

(19)



(11)

EP 3 857 032 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.09.2022 Patentblatt 2022/38

(21) Anmeldenummer: **19733695.1**

(22) Anmeldetag: **18.06.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01K 13/00^(2006.01) F01K 23/06^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F01K 13/00; F01K 23/064; Y02E 20/32

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2019/066097

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2020/064156 (02.04.2020 Gazette 2020/14)

(54) **VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES KRAFTWERKES ZUR ERZEUGUNG VON ELEKTRISCHER ENERGIE DURCH VERBRENNUNG EINES KOHLENSTOFFHALTIGEN BRENNSTOFFS UND ENTSPRECHENDES SYSTEM ZUM BETREIBEN EINES KRAFTWERKES**

METHOD FOR OPERATING A POWER PLANT IN ORDER TO GENERATE ELECTRICAL ENERGY BY COMBUSTION OF A CARBONACEOUS COMBUSTIBLE, AND CORRESPONDING SYSTEM FOR OPERATING A POWER PLANT

PROCÉDÉ D'EXPLOITATION D'UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE EN VUE DE LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PAR COMBUSTION D'UN COMBUSTIBLE CONTENANT DU CARBONE ET SYSTÈME CORRESPONDANT D'EXPLOITATION D'UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE

(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

(30) Priorität: **24.09.2018 DE 102018123417**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.08.2021 Patentblatt 2021/31

(73) Patentinhaber: **RWE Power AG**
45141 Essen (DE)

(72) Erfinder:
• **MOSER, Peter**
50859 Köln (DE)

- **WIECHERS, Georg**
40723 Hilden (DE)
- **SCHMIDT, Sandra**
42389 Wuppertal (DE)
- **STAHL, Knut**
59071 Hamm (DE)

(74) Vertreter: **Keenway Patentanwälte Neumann**
Heine Taruttis
PartG mbB
Postfach 10 33 63
40024 Düsseldorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
DE-A1-102006 034 712 DE-A1-102011 013 922
US-A1- 2016 237 858

EP 3 857 032 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerkes zur Erzeugung von elektrischer Energie zur Abgabe an mindestens einen Verbraucher durch Verbrennung eines kohlenstoffhaltigen Brennstoffs mit einer Kohlendioxidabscheidung und ein entsprechendes System zum Betreiben eines solchen Kraftwerkes.

[0002] Kraftwerke zur Erzeugung von elektrischer Energie durch Verbrennung kohlenstoffhaltiger Brennstoffe sind seit langem bekannt. Es wird angenommen, dass das dabei entstehenden Kohlendioxid (CO_2) einen relevanten Anteil an der zu beobachtenden Erwärmung der Erdatmosphäre hat. Um die Emission von Kohlendioxid durch fossil befeuerte Kraftwerke zu reduzieren wird in vielen Ländern angestrebt, fossile Energie, also Energie, die durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe wie insbesondere Kohle, Erdöl oder Erdgas, entsteht, zumindest teilweise durch regenerative Energien, beispielsweise aus Windenergieanlagen, Photovoltaikanlagen, der Verstromung von Biomasse und/oder aus der Nutzung von Wasserkraft, zu ersetzen. Diese Energien sind jedoch stark fluktuierend und abhängig von Umweltbedingungen, auf die nur bedingt Einfluss genommen werden kann. Gleichzeitig ist die Netzstabilität im Stromnetz von entscheidender Bedeutung, da Änderungen der Netzfrequenz durch Fluktuationen in der Stromerzeugung zu Ausfällen und zu teils erheblichen Schäden führen können. Dies ist insbesondere dann problematisch, wenn Lastspitzen und/oder eine plötzliche Reduktion der in das entsprechende Stromnetz eingespeisten elektrischen Energie vorliegen. Dies hat in vielen Ländern zu der Entscheidung geführt, zumindest einen Teil der notwendigen Energie zumindest für einen gewissen Zeitraum weiterhin aus fossilen Energieträgern zu erzeugen.

[0003] Um die Emission des dabei entstehenden Kohlendioxids zu reduzieren ist es weiterhin bekannt, Kohlendioxid aus dem Rauchgas eines fossil befeuerten Kraftwerks abzuscheiden und das erzeugte Kohlendioxid entweder zu speichern oder weiterzuverwenden. So ist es beispielsweise aus der DE 10 2010 010 540 A bekannt, ein mit Braunkohle befeuertes Dampfturbinenkraftwerk mit einer Gaswäsche zur Abscheidung von Kohlendioxid zu kombinieren und die Gaswäsche und eine Trocknung der Braunkohle so zu betreiben, dass ein Teil der Abwärme der Gaswäsche und/oder der Trocknung für die Vorwärmung von Verbrennungsluft und/oder des Kesselspeisewassers genutzt wird. Trotz der durch den in diesem Dokument beschriebenen Effizienzsteigerung besteht weiterhin das Bedürfnis, den Gesamtwirkungsgrad eines fossil befeuerten Kraftwerks mit anschließender Kohlendioxidabscheidung zu verbessern, um die an die Atmosphäre abgegebene Menge des Kohlendioxids weiter zu verringern. Ähnliche Prozesse sind aus der DE 10 2011 013 922 A1 und der US 2016/0237858 A1 bekannt.

[0004] Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Er-

findung die Aufgabe zugrunde, die aus dem Stand der Technik bekannten Nachteile zumindest teilweise zu überwinden und insbesondere eine Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades eines Kraftwerkes mit nachgelagerter Kohlendioxidabscheidung zu erreichen.

[0005] Diese Aufgaben werden gelöst durch die unabhängigen Ansprüche. Abhängige Ansprüche sind auf vorteilhafte Weiterbildungen gerichtet. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den abhängigen Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung definieren. Darüber hinaus werden die in den Patentansprüchen angegebenen Merkmale in der Beschreibung näher präzisiert und erläutert, wobei weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung dargestellt werden.

[0006] Das erfindungsgemäße Verfahren wird in Anspruch 1 definiert.

[0007] Unter einem Kohlenstoffhaltigen Brennstoff werden bevorzugt fossile Brennstoffe wie Kohle, insbesondere Braunkohle oder Steinkohle, Erdöl und/oder Erdgas, sowie Biomasse und Reststoffe wie Teere, Müll und/oder Produktionsabfälle verstanden. Die Ausbildung einer Wärmekraftmaschine zur Erzeugung von elektrischer Energie erlaubt insbesondere eine Erhöhung der Stromabgabe des Systems aus Kraftwerk und Wärmekraftmaschine bei Lastspitzen. Eine Wärmekraftmaschine ist schnell anfahrbar und ist in Bezug auf die abgegebene Strommenge in weiten Bereichen steuerbar, was für übliche fossil befeuerte Kraftwerke nicht oder nur eingeschränkt gilt. Dadurch ist es möglich, bei Lastspitzen und/oder beim Einbruch der in ein Stromnetz eingespeisten Energie insbesondere aus regenerativen Energiequellen schnell zu reagieren, um so die Netzstabilität zu gewährleisten.

[0008] Gleichzeitig erlaubt die Entstehung von warmem Abgas in der Wärmekraftmaschine eine flexible Nutzung der darin enthaltenen thermischen Energie zur weiteren Erhöhung des Wirkungsgrades des Gesamtsystems aus Kraftwerk, Kohlendioxidabscheidung, Kraftstoffsynthese und gegebenenfalls weiteren Komponenten wie einer Brennstoffaufbereitung oder Brennstofftrocknung.

[0009] Unter dem Anwärmen einer Verbrennungsluft eines Kraftwerks wird insbesondere verstanden, dass die in einer Feuerung des Kraftwerkes, beispielsweise einer Kohlenstaubfeuerung, eingesetzte Verbrennungsluft vor Einströmen in die Feuerung erwärmt wird. Hierbei kann das Anwärmen in einem Luftvorwärmer erfolgen, der beispielsweise durch Rauchgas des Kraftwerkes betrieben wird und dem nun zumindest zeitweise Abgas der Wärmekraftmaschine zugeführt wird, so dass die Temperatur und/oder der Volumenstrom des Gemisches von Rauchgas und Abgas erhöht werden kann.

[0010] Unter dem Anwärmen des Prozessmediums des Kraftwerks wird insbesondere die Anwärmung von Wasser verstanden, welches zur Dampferzeugung durch die Feuerung des Kraftwerkes erhitzt wird und wel-

ches beispielsweise nach Durchströmen der Feuerung als Dampf unter Druck mindestens einer Turbine zur Entspannung bei gleichzeitiger Stromerzeugung zugeführt wird.

[0011] Unter dem Einsatz in einer Trocknung des Brennstoffs des Kraftwerks wird verstanden, dass die Abwärme des Abgases der Wärmekraftmaschine in der Trocknung des Brennstoffs eingesetzt wird. Dies ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn ein kohlenbefeuertes Kraftwerk betrachtet wird, da insbesondere Braunkohle vor der Verstromung trocknen muss. Insbesondere bei staubbefeuerten Kraftwerken kann die Trocknung auch eine Mahlung umfassen. Auch bei der Verstromung von Biomasse ist es vorteilhaft möglich, diese vor Zuführung zur Feuerung zumindest teilweise durch die Abwärme der Wärmekraftmaschine zu trocknen.

