



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
31.05.2000 Patentblatt 2000/22

(51) Int. Cl.⁷: **F01K 13/00**

(21) Anmeldenummer: **98811166.2**

(22) Anmeldetag: **25.11.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

- **König, Henry**
67245 Lamsheim (DE)
- **Laier, Henry**
68799 Reilingen (DE)
- **Rüdiger, Helmut, Dr.**
69115 Heidelberg (DE)
- **Abroell, Bernd**
69120 Heidelberg (DE)

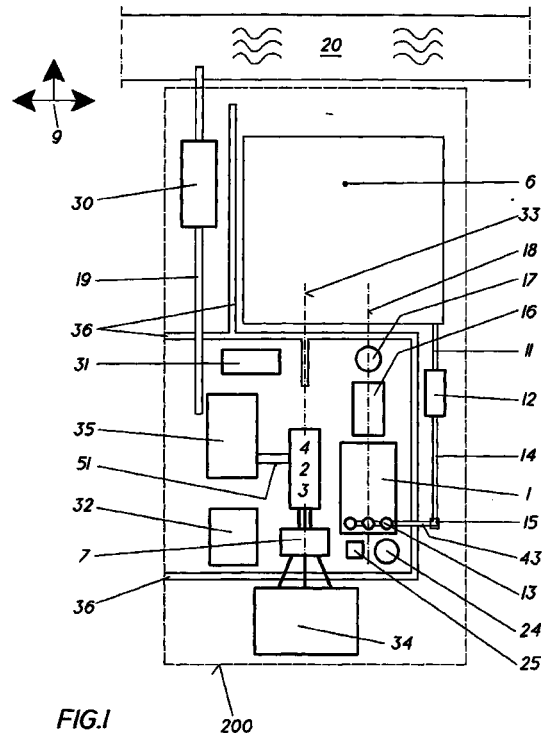
(71) Anmelder:
**"Patelhold" Patentverwertungs-& Elektro-
Holding AG**
8750 Glarus (CH)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht(TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(72) Erfinder:
• **Dormeier, Dieter**
68309 Mannheim-Käfertal (DE)
• **Morcos, Wahid Raafat**
69118 Heidelberg (DE)

(54) **Dampfkraftwerk**

(57) Bei einem Dampfkraftwerk, welches im wesentlichen aus einem Dampferzeuger (1), einer Turbogruppe mit Kondensationsdampfturbine (2) und Generator (3), einem wassergekühlten Kondensator (4) und einer anzapfdampfbeheizten Vorwärmanlage besteht, sind sämtliche Komponenten inklusive des Brennstofflagerplatzes (6) ebenerdig und in Freiluftaufstellung angeordnet. Die Turbogruppe (2, 3) mitsamt dem Kondensator (4), der Vorwärmanlage mit zugehörigen Pumpen sowie die Transformatoren (7) sind so arrangiert, daß sie von einem Portalkran überstreichbar wären. Der Dampferzeuger (1), die Rauchgasreinigung (16) und der Kamin (17) sind in Reihe in einer gemeinsamen Rauchgasachse (18) verlegt und die Turbogruppe (2, 3) ist in unmittelbarer Nähe daneben angeordnet und parallel dazu ausgerichtet. Die Kohlehalde (6) wird - in der Hauptwindrichtung (9) gesehen - windabwärts hinter der Turbogruppe (2, 3) und dem Dampferzeuger (1) angeordnet.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Dampfkraftwerk, im wesentlichen bestehend aus einem Dampferzeuger, einer Turbogruppe mit Kondensationsdampfturbine und Generator, einem wassergekühlten Kondensator und einer anzapfdampfbeheizten Vorwärmanlage.

