugestalten. An sich ist es bei einem niedrigeren Kondensatordruck in dem ersten Kondensator 412 möglich, die

erste Dampfturbine 410 mit einem reduzierten Gegendruck auszulegen, wodurch eine grössere Leistungsabgabe für das gleiche Leistungsniveau (z.B. Wärmeversorgungsniveau) und/oder ein erhöhter Nettowirkungsgrad des kombinierten Zyklus (von z.B. etwa 0,2% in einigen Anwendungen) erhalten wird. Ausserdem ist es bei einem geringeren Kondensatordruck in dem ersten Kondensator 412 möglich, die erste Dampfturbine 410 mit einer grösseren Länge der Laufschaufeln der letzten Stufe(n) auszulegen. In einigen Ausführungsformen kann, um den verringerten Druck innerhalb des ersten Kondensators 412 zu berücksichtigen, die Pumpe 128 des ersten Strangs 400 mit einem grösseren Förderdruck ausgelegt werden, und/oder der erste Kondensator 412 kann mit einem grösseren Oberflächenbereich gestaltet sein, um die Reduktion der mittleren logarithmischen Temperaturdifferenz zwischen den Kondensatoren 412, 512 zu berücksichtigen.

[0022] In einer Ausführungsform kann ein Bypassrohr 642 mit den Kühlrohren 130 zwischen dem ersten Kondensator 412 und dem zweiten Kondensator 512 gekoppelt sein um zu ermöglichen, entweder einen Teil des zwischen dem ersten Kondensator 412 und dem zweiten Kondensator 512 strömenden Kühlmittels zu der Kühlmittelquelle 132 umzuleiten (z.B. durch Öffnen eines an dem Bypassrohr 642 angeordneten Ventils) und/oder das zwischen dem ersten Kondensator 412 und dem zweiten Kondensator 512 strömende Kühlmittel durch zusätzliches Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 zu ergänzen (z.B. durch Betreiben einer Pumpe 644, die an dem Bypassrohr 642 positioniert ist), so dass eine Differenz bei der Geschwindigkeit in dem Ringraum der Laufschaufeln der letzten Stufe(n) und/oder dem Abgasverlust an den Laufschaufeln der letzten Stufe(n) zwischen dem ersten Strang 400 und dem zweiten Strang 500 erreicht werden kann, wodurch einem Bediener ermöglicht wird, einen mittleren Abgasverlust an den Laufschaufeln der letzten Stufe(n) in dem Kraftwerkssystem 200 zu minimieren und einen durchschnittlichen Betriebswirkungsgrad des Kraftwerkssystems 200 bei jeder beliebigen Betriebslast des Kraftwerkssystems 200 (d.h. unter Grundlast, unter Teillast etc.) zu verbessern.

[0023] Die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme ermöglichen es, einen niedrigeren Kondensatordruck in einem Dampfturbinenstrang zu erhalten. Insbesondere ermöglichen die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme es, in wenigstens einem von mehreren, unabhängigen Kondensationsdampfturbinensträngen durch Verringerung des Kondensatordrucks in wenigstens einem der Dampfturbinenstränge einen geringeren Gegendruck zu erhalten. An sich ermöglichen die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme es, die Leistungsabgabe- und Effizienzfähigkeiten grösserer Kraftwerkssysteme zu steigern.

[0024] Vorstehend sind beispielhafte Ausführungsformen eines Dampfturbinenkraftwerkssystems und eines Verfahrens zur Montage desselben in Einzelheiten beschrieben. Die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme sind nicht auf die hier beschriebenen speziellen Ausführungen beschränkt, so dass vielmehr Komponenten der Verfahren und Systeme unabhängig und gesondert von anderen hierin beschriebenen Komponenten eingesetzt werden können. Zum Beispiel können die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme andere Anwendungen finden, die nicht auf eine Umsetzung im Zusammenhang mit Kombizyklus-Kraftwerkssystemen, wie hierin beschrieben, beschränkt sind. Vielmehr können die hierin beschriebenen Verfahren und Systeme in Verbindung mit verschiedenen weiteren Kraftwerkssystemen realisiert und verwendet werden.