[0012] Unter dem Einsatz in einer Kohlendioxid-Abscheidung wird insbesondere verstanden, dass die Abwärme als Wärmequelle in einem solchen Kohlendioxid-Abscheidungsprozess dient. Insbesondere in einem zyklischen Absorptions-Desorptions-Prozess kann die Abwärme die Aufheizung eines Lösungsmittelstroms zumindest teilweise mit Energie versorgen, so dass ein Eintrag anderer Energie, beispielsweise über heißen Dampf, reduziert werden kann.

[0013] Die genannten Maßnahmen führen jeweils zu einer zu einer Reduktion der Energie, die aus anderen Quellen zuzuführen ist. Dadurch erhöht sich der Gesamtwirkungsgrad des Gesamtsystems.

[0014] Bevorzugt ist eine Ausgestaltung, bei der das Abgas dem Rauchgas des Kraftwerks zugeführt wird.

[0015] Rauchgas und zumindest ein Teil des Abgases werden somit gemischt. Da dem Rauchgas regelmäßig aus Gründen der Effizienzsteigerung zumindest ein Teil seiner Abwärme entnommen wird, kann so in einfacher Weise eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Gesamtsystems erreicht werden, da durch die Zumischung des Abgases eine Anpassung der Temperatur des Gemisches, bevorzugt eine Erhöhung der Temperatur des Gemisches, erreicht werden kann und eine thermische Nutzung in bereits bestehenden Einrichtungen wie Wärmeaustauschern erfolgen kann. Die Zumischung zum Rauchgas erfolgt dabei auch bevorzugt nachdem bereits ein Teil der Abwärme des Abgases für mindestens einen der Prozesse a) bis d) verwendet wurde.

[0016] Bevorzugt ist es in diesem Zusammenhang, dass das Abgas dem Rauchgas zugeführt wird, bevor dieses zumindest einem der folgenden Prozesse zugeführt wird:

- i) einem Anwärmen der Verbrennungsluft des Kraftwerkes;
- ii) einem Anwärmen mindestens eines Prozessmediums des Kraftwerkes; und
- iii) einer Kohlendioxidabscheidung.

[0017] Grundsätzlich umfasst das Prozessmedium bevorzugt Wasser und/oder Wasserdampf. Wasserdampf

und Wasser werden regelmäßig im Kreislauf als Prozessmedium durch die Feuerung des Kraftwerkes erwärmt, um durch den erzeugten unter Druck stehenden Wasserdampf mindestens eine Turbine zur Stromerzeugung anzutreiben, wodurch der Dampf entspannt und gegebenenfalls zumindest teilweise zu Wasser kondensiert wird, welches dann wieder erwärmt und verdampft wird. Durch die Durchführung einer Kohlendioxidabscheidung zur Abscheidung des Kohlendioxids aus dem Rauchgas und dem Abgas kann ein Kohlendioxidkreislauf erreicht werden, da das Kohlendioxid aus dem Abgas, welches durch die Verbrennung des aus dem abgeschiedenen Kohlendioxid erzeugten Kraftstoffs entsteht, erneut abgeschieden werden kann.

[0018] Durch die Zumischung zumindest eines Teils des Abgases zum Rauchgas vor dem Anwärmen von Verbrennungsluft und/oder Prozessmedium kann der Wirkungsgrad des entsprechenden Prozesses und damit der Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerkes erhöht werden.

[0019] Erfindungsgemäß umfasst die Wärmekraftmaschine einen Dieselmotor und/oder einen Ottomotor.

[0020] Insbesondere ein Dieselmotor hat sich als besonders effizient erwiesen, da er einerseits mit hoher Effizienz betrieben werden kann und andererseits der Kraftstoff Dimethylether oder Methanol oder Gemischen umfassend Dimethylether und Methanol, die bevorzugt aus Kohlendioxid synthetisiert werden, direkt in diesem verbrannt werden kann. Insbesondere die Kraftstoffe Methan und Methanol können vorteilhafterweise in einem Gasmotor, insbesondere einem Gas-Ottomotor oder einem Gas-Dieselmotor, verbrannt werden. Als Verbrennungsmotor kann neben einem Dieselmotor auch bevorzugt ein Ottomotor oder ein Stirlingmotor eingesetzt werden.

[0021] Bevorzugt ist eine Verfahrensführung, bei der der Kraftstoff mindestens einen der folgenden Stoffe umfasst:

- Methanol (CH_3OH);
- Methan (CH_4); und
- Dimethylether (DME, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).

[0022] Methanol und Methan können einerseits als Grundstoffe für die Synthese anderer Kraftstoffe eingesetzt werden. Andererseits kann sowohl Methanol als auch Methan direkt in Wärmekraftmaschinen verbrannt werden. DME ist besonders bevorzugt, da DME auch als Grundstoff für die Synthese anderer Substanzen zur Verfügung steht und darüber hinaus praktisch rußfrei verbrennt. Im Vergleich zu einem Kraftwerk ohne die erfindungsgemäße Wärmekraftmaschine führt dabei die hier beschriebene Verfahrensführung neben einer Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades zu einer Reduktion der Kohlendioxidemissionen wie auch der Emissionen von Stickoxiden (NO_x) und Ruß. DME wird bevorzugt über eine katalytische Umsetzung des Kohlendioxids mit (elektrolytisch erzeugtem) Wasserstoff gewonnen.

[0023] Bevorzugt ist eine Ausgestaltung bei der der mindestens eine Verbraucher der elektrischen Energie über ein Stromnetz mit dem Kraftwerk verbunden ist.

[0024] Die Versorgung eines Stromnetzes, in dem üblicherweise mehrere elektrische Verbraucher zumindest teilweise zur Stromversorgung mit dem Kraftwerk verbunden sind, ist ein bevorzugter Anwendungsfall der vorliegenden Erfindung. Im Betrieb speist die Wärmekraftmaschine die erzeugte elektrische Energie ebenfalls zumindest teilweise in das Stromnetz ein.

[0025] Bevorzugt ist eine Verfahrensführung, bei der die Wärmekraftmaschine in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz betrieben wird.

[0026] Dies erlaubt insbesondere die Zuschaltung der Wärmekraftmaschine, wenn eine Nominalleistung des Kraftwerkes überschritten wird, also eine höhere elektrische Leistung in das Stromnetz einzuspeisen wäre, als das Kraftwerk nominal abgeben kann, also eine Spitzensituation vorliegt. Hierbei kann eine reine (binäre) Zuschaltung der Wärmekraftmaschine erfolgen, es kann jedoch auch ein Betrieb in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz erfolgen, bei der die Leistungsabgabe der Wärmekraftmaschine zumindest in Teilbereichen in Abhängigkeit von der angefragten Last im Stromnetz erfolgt. Die Wärmekraftmaschine wird also bevorzugt so betrieben, dass die von ihr abgegebene elektrische Leistung in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz definiert wird.

[0027] Ebenfalls bevorzugt ist eine Verfahrensführung, bei der die Umsetzung des Kohlendioxids in Kraftstoff in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz betrieben wird.

[0028] So kann ein Teil der durch das Kraftwerk bereitgestellten Leistung dann, wenn die Last unterhalb einer Nominalleistung des Kraftwerkes liegt, für die Synthese des Kraftstoffs eingesetzt werden.

[0029] Dies erlaubt einen Betrieb des Kraftwerkes, bei dem die Erzeugung des Kraftstoffes und der Betrieb der Wärmekraftmaschine zur Speicherung und Abgabe von Energie eingesetzt werden.

[0030] Weiterhin wird erfindungsgemäß ein System in Anspruch 8 definiert.

[0031] Bevorzugt umfasst das System weiterhin mindestens einen Mischer zur Mischung von Abgas (der Wärmekraftmaschine) und einem Rauchgas des Kraftwerks.

[0032] Die für das erfindungsgemäße Verfahren offenbarten Details und Vorteile lassen sich auf das erfindungsgemäße System übertragen und anwenden und umgekehrt.

[0033] Das erfindungsgemäße Verfahren und das erfindungsgemäße System erlauben eine deutliche Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades des Systems im Vergleich zu herkömmlich betriebenen Kraftwerken mit Kohlendioxidabscheidung oder im Vergleich zu Syntheseanlagen zur Synthese eines Kraftstoffs aus Kohlendioxid anderer Quellen, etwa aus der Luft.