Stand der Technik

[0002] Derartige Kraftwerke werden in der Regel nach Kundenspezifikation und Standortanforderungen gefertigt und weisen daher lange Zeiten für Projektentwicklung, -planung und Bau und damit verbunden hohe Kosten auf. Vor allem die Bauzeit wird bei diesen an Kundenspezifikationen orientierten Kraftwerken von der Tatsache beeinflusst, daß ein möglichst detailliertes Vorab-Engineering nicht möglich ist und wesentliche Arbeiten, wie z.B. der Bauteil, welche möglichst früh bearbeitet werden sollten, erst mit Verzögerung angegangen werden können.

Darstellung der Erfindung

[0003] Hier will die Erfindung Abhilfe schaffen. Ausgehend von der Erkenntnis, daß die Bauzeit eines Kraftwerkes aufgrund der fehlenden Vorabplanung und der Anpassung an Kundenspezifikationen heute außerordentlich lang ist, liegt der Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, die Aufgabe zugrunde, eine weitgehende Standardisierung zu erreichen und ein Kraftwerk zu schaffen, welches an einer Vielzahl von möglichen Standorten erstellt werden kann. Die Erfindung geht somit aus von einem Dampfkraftwerk, im wesentlichen bestehend aus einem Dampferzeuger, einer Turbogruppe mit Kondensationsdampfturbine und Generator, einem wassergekühlten Kondensator und einer anzapfdampfbeheizten Vorwärmanlage und zeichnet sich dadurch aus, daß sämtliche Komponenten des Dampfkraftwerkes inklusive des Brennstofflagerplatzes ebenerdig und in Freiluftaufstellung angeordnet sind, wobei die Turbogruppe mitsamt des Kondensators, der Vorwärmanlage mit zugehörigen Pumpen sowie die Transformatoren so arrangiert sind, daß sie von einem Portalkran überstreichbar wären.

[0004] Wenn der Dampferzeuger, die Rauchgasreinigung und der Kamin in Reihe in einer gemeinsamen Rauchgasachse verlegt werden, so wird zweckmäßigerweise die Turbogruppe in unmittelbarer Nähe daneben angeordnet und parallel dazu ausgerichtet.

[0005] Wenn der Brennstofflagerplatz eine Kohlehalde ist, ist es angebracht, ihn - in der Hauptwindrichtung gesehen - windabwärts hinter der Turbogruppe und dem Dampferzeuger anzuordnen.

[0006] Der Vorteil all dieser Maßnahmen ist insbesondere darin zu sehen, daß die Standardisierung

des Anlagen-Engineerings und der Komponenten die Investitionskosten in bemerkenswertem Umfang reduziert. Den Grundriß des Kraftwerkes bildet ein eindeutig definiertes Rechteck. Dies ermöglicht es, die Anlage zu jedem beliebigen Zeitpunkt durch bloßes Aneinanderreihen von solchen Rechtecken zu erweitern. Dabei kann auf das - bei Anlagenerweiterungen - bisher übliche sehr umfangreiche Projektengineering verzichtet werden. Die nebeneinander anzuordnenden Kraftwerksblöcke sind identisch; lediglich die Erschließungsstraßen sind minimal anzupassen. Ein weiterer Vorteil ist in der Freiluftaufstellung zu sehen. Hierdurch kann auf die kosten- und zeitaufwendige Erstellung von Gebäuden wie z.B. Kessel- und Maschinenhaus verzichtet werden. Die Maßnahme, daß die Turbogruppe mitsamt des Kondensators, der Vorwärmanlage mit zugehörigen Pumpen sowie zumindest der Eigenbedarfstransformatoren so arrangiert sind, daß sie von einem Portalkran überstreichbar sind, definiert auch für diese Komponenten einen rechteckigen Querschnitt. Hierdurch können die Anlagenteile auf engstem Raum unmittelbar nebeneinander angeordnet werden, ohne den Betrieb und Wartung zu beeinträchtigen. Diese Anordnung ermöglicht zudem kürzestmögliche Verbindungen zwischen den diversen Anlagenteilen, was sich wiederum vorteilhaft auf Montage und Instandhaltung auswirkt. Die sinnvolle Maßnahme, die Kohlehalde windabwärts hinter der Turbogruppe und dem Dampferzeuger anzuordnen, beeinträchtigt das Erfordernis nach einem rechteckigen Querschnitt der Anlage keineswegs und ist unabhängig von der Windrichtung durchführbar. Kohlestaubemissionen im Bereich der technischen Anlagen und der Verwaltungsbetriebe können auf diese Weise vermieden werden. Der angestrebte rechteckige Querschnitt ist auch in jedem Falle realisierbar in Bezug auf die örtliche Lage des zu Kühlzwecken erforderlichen Gewässers. Der jeweilige Situationsplan berücksichtigt selbstverständlich diese Wasserlage, wobei auch hier auf kürzeste Verbindungswege Wert gelegt wird.