[0025] Während die Erfindung anhand verschiedener spezieller Ausführungsformen beschrieben worden ist, werden Fachleute auf dem Gebiet erkennen, dass die Erfindung innerhalb des Rahmens und Schutzzumfangs der Ansprüche mit Modifikationen ausgeführt werden kann.

[0026] Es ist ein Dampfturbinenkraftwerkssystem 200 zur Verwendung mit einer Kühlmittelquelle 132 geschaffen. Das Kraftwerkssystem enthält einen ersten Dampfturbinenstrang 400, der eine erste Hochdruck-Turbinenanordnung 116, eine erste Niederdruck-Turbinenanordnung 120, die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen ersten Kondensator 412 enthält, der mit der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, einen zweiten Dampfturbinenstrang 500, der eine zweite Hochdruck-Turbinenanordnung, eine zweite Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen zweiten Kondensator 512 enthält, der mit der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und Kühlrohre 130, die mit dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator verbunden sind, wobei die Kühlrohre konfiguriert sind, um ein Kühlmittel von der Kühlmittelquelle 132 durch den ersten Kondensator, von dem ersten Kondensator durch den zweiten Kondensator und von dem zweiten Kondensator zurück zu der Kühlmittelquelle zu führen.

Bezugszeichenliste

[0027]

- 100 Strang
- 102 Wärmequellenanordnung
- 104 Abhitzedampferzeugeranordnung (HRSG-Anordnung)
- 106 Dampfturbinenanordnung
- 108 Kondensatoranordnung
- 110 Primärtriebsanordnung

112	Wärmeübertragungsleitung
114	Dampfleitung
116	Hochdruck-Turbinenanordnung (HD-Turbinenanordnung)
118	Mitteldruck-Turbinenanordnung (MD-Turbinenanordnung)
120	Niederdruck-Turbinenanordnung (ND-Turbinenanordnung)
122	Auslassleitung
124	Antriebswelle
126	Kondensatübertragungsleitung
128	Pumpe
130	Kühlrohr
132	Kühlmittelquelle
134	Erste Nacherwärmungsleitung
136	Zweite Nacherwärmungsleitung
138	Pumpe
200	Kraftwerkssystem
400	Erster Strang
402	Erste Gasturbine
404	Zweite Gasturbine
406	Erster HRSG
408	Zweiter HRSG
410	Erste Dampfturbine
412	Erster Kondensator
414	Erster elektrischer Generator
416	Erste Antriebswelle
418	Erste Wärmeübertragungsleitung
420	Zweiter elektrischer Generator
422	Zweite Antriebswelle
424	Zweite Wärmeübertragungsleitung
426	Erste Dampfleitung
428	Zweite Dampfleitung
430	Erster HD-Turbinenabschnitt
432	Erster MD-Turbinenabschnitt
434	Erster ND-Turbinenabschnitt
436	Zweiter ND-Turbinenabschnitt
440	Erste Kondensatübertragungsleitung
442	Zweite Kondensatübertragungsleitung

- 500 Zweiter Strang
- 502 Dritte Gasturbine
- 504 Vierte Gasturbine
- 506 Dritter HRSG
- 508 Vierter HRSG
- 510 Zweite Dampfturbine
- 512 Zweiter Kondensator
- 514 Dritter elektrischer Generator
- 516 Dritte Antriebswelle
- 518 Dritte Wärmeübertragungsleitung
- 520 Vierter elektrischer Generator
- 522 Vierte Antriebswelle
- 524 Vierte Wärmeübertragungsleitung
- 526 Dritte Dampfleitung
- 528 Vierte Dampfleitung
- 530 Zweiter HD-Turbinenabschnitt
- 532 Zweiter MD-Turbinenabschnitt
- 534 Dritter ND-Turbinenabschnitt
- 536 Vierter ND-Turbinenabschnitt
- 540 Dritte Kondensatübertragungsleitung
- 542 Vierte Kondensatübertragungsleitung
- 642 Bypassrohr
- 644 Pumpe