[0034] Die Erfindung sowie das technische Umfeld

werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Erfindung durch die gezeigten Ausführungsbeispiele nicht beschränkt werden soll. Insbesondere ist es, soweit nicht explizit anders dargestellt, auch möglich, Teilaspekte der in den Figuren erläuterten Sachverhalte zu extrahieren und mit anderen Bestandteilen und/oder Erkenntnissen aus anderen Figuren und/oder der vorliegenden Beschreibung zu kombinieren. Es zeigen schematisch:

- 10 Fig. 1 ein System aus einem Kraftwerk mit Kohlendioxidabscheidung und Wärmekraftmaschine;
- 15 Fig. 2 ein Beispiel einer Kohlendioxidabscheidungsanlage als Teil eines Systems zum Betrieb eines Kraftwerkes;
- 20 Fig. 3 ein Beispiel einer Trocknungsanlage als fakultatives Element eines Systems zum Betrieb eines Kraftwerkes;
- Fig. 4 bis 8 Details eines Kraftwerkes;
- 25 Fig. 9 ein Beispiel eines Stromnetzes mit Verbrauchern; und
- Fig. 10 ein Beispiel eines Systems mit einem Kraftwerk.

30 **[0035]** Im Folgenden sind gleiche Elemente mit gleichen Bezugszeichen versehen. Figur 1 zeigt schematisch ein Kraftwerk 1. In diesem Kraftwerk 1 wird ein kohlenstoffhaltiger Brennstoff verbrannt, dadurch Dampf erzeugt, der wiederum über die Entspannung über mindestens eine Turbine der Erzeugung von elektrischer Energie dient. Das dabei entstehende Rauchgas des Kraftwerks 1 ist kohlendioxidhaltig. Bevorzugt handelt es sich bei dem Kraftwerk 1 um ein fossil befeuertes Kraftwerk, in dem also fossile Brennstoffe wie Kohle, insbesondere Braunkohle oder Steinkohle, Erdöl und/oder Gas verbrannt werden, und/oder um ein Kraftwerk zur Verbrennung von Biomasse. Bevorzugt ist in diesem Fall die Ausgestaltung als Trockenbraunkohlekraftwerk. Das gezeigte Schema in Figur 1 bezieht sich dabei nicht auf die Ausbildung des Kraftwerks 1 als solches, welches bekannt ist, vielmehr zeigt Figur 1 das thermische Zusammenwirken von bestimmten Elementen des Kraftwerks 1 und anderen Elementen. Das Gesamtsystem weist neben dem Kraftwerk 1 eine Kohlendioxidabscheidungsanlage 2 und eine Trocknungsanlage 3 auf. Weiterhin umfasst das gezeigte System eine Wärmekraftmaschine 4.

45 **[0036]** Zur Kohlendioxidabscheidung sind verschiedene Prozesse bekannt, so beruht beispielsweise ein typisches Kohlendioxidabscheidungsverfahren auf einer so genannten Aminwäsche, bei der das Kohlendioxid enthaltende Gas (also beispielsweise das Rauchgas des Kraftwerks 1) durch eine alkalische wässrigen Lösung von

Aminen, beispielsweise von Monoethanolamin (MEA), Diethanolamin (DEA), Methyldiethanolamin (MDEA)), Piperazin (PZ), Aminomethylpropanol (AMP) und/oder Diglycolamin (DGA), geführt wird und das Kohlendioxid durch wechselnde Absorptions- und Desorptionsvorgänge aus dem Gas abgeschieden wird.

[0037] Ein Beispiel einer Kohlendioxidabscheideanlage 2 ist schematisch in Fig. 2 gezeigt, diese entspricht dem Stand der Technik. Die Kohlendioxidabscheideanlage 2 umfasst einen Absorber 201 und einen Desorber 202. Der Absorber 201 wird dabei vom Rauchgas 7 des Kraftwerks 1 durchströmt. Den Absorber 201 verlässt das Abgas 203, welches im Wesentlichen aus Stickstoff besteht, das Kohlendioxid wurde in einem Lösungsmittel, einer wässrigen Lösung mindestens eines Amins, im Absorber 201 gelöst. Der Absorber 201 wird dazu mit einem ersten Lösungsmittelabstrom 204 beschickt, ein erster Lösungsmittelabstrom 205 wird aus dem Absorber 201 abgeführt. Der erste Lösungsmittelabstrom 204 ist dabei arm an Kohlendioxid, während der erste Lösungsmittelabstrom 205 reich an Kohlendioxid ist. Der erste Lösungsmittelabstrom 204 wird dabei mit einer vergleichsweise geringen Temperatur von etwa 40-60 °C dem Absorber 201 zugeführt.

[0038] Der erste Lösungsmittelabstrom 205 wird einem Wärmeaustauscher 206 zugeführt, der als Gegenstromwärmeaustauscher ausgeführt ist. Der erste Lösungsmittelabstrom 205 wird dabei im Wärmeaustauscher 206 durch einen Wärmeaustausch mit einem zweiten Lösungsmittelabstrom 207 erwärmt. Dieser zweite Lösungsmittelabstrom 207 verlässt dabei den Desorber 202. Der zweite Lösungsmittelabstrom 207 ist dabei ebenfalls arm an Kohlendioxid, liegt aber auf einem deutlich höheren Temperaturniveau als der erste Lösungsmittelabstrom 204 beim Einstromen in den Absorber 201. Folglich heizt der zweite Lösungsmittelabstrom 207 über den Wärmeaustauscher 206 den zweiten Lösungsmittelabstrom 205 auf, der nach Aufheizung als zweiter Lösungsmittelabstrom 208 dem Desorber 202 zugeführt wird. Im Desorber 202 strömt dem Lösungsmittelstrom heißer Dampf (Desorberbrüden 212) entgegen, der in einem Reboiler 209 aus Lösungsmittel erzeugt wird. Hierzu wird ein Teilstrom des Lösungsmittels, welcher im Desorbersumpf 214 des Desorbers 202 abgezogen wird, durch Dampf 213, hier Niederdruckdampf, erhitzt. Bei den dadurch erhöhten Temperaturen des Lösungsmittels gibt das Lösungsmittel das Kohlendioxid wieder ab, dieses wird oben im Desorber 202 als Kohlendioxidstrom 210 abgezogen und dann durch einen Kühler 211 gekühlt und einer weiteren Verwendung zugeführt.

[0039] Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer herkömmlichen Trocknung für Braunkohle in einer Trocknungsanlage 3. Rohbraunkohle 301 wird hierbei einem Rohbraunkohlebunker 302 zugeführt und aus diesem nach Bedarf über verschiedene Mühlen 303 einem Trockner 304 zugeführt. Der Trockner 304 wird dabei über Dampf 305 beheizt, der seine Wärme an die zu trocknende, in den Mühlen 303 fein gemahlene, Braunkohle abgibt, und den

Trockner 304 als Kondensat 306 wieder verlässt. Die getrocknete Braunkohle, auch als Trockenbraunkohle 307 bezeichnet, wird dabei über einen Kühler 308 aus dem Trockner 304 abgeführt nach einer eventuellen Nachmahlung in einer Mühle 309 kann die so erzeugte Trockenbraunkohle 307 einer weiteren Verwendung zugeführt werden, beispielsweise zur Verfeuerung in einem Kraftwerk 1.

[0040] Die im Trockner 304 entstehenden Brüden 310 werden in einem Filter 311 vom darin enthaltenden Braunkohlestaub gereinigt, dieser wird ebenfalls der Trockenbraunkohle 307 zugeschlagen. Die Brüden 310 werden nach der Filterung in einem Brüdenkondensator 312 kondensiert, der beispielsweise von einem Prozessmedium (Kesselspeisewasser) oder Verbrennungsluft durchströmt wird, die dadurch erwärmt werden. Das entstehende Brüdenkondensat 313 wird abgeführt. Der Brüden 310 kann dabei wahlweise über einen Brüdenverdichter 314 verdichtet werden.

[0041] Das Kraftwerk 1 weist - unter erneuter Bezugnahme auf Figur 1 - thermisch betrachtet zum einen Wärmequellen auf, also Prozessbereiche, die Wärme bereitstellen oder aus denen Wärme abzuführen ist, die in anderen Prozessen genutzt werden kann. Hierbei handelt es sich - neben dem in Figur 1 nicht gezeigten Rauchgas - beispielsweise um eine Turbine 5 (siehe Figur 1), durch die ein nicht gezeigter Generator zur Stromerzeugung angetrieben wird. Bei der Turbine 5 handelt es sich insbesondere bei modernen Kraftwerken 1 oft um die Kombination einer Hochdruckturbine, in der der erzeugte Dampf zunächst von einem hohen Druckniveau auf ein mittleres Druckniveau entspannt wird, und mindestens einer daran anschließenden weiteren Turbine, beispielsweise einer Niederdruckturbine, bei der der Dampf von einem mittleren Druckniveau auf ein niedriges Druckniveau entspannt wird oder auch einer Kombination einer Mitteldruck- und einer Niederdruckturbine.

[0042] Durch die Turbinen wird dabei jeweils ein Generator zur Stromerzeugung angetrieben. Der beim Verlassen der Turbine 5 vorliegende Dampf ist dabei vergleichsweise warm, weist insbesondere Temperaturen von 100°C [Grad Celsius] bis 300 °C auf. Er wird zu Wärmesenken geführt, also in Prozessschritten eingesetzt, die endotherm sind, also zu Prozessschritten die zur Durchführung die Zufuhr von thermischer Energie benötigen, die der zugeführte Dampf liefert. Dies ist beispielsweise im Rahmen der Kohlendioxidabscheidung 2 bei der Waschmittelregeneration 6 notwendig. Alternativ oder zusätzlich kann der Dampf einer Trocknungsanlage 3 zugeführt werden. Eine weitere Wärmequelle im System stellt beispielsweise der Desorberbrüden 212 der Kohlendioxidabscheideanlage 2 dar (vgl. Beschreibung zu Fig. 2 oben), der Wärmesenken im Kraftwerk 1 zugeführt werden kann, beispielsweise einer Prozessmediumvorwärmung 13, durch die ein Prozessmedium wie beispielsweise das Speisewassers des Kessels des Kraftwerks 1 vorgewärmt werden kann, einer Kondensatvorwärmung oder einer Vorwärmung des einer Hoch-

druck- oder Niederdruckturbine zugeführten Dampfes. Alternativ oder zusätzlich kann der Desorberbrüden 212 zur Vorwärmung der Verbrennungsluft des Kraftwerks 1 genutzt werden, in dem der Desorberbrüden 212 einem Luftvorwärmer 11 zugeführt wird.

[0043] Weitere Wärmequellen sind beispielsweise die Brüden 310 der Trocknungsanlage 3 je nach Einsatz eines Brüdenverdichters 314 als unverdichteter Brüden 17 oder als verdichteter Brüden 18. Der entsprechende Brüden 310 kann dabei als Wärmequelle beispielsweise für die Vorwärmung des Speisewassers des Kessels des Kraftwerks 1, einer Kondensatvorwärmung oder einer Vorwärmung des einer Hochdruck- oder Niederdruckturbine zugeführten Dampfes dienen. Alternativ oder zusätzlich kann der Brüden 310 zur Vorwärmung der Verbrennungsluft des Kraftwerks 1 genutzt werden.

[0044] Gemäß der vorliegenden Erfindung weist das System ferner mindestens eine Wärmekraftmaschine 4 auf, die die elektrische Leistungsabgabe des Kraftwerks 1 in Zeiten erhöhter Last erhöhen kann. Hierbei handelt sich um einen Dieselmotor und/oder einen Ottomotor. Diese Wärmekraftmaschine 4 wird mit einem Kraftstoff betrieben, der aus dem Kohlendioxid erzeugt wird, welches in der Kohlendioxidabscheideanlage 2 abgeschieden und dann zu einem Kraftstoff umgesetzt wird, beispielsweise zu DME.

[0045] Durch die Verbrennung des Kraftstoffes entsteht ein Abgas 8, welches ebenfalls eine Wärmequelle darstellt, wobei zumindest ein Teil der thermischen Energie des Abgases 8 in mindestens einem der beschriebenen Prozesse a) bis d) eingesetzt wird.

[0046] So zeigt Fig. 4 schematisch ein Detail eines Kraftwerks 1 mit einer Feuerung 9, in der bevorzugt Kohlenstaub verfeuert wird. Durch die Feuerung 9 wird ein nicht gezeigtes Kesselsystem zum Erzeugen und gegebenenfalls zumindest zeitweisen Überhitzen von Wasserdampf betrieben. Zur Steigerung der Effizienz des Kraftwerks wird dabei eine Verbrennungsluft 10, die der Feuerung 9 zugeführt werden soll, erhitzt. Hierzu ist ein Luftvorwärmer 11 ausgebildet, der einen Wärmeaustauscher umfasst, über den die Verbrennungsluft 10 üblicherweise über einen Wärmeaustausch mit dem Rauchgas 7 des Kraftwerks 1 erwärmt wird. Gemäß der vorliegenden Erfindung wird hierbei zumindest zeitweise Abgas 8 der Wärmekraftmaschine 4 dem Rauchgas 7 stromaufwärts des Luftvorwärmers 11 zugemischt. Dies bewirkt eine Erhöhung des Wirkungsgrades des Kraftwerks 1 durch die Erhöhung der im Luftvorwärmer 11 erreichten Temperatur der Verbrennungsluft 10.

[0047] Fig. 5 zeigt eine alternative Situation, in der der Luftvorwärmer 11 ausschließlich mit Abgas 8 der Wärmekraftmaschine 4 betrieben wird. Bevorzugt ist eine hier nicht gezeigte Mischeinrichtung ausgebildet, durch die das Abgas 8 dem Rauchgas 7 zugemischt wird und das Mischungsverhältnis zwischen Rauchgas 7 und Abgas 8 variiert werden kann.

[0048] Fig. 6 zeigt schematisch einen weiteren Ausschnitt eines Kraftwerks 1, welches als Kohlenkraftwerk

mit einer Kohlenstaubfeuerung als Feuerung 9 ausgebildet ist. Hier ist eine Trocknungsanlage 3 ausgebildet, die grundsätzlich beispielsweise wie in Fig. 3 gezeigt ausgeführt ist. Auf die zu dieser Figur gemachten Ausführungen wird verwiesen. Der entsprechende Trockner 304 wird üblicherweise mit Dampf 305 betrieben. Erfindungsgemäß kann hierbei der entsprechende Trockner 305 zumindest teilweise mit Abwärme 12 betrieben werden, die beispielsweise in einem nicht gezeigten Wärmeaustauscher vom Abgas 8 der Wärmekraftmaschine 4 auf den Dampf 305 übertragen wird. Das im Wärmeaustauscher leicht abgekühlte Abgas 8 kann dabei dem Rauchgas 7 insbesondere vor einem Luftvorwärmer 7 zugeführt werden. Hierdurch wird der Wirkungsgrad des gesamten Kraftwerks 1 erhöht.

[0049] Fig. 7 zeigt schematisch ein weiteres Detail eines Kraftwerks 1 mit einer Feuerung 9. Weiterhin ist ein Prozessmediumvorwärmer 13 ausgebildet, durch den ein Prozessmedium 14, beispielsweise Wasser und/oder Dampf, vor Durchführung durch die Feuerung 9 erwärmt und/oder überhitzt werden kann. Hierzu wird der Prozessmediumvorwärmer 13, der hier als Wärmeaustauscher ausgebildet ist, gleichzeitig vom Abgas 8 der Wärmekraftmaschine 4 durchströmt, so dass die Abwärme 12 des Abgases 8 zur Erwärmung des Prozessmediums 13 dient. Zusätzlich kann das dadurch abgekühlte Abgas 8 daran anschließend stromaufwärts eines Luftvorwärmers 11 dem Rauchgas 7 des Kraftwerks beigelegt werden.

[0050] Hierdurch lassen sich signifikante Erhöhungen des Gesamtwirkungsgrades des Kraftwerks 1 erzielen.

[0051] Fig. 8 zeigt schematisch ein Detail einer Kohlendioxidabscheideanlage 2 eines Kraftwerks, wie beispielsweise die in Figur 2 gezeigte Kohlendioxidabscheideanlage 2. Auf die dort gemachten Ausführungen wird Bezug genommen. Auch hier ist ein Reboiler 209 ausgebildet, durch den das Lösungsmittel im Desorber 202 erwärmt wird. Zusätzlich wird hier der Reboiler 209 zumindest zeitweise auch durch Abwärme 12 der Wärmekraftmaschine 4 zumindest teilweise beheizt. Hierzu ist bevorzugt ein hier nicht gezeigter Wärmeaustauscher ausgebildet, durch den zumindest ein Teil der Abwärme 12 vom Abgas 8 beispielsweise auf den Dampf 213 übertragen wird. Das so abgekühlte Abgas 8 kann dann beispielsweise dem Rauchgas 7 des Kraftwerks 1 stromaufwärts eines Luftvorwärmers 11 und/oder eines Prozessmediumvorwärmers 13 zugemischt werden. Hierdurch kann der Gesamtwirkungsgrad des Kraftwerks 1 erhöht werden.

[0052] Fig. 9 zeigt sehr schematisch ein Kraftwerk 1, welches mit einem Stromnetz 15 mit mehreren Verbrauchern 16 verbunden ist. Grundsätzlich ist es möglich, basierend auf dem aus dem Rauchgas 7 abgeschiedenen Kohlendioxid eine Energiespeicherung in Zeiten einer verringerten Last des Stromnetzes 15 vorzunehmen, in dem ein Kraftstoff wie beispielsweise DME aus dem Kohlendioxid synthetisiert und gespeichert wird. Steigt die Last des Stromnetzes 15 über einen Nominalwert an, so

wird dieser Kraftstoff in der Wärmekraftmaschine 4 zur Stromerzeugung verbrannt. Wird nun das Abgas 8 dem Rauchgas 7 des Kraftwerks 1 zugemischt wie oben beschrieben und dies stromaufwärts der Kohlendioxidabscheideanlage 2 kann das Kohlendioxid des Abgases 8 der Wärmekraftmaschine 4 zumindest teilweise wieder aus diesem abgeschieden werden, so dass ein Kohlendioxidkreislauf geschaffen werden kann, der zum einen die Emissionen an Kohlendioxid reduziert und andererseits eine weitere Erhöhung des Gesamtwirkungsgrades des Kraftwerks 1 ermöglicht.