Patentansprüche

1. Dampfturbinenkraftwerkssystem (200) mit einer einzigen Kühlmittelquelle (132), wobei das Kraftwerkssystem aufweist:
einen ersten Dampfturbinenstrang (400), der eine erste Hochdruck-Turbinenanordnung (116), eine erste Niederdruck-Turbinenanordnung (120), die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen ersten Kondensator (412) aufweist, der mit der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist;
einen zweiten Dampfturbinenstrang (500), der eine zweite Hochdruck-Turbinenanordnung, eine zweite Niederdruck-Turbinenanordnung, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist, und einen zweiten Kondensator (512) aufweist, der mit der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung strömungsmässig verbunden ist; und
Kühlrohre (130), die mit dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator gekoppelt sind, wobei die Kühlrohre konfiguriert sind, um ein Kühlmittel von der einzigen Kühlmittelquelle (132) durch den ersten Kondensator, von dem ersten Kondensator durch den zweiten Kondensator und von dem zweiten Kondensator zurück zu der einzigen Kühlmittelquelle zu führen.
2. System (200) nach Anspruch 1, das ferner ein Bypassrohr (642) aufweist, das mit den Kühlmittelrohren (130) zwischen dem ersten Kondensator (412) und dem zweiten Kondensator (512) derart gekoppelt ist, dass das Bypassrohr eingerichtet ist, um einen Teil des zwischen dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator strömenden Kühlmittels zu der Kühlmittelquelle (132) umzuleiten.
3. System (200) nach Anspruch 1, das ferner ein Bypassrohr (642) aufweist, das mit den Kühlmittelrohren (130) zwischen dem ersten Kondensator (412) und dem zweiten Kondensator (512) gekoppelt ist, so dass das Bypassrohr eingerichtet

ist, um das zwischen dem ersten Kondensator und dem zweiten Kondensator strömende Kühlmittel durch zusätzliches Kühlmittel von der Kühlmittelquelle (132) zu ergänzen.

4. System (200) nach Anspruch 1, wobei der erste Dampfturbinenstrang (400) eine erste Primärtriebsanordnung (110) aufweist, die mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung (116) und/oder der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung (120) betriebsmässig gekoppelt ist.
5. System (200) nach Anspruch 1, wobei die erste Niederdruck-Turbinenanordnung (120) einen ersten Niederdruck-Turbinenabschnitt (434) und einen zweiten Niederdruck-Turbinenabschnitt (436) aufweist, wobei der erste Niederdruck-Turbinenabschnitt und der zweite Niederdruck-Turbinenabschnitt mit dem ersten Kondensator (412) strömungsmässig verbunden sind.
6. System (200) nach Anspruch 4, wobei der erste Dampfturbinenstrang (400) eine erste Abhitzedampferzeugeranordnung (406) und eine erste Wärmequellenanordnung (162) aufweist, wobei die erste Abhitzedampferzeugeranordnung mit der ersten Hochdruck-Turbinenanordnung (116) und der ersten Niederdruck-Turbinenanordnung (120) strömungsmässig verbunden ist, wobei die erste Wärmequellenanordnung mit der ersten Abhitzedampferzeugeranordnung strömungsmässig verbunden ist.
7. System (200) nach Anspruch 4, wobei der zweite Dampfturbinenstrang (500) eine zweite Primärtriebsanordnung aufweist, die mit der zweiten Hochdruck-Turbinenanordnung und/oder der zweiten Niederdruck-Turbinenanordnung betriebsmässig verbunden ist.
8. System (200) nach Anspruch 6, wobei die erste Wärmequellenanordnung (102) eine erste Gasturbine (402) aufweist, wobei die erste Gasturbine mit der ersten Abhitzedampferzeugeranordnung (406) strömungsmässig verbunden ist, um das Leiten von Abgas von der ersten Gasturbine zu der ersten Abhitzedampferzeugeranordnung zu ermöglichen.
9. System (200) nach Anspruch 8, das ferner wenigstens entweder einen elektrischen Generator (412) und/oder eine mechanische Antriebsvorrichtung aufweist, der bzw. die mit der ersten Gasturbine (402) betriebsmässig verbunden ist.
10. System (200) nach Anspruch 8, wobei die erste Gasturbine (402) mit der ersten Primärtriebsanordnung (110) betriebsmässig gekoppelt ist.

FIG. 1