[0053] Fig. 10 zeigt schematisch ein System 100 zum Betrieb eines Kraftwerks 1, insbesondere nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgeschlagen, umfassend das Kraftwerk 1, eine Kohlendioxidabscheideanlage 2 und eine Syntheseanlage 101 zur Synthese eines Kraftstoffs aus Kohlendioxid. Das Rauchgas 7 wird der Kohlendioxidabscheideanlage 2 zugeführt. Das dort abgeschiedene Kohlendioxid 19 wird der Synthesisierungsanlage 101 zugeführt. Der in der Syntheseanlage 101 synthetisierte Kraftstoff 20, beispielsweise DME, wird in einem Lager 102 gespeichert. Das System 100 umfasst weiterhin eine Wärmekraftmaschine 4, durch die der Kraftstoff 20 unter Erzeugung von elektrischer Energie und Abgas 8 verbrennbar ist. Das Abgas 8 kann dabei einem Mischer 103 zugeführt werden, in dem es mit dem Rauchgas 7 direkt stromabwärts des Kraftwerks 1 und/oder dem Rauchgas 7 nach Verlassen der Kohlendioxidabscheideanlage 2 mischbar ist. Das Abgas 8 kann dabei auch zunächst als Wärmequelle in der Kohlendioxidabscheideanlage 2 dienen und danach in den Mischer 103 geführt werden. Bevorzugt wird der Mischer 103 auch so betrieben, das final das Gemisch aus Rauchgas 7 und Abgas 8 der Kohlendioxidabscheideanlage 2 zum Abscheiden des Kohlendioxids zugeführt wird.

[0054] Das Kraftwerk 1 wird mit Trockenbraunkohle 307 aus einer Trocknungsanlage 3 versorgt, die mit Verbrennungsluft 8 verbrannt wird. Die Verbrennungsluft 8 wird dabei in einem Luftvorwärmer 11 erwärmt, der zumindest teilweise mit Rauchgas 7 und/oder Abgas 8 erwärmt wird, welches vom Mischer 103 abgegeben wird. Weiterhin wird ein Prozessmedium 14 wie beispielsweise Wasser über einen Prozessmediumvorwärmer 13 dem Kraftwerk 1 zugeführt. Im Prozessmediumvorwärmer 13 erfolgt eine Vorwärmung des Prozessmediums 13 zumindest teilweise über Rauchgas 7 und/oder Abgas, welches vom Mischer 103 abgegeben wird. Das Abgas 8 kann dabei vor Einströmen in den Mischer 103 alternativ oder zusätzlich durch die Trocknungsanlage 3 geführt werden.

[0055] Mit der erfindungsgemäßen Verfahrensführung und dem erfindungsgemäßen System 100 ist eine Steigerung des Gesamtwirkungsgrades des Systems 100 und des Kraftwerks 1 möglich, so dass effektiv Kohlendioxidemissionen eingespart werden können. Dies kann noch verstärkt werden, wenn zumindest ein teilweiser Kohlendioxidkreislauf erreicht wird, in dem das Abgas 8 wieder dem Rauchgas 7 zugemischt wird.

Bezugszeichenliste

[0056]

5	1	Kraftwerk
	2	Kohlendioxidabscheideanlage
	3	Trocknungsanlage
	4	Wärmekraftmaschine
	5	Turbine
10	6	Waschmittelregeneration
	7	Rauchgas
	8	Abgas
	9	Feuerung
	10	Verbrennungsluft
15	11	Luftvorwärmer
	12	Abwärme
	13	Prozessmediumvorwärmer
	14	Prozessmedium
	15	Stromnetz
20	16	Verbraucher
	17	unverdichteter Brüden
	18	verdichteter Brüden
	19	Kohlendioxid
	20	Kraftstoff
25	100	System
	101	Syntheseanlage
	102	Lager
	103	Mischer
	201	Absorber
30	202	Desorber
	203	Abgas
	204	erster Lösungsmittelzustrom
	205	zweiter Lösungsmittelabstrom
	206	Wärmeaustauscher
35	207	zweiter Lösungsmittelabstrom
	208	zweiter Lösungsmittelzustrom
	209	Reboiler
	210	Kohlendioxidstrom
	211	Kühler
40	212	Desorberbrüden
	213	Dampf
	214	Desorbersumpf
	301	Rohbraunkohle
	302	Rohbraunkohlenbunker
45	303	Mühle
	304	Trockner
	305	Dampf
	306	Kondensat
	307	Trockenbraunkohle
50	308	Kühler
	309	Mühle
	310	Brüden
	311	Filter
	312	Brüdenkondensator
55	313	Brüdenkondensat
	314	Brüdenverdichter

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Kraftwerkes (1) zur Erzeugung von elektrischer Energie zur Abgabe an mindestens einen Verbraucher (16) durch Verbrennung eines Kohlenstoffhaltigen Brennstoffs, wobei Kohlendioxid (19) aus dem Rauchgas (7) des Kraftwerkes (1) abgeschieden wird, wobei das abgeschiedene Kohlendioxid (19) zumindest teilweise zu einem Kraftstoff (20) umgesetzt wird, wobei zumindest zeitweise der Kraftstoff (20) in mindestens einer Wärmekraftmaschine (4) unter Bildung eines Abgases (8) verbrannt wird, wobei durch die Wärmekraftmaschine (4) elektrische Energie erzeugt wird, die an mindestens einen Verbraucher (16) abgegeben wird, wobei zumindest ein Teil der thermischen Energie des Abgases (8) in mindestens einem der folgenden Prozesse eingesetzt wird:

- a) zum Anwärmen einer Verbrennungsluft (10) des Kraftwerkes (1);
- b) zum Anwärmen eines Prozessmediums (14) des Kraftwerkes (1);
- c) in einer Trocknung des Brennstoffs des Kraftwerkes (1); und
- d) in einer Kohlendioxid-Abscheidung,

dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmekraftmaschine (4) einen Dieselmotor und/oder einen Ottomotor umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem das Abgas (8) dem Rauchgas (7) des Kraftwerkes (1) zugeführt wird, insbesondere bevor dieses zumindest einem der folgenden Prozesse zugeführt wird:

- i) einem Anwärmen der Verbrennungsluft (10) des Kraftwerkes (1);
- ii) einem Anwärmen mindestens eines Prozessmediums (14) des Kraftwerkes (1); und
- iii) einer Kohlendioxidabscheidung.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Prozessmedium (14) Wasser umfasst.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Kraftstoff (20) mindestens eines der folgenden Stoffe umfasst:

- Methanol (CH_4O);
- Methan (CH_4); und
- Dimethylether (DME, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$).

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der mindestens eine Verbraucher (16) der elektrischen Energie über ein Stromnetz (15) mit dem Kraftwerk (1) verbunden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 5, bei dem die Wärmekraftmaschine (4) in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz (15) betrieben wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, bei dem die Umsetzung des Kohlendioxids (19) in Kraftstoff (20) in Abhängigkeit von der elektrischen Last im Stromnetz betrieben wird.

8. System (100) zum Betrieb eines Kraftwerkes (1) umfassend das Kraftwerk (1),

eine Kohlendioxidabscheideanlage (2),
eine Syntheseanlage (101) zur Synthese eines Kraftstoffs (20) aus Kohlendioxid (19),
wobei eine Wärmekraftmaschine (4) ausgebildet ist, durch die der Kraftstoff (20) unter Erzeugung von elektrischer Energie und Abgas (8) verbrennbar ist, wobei die Wärmekraftmaschine (4) zumindest zeitweise thermisch mit mindestens einem der folgenden Elemente zur Übertragung zumindest eines Teils der Abwärme des Abgases (8) verbindbar ist:

- A) einem Luftvorwärmer (11) zum Anwärmen einer Verbrennungsluft (10) des Kraftwerkes (1);
- B) einem Prozessmediumvorwärmer (13) zum Anwärmen eines Prozessmediums (14) des Kraftwerkes (1);
- C) einer Trocknungsanlage (3) zur Trocknung des Brennstoffs des Kraftwerkes (1); und
- D) der Kohlendioxidabscheidungsanlage (2),

dadurch gekennzeichnet, dass die Wärmekraftmaschine (4) einen Dieselmotor und/oder einen Ottomotor umfasst.

9. System nach Anspruch 8, weiterhin umfassend mindestens einen Mischer (103) zur Mischung von Abgas (8) und einem Rauchgas (7) des Kraftwerkes (1).

Claims

1. Method for operating a power plant (1) for generating electrical energy for delivery to at least one consumer (16) by combustion of a carbonaceous combustible, carbon dioxide (19) being separated from the flue gas (7) of the power plant (1), the separated carbon dioxide (19) being converted at least in part into a fuel (20), wherein the fuel (20) is combusted at least temporarily in at least one heat engine (4) so as to form a waste gas (8), electrical energy being generated by the heat engine (4) and being delivered to at least one consumer (16), at least some of the

thermal energy of the waste gas (8) being used in at least one of the following processes:

- a) for heating combustion air (10) of the power plant (1); 5
- b) for heating a process medium (14) of the power plant (1);
- c) in drying of the combustible of the power plant (1); and
- d) in carbon dioxide separation, 10

characterized in that the heat engine (4) comprises a diesel engine and/or an Otto engine.

2. Method according to claim 1, wherein the waste gas (8) is supplied to the flue gas (7) of the power plant (1), in particular before said waste gas is supplied to at least one of the following processes: 15

- i) heating the combustion air (10) of the power plant (1); 20
- ii) heating at least one process medium (14) of the power plant (1); and
- iii) carbon dioxide separation.

3. Method according to either of the preceding claims, wherein the process medium (14) comprises water.

4. Method according to any of the preceding claims, wherein the fuel (20) comprises at least one of the following substances: 30

- methanol (CH_3OH);
- methane (CH_4); and
- dimethyl ether (DME, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$). 35

5. Method according to any of the preceding claims, wherein the at least one consumer (16) of the electrical energy is connected to the power plant (1) via a power grid (15). 40

6. Method according to claim 5, wherein the heat engine (4) is operated based on the electrical load in the power grid (15). 45

7. Method according to either claim 5 or claim 6, wherein the conversion of the carbon dioxide (19) into fuel (20) is operated based on the electrical load in the power grid. 50

8. System (100) for operating a power plant (1), comprising

the power plant (1),
a carbon dioxide separator (2), 55
a synthesis installation (101) for the synthesis of a fuel (20) from carbon dioxide (19),
wherein a heat engine (4) is formed, by means

of which the fuel (20) can be combusted while generating electrical energy and waste gas (8), the heat engine (4) being thermally connectable at least temporarily to at least one of the following elements in order to transmit at least some of the waste heat of the waste gas (8):

- A) an air preheater (11) for heating combustion air (10) of the power plant (1);
- B) a process medium preheater (13) for heating a process medium (14) of the power plant (1);
- C) a drying installation (3) for drying the combustible of the power plant (1); and
- D) the carbon dioxide separator (2),

characterized in that the heat engine (4) comprises a diesel engine and/or an Otto engine.

9. System according to claim 8, further comprising at least one mixer (103) for mixing waste gas (8) and a flue gas (7) of the power plant (1).

25 Revendications

1. Procédé permettant de faire fonctionner une centrale électrique (1) destinée à la génération d'énergie électrique destinée à être fournie à au moins un consommateur (16) par combustion d'un combustible contenant du carbone, dans lequel du dioxyde de carbone (19) est séparé des gaz de fumée de combustion (7) de la centrale électrique (1), dans lequel du dioxyde de carbone (19) séparé est au moins partiellement transformé en un carburant (20), dans lequel le carburant (20) est brûlé au moins temporairement dans au moins un moteur thermique (4) pour former des gaz d'échappement (8), dans lequel au moyen du moteur thermique (4) de l'énergie électrique est générée, laquelle est fournie à l'au moins un consommateur (16), dans lequel au moins une partie de l'énergie thermique des gaz d'échappement (8) est utilisée dans le processus suivant :

- a) le chauffage d'un air de combustion (10) de la centrale électrique (1) ; et/ou
- b) le chauffage d'un fluide de processus (14) de la centrale électrique (1) ; et/ou
- c) le séchage du combustible de la centrale électrique (1) ; et/ou
- d) la séparation du dioxyde de carbone, 50

caractérisé en ce que le moteur thermique (4) comprend un moteur diesel et/ou un moteur Otto.

2. Procédé selon la revendication 1, selon lequel les gaz d'échappement (8) sont acheminés vers les gaz de fumée de combustion (7) de la centrale électrique

(1), en particulier avant que ceux-ci ne soit acheminés vers le processus suivant :

- i) le chauffage de l'air de combustion (10) de la centrale électrique (1) ; et/ou 5
 - ii) le chauffage d'au moins un fluide de processus (14) de la centrale électrique (1) ; et/ou
 - iii) la séparation du dioxyde de carbone.
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel le fluide de processus (14) comprend de l'eau. 10
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel le carburant (20) comprend au moins la substance suivante : 15
- du méthanol (CH_4O) ; et/ou
 - du méthane (CH_4) ; et/ou
 - de l'éther diméthylque (DME, $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$). 20
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, selon lequel l'au moins un consommateur (16) de l'énergie électrique est connecté à la centrale électrique (1) par l'intermédiaire d'un réseau électrique (15). 25
6. Procédé selon la revendication 5, selon lequel le moteur thermique (4) est activé en fonction de la charge électrique dans le réseau électrique (15). 30
7. Procédé selon la revendication 5 ou 6, selon lequel la transformation du dioxyde de carbone (19) en carburant (20) est activée en fonction de la charge électrique dans le réseau électrique. 35
8. Système (100) permettant de faire fonctionner une centrale électrique (1), comprenant
- la centrale électrique (1), 40
 - une installation de séparation du dioxyde de carbone (2),
 - une installation de synthèse (101) permettant de synthétiser un carburant (20) à partir de dioxyde de carbone (19), 45
 - dans lequel un moteur thermique (4) est conçu, au moyen duquel le carburant (20) peut être brûlé pour générer de l'énergie électrique et des gaz d'échappement (8), dans lequel le moteur thermique (4) peut être au moins temporairement relié thermiquement à l'élément suivant pour la transmission d'au moins une partie du rejet thermique des gaz d'échappement (8) : 50
 - A) un préchauffeur d'air (11) permettant de chauffer un air de combustion (10) de la centrale électrique (1) ; et/ou 55
 - B) un préchauffeur de fluide de processus

(13) permettant de chauffer un fluide de processus (14) de la centrale électrique (1) ; et/ou

C) une installation de séchage (3) permettant de sécher le combustible de la centrale électrique (1) ; et/ou

D) l'installation de séparation du dioxyde de carbone (2),

caractérisé en ce que le moteur thermique (4) comprend un moteur diesel et/ou un moteur Otto.

9. Système selon la revendication 8, comprenant en outre au moins un mélangeur (103) permettant de mélanger des gaz d'échappement (8) et des gaz de fumée de combustion (7) de la centrale électrique (1).

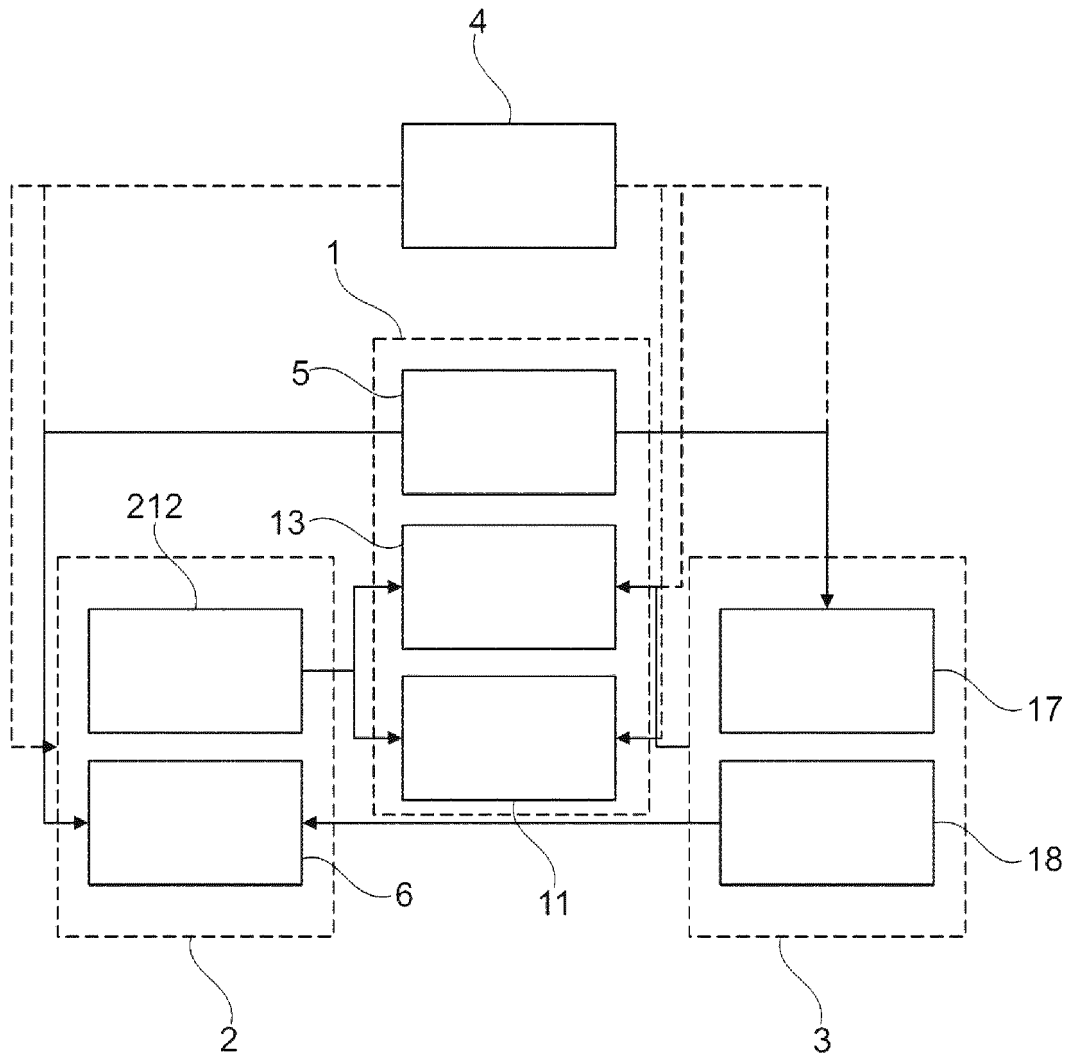


Fig. 1

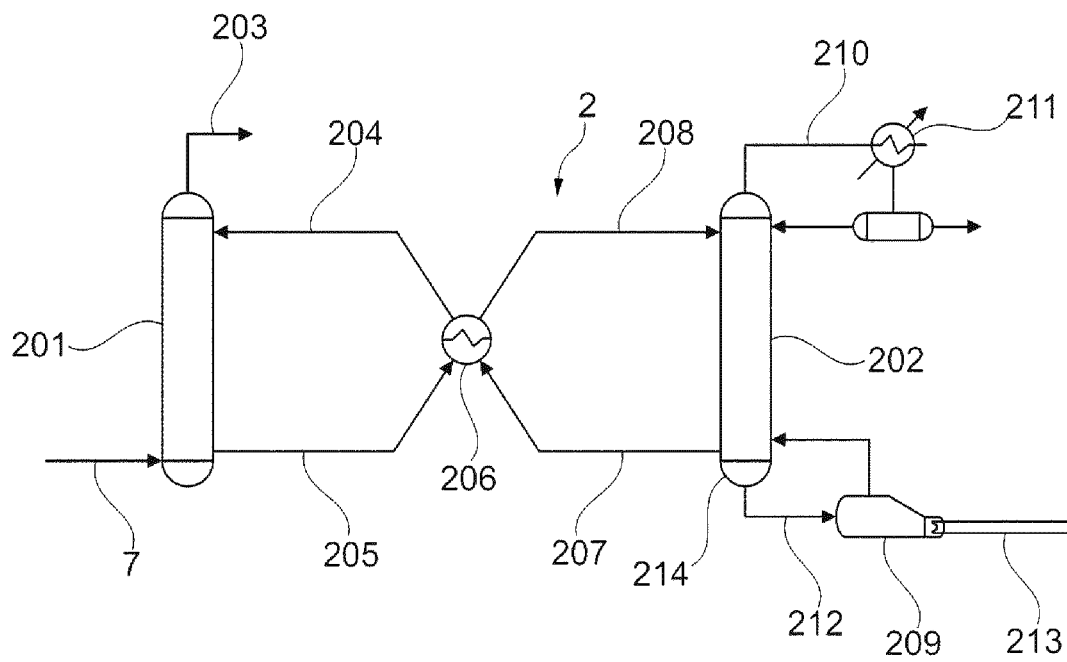


Fig. 2

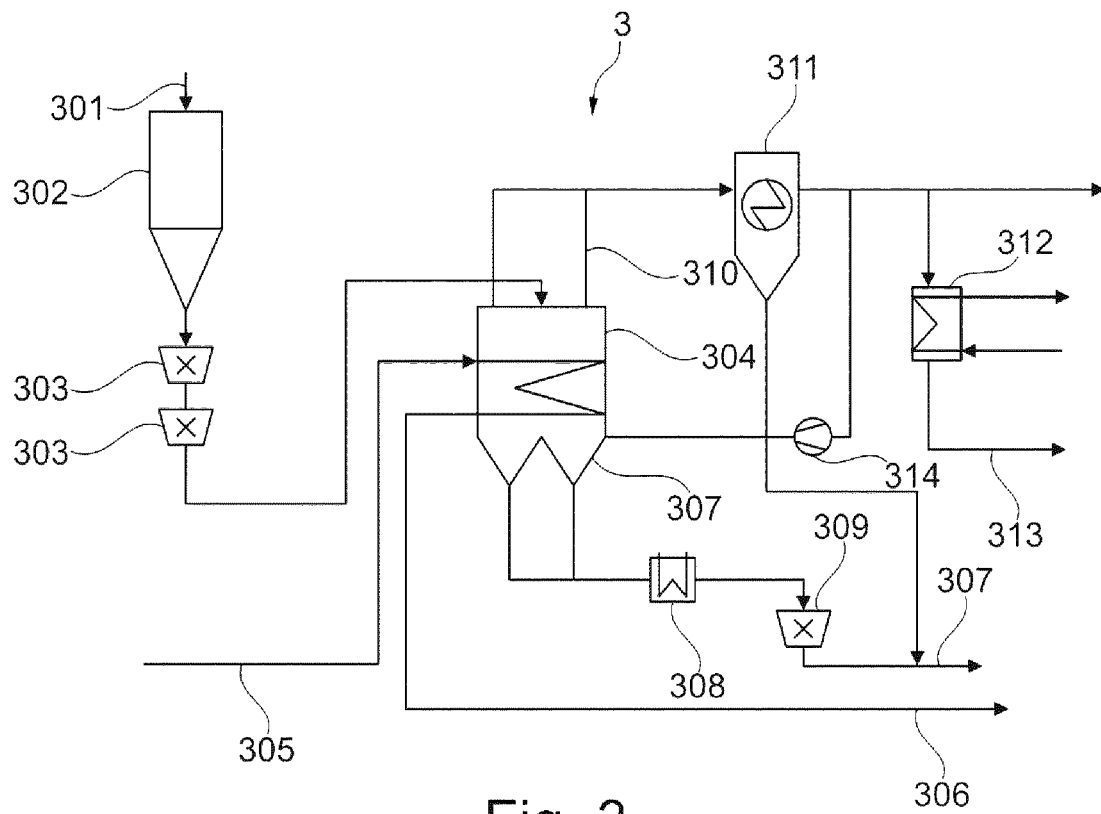


Fig. 3

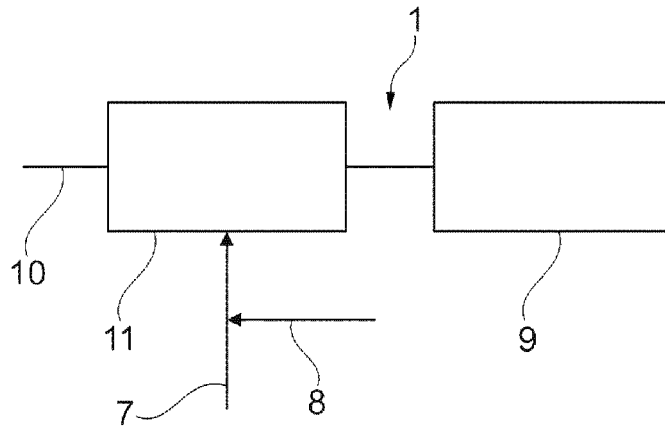


Fig. 4

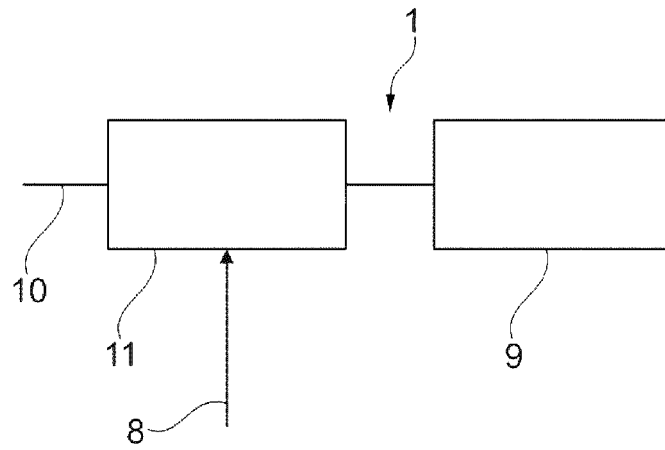


Fig. 5

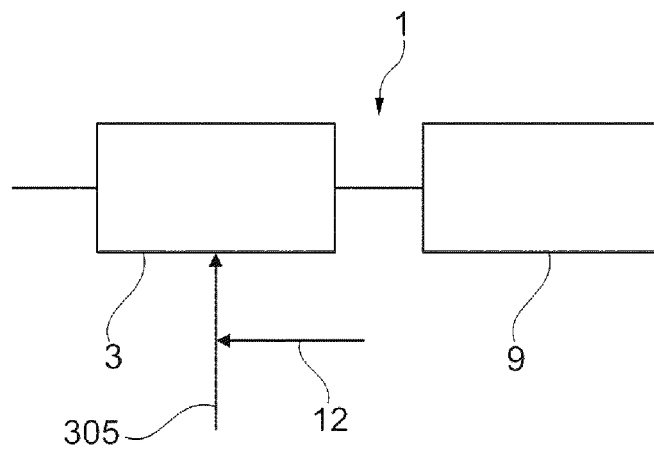
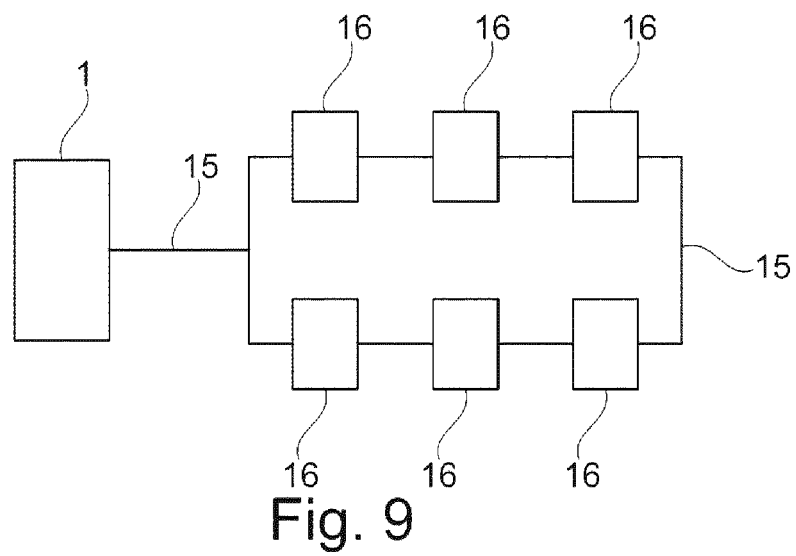
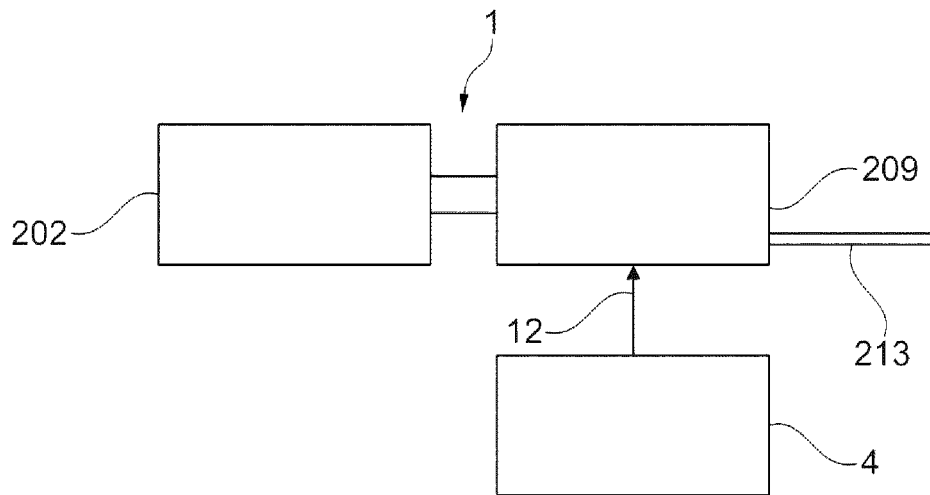
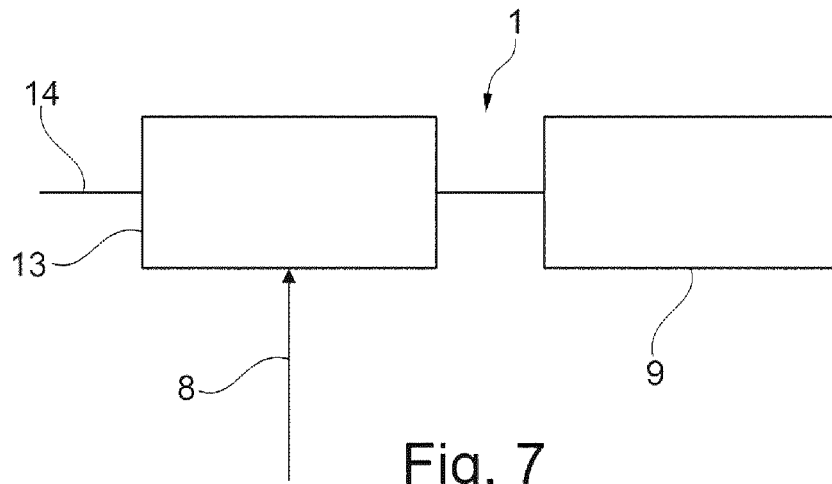


Fig. 6



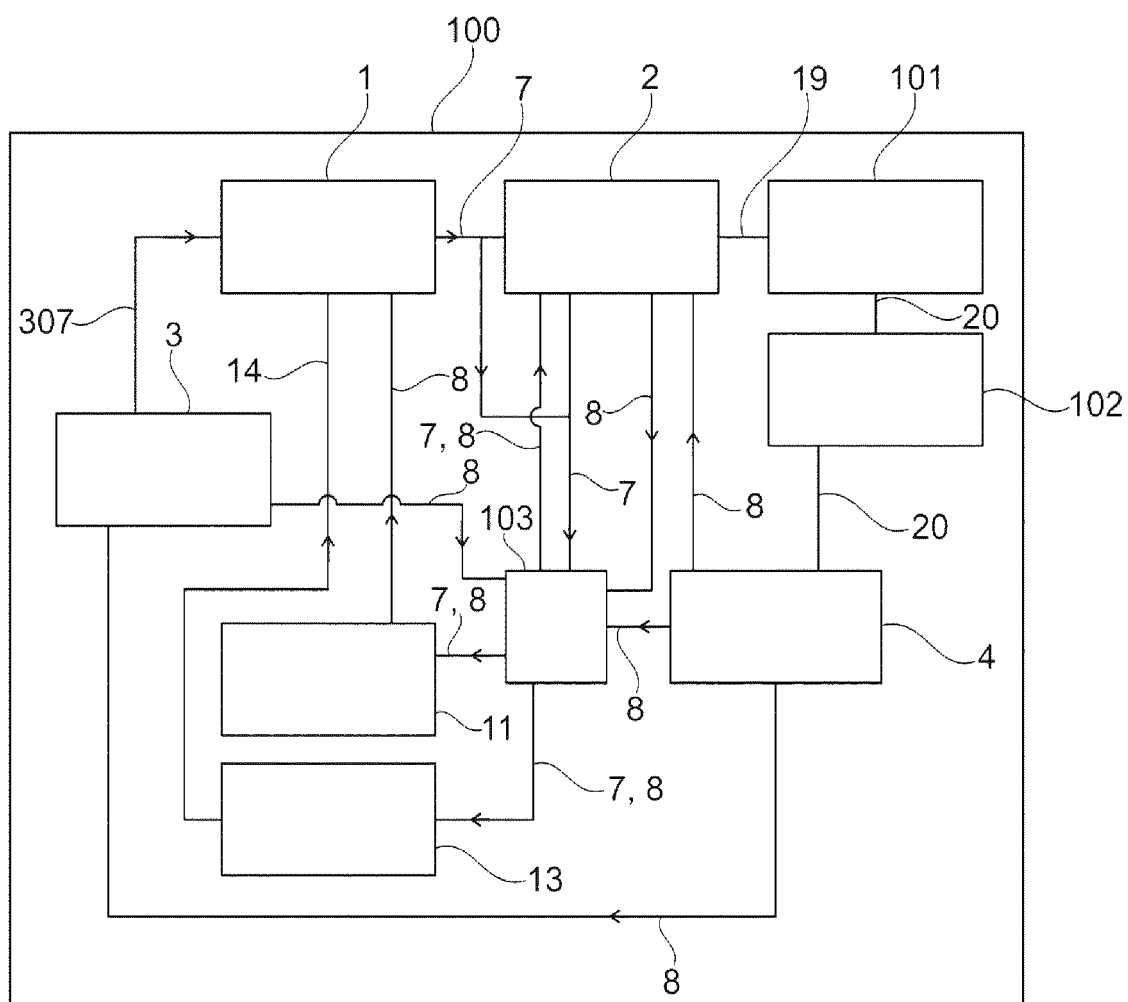


Fig. 10

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

- DE 102010010540 A [0003]
- DE 102011013922 A1 [0003]
- US 20160237858 A1 [0003]