[0007] Ein ebenerdig aufgestellter Flachbett-Aufnehmer ist zur Aufgabe der ungemahlene Kohle auf das Schrägband zum Kohlebrecher vorgesehen. Dadurch kann auf die bisher übliche großräumige und tiefe, ausbetonierte, unterirdische Aufnehmer-Grube verzichtet werden, was die Tiefbauarbeiten erheblich reduziert.

[0008] Der Dampferzeuger wird vorzugsweise mit grob gemahlener Kohle aus Kohlesilos versorgt. Dabei ist es sinnvoll, wenn die dem Dampferzeuger zugeordneten Kohlesilos mit dem vorgelagerten Kohlebrecher über eine zumindest annähernd horizontal verlaufende Fördereinrichtung mit anschließender vertikaler Fördereinrichtung verbunden sind. Durch die ebenerdige Aufstellung der horizontal verlaufenden Fördereinrichtung können aufwendige Stahlgerüste vermieden werden.

[0009] Die Dampfturbine weist einen axialen Austritt auf, wodurch sich der Dampfkondensator in der

axialen Verlängerung der Dampfturbine befindet sich. Diese Lösung, die sich aufgrund der quasi-ebenerdigen Aufstellung der Turbogruppe anbietet sowie die Tatsache der Freiluftaufstellung, ermöglicht den uneingeschränkten Zugang zum Kondensator. Wenn Kondensatorrohre ausgetauscht werden müssen, ist es nicht mehr wie bisher erforderlich, Fassadenelemente eines Gebäudes zu entfernen. Außerdem kann für derartige Wartungsarbeiten der den Kondensator überstreichende Portalkran verwendet werden.

[0010] Es ist vorteilhaft, wenn alle Vorwärmer wasserseitig für den gleichen Druck ausgelegt sind, im wesentlichen die gleiche Dimensionen aufweisen und neben der Turbogruppe liegend angeordnet sind. Diese Maßnahme garantiert kürzeste wasser- und dampfseitige Verbindungen und erlaubt bei Wartungsarbeiten ebenfalls die Benutzung des Portalkrans.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

[0011] In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand einer einwelligen, axialdurchströmten Turbogruppe mit Kohle als Primärbrennstoff dargestellt. Es sind nur die für das Verständnis der Erfindung wesentlichen Elemente gezeigt. Nicht dargestellt von der Anlage sind z.B. die zahlreichen Leitungen zwischen den Maschinen und Apparaten sowie die meisten Abschluß- und Regelarmaturen usw. Die Strömungsrichtung der diversen Arbeitsmittel ist mit Pfeilen dargestellt.

Es zeigen:

- Fig. 1 das Prinzip-Layout der Anlage;
- Fig. 2 eine Mehrfachanlage;
- Fig. 3 eine Draufsicht auf die Turbogruppe mit Umgebung;
- Fig. 4 den Transportweg der Kohle von der Kohlehalde zum Dampferzeuger;
- Fig. 5 das Wärmeschaltbild der Anlage;
- Fig. 6 die Kühlwasserentnahme;
- Fig. 7 das Schaltbild des Flüssigbrennstoffes;
- Fig. 8 das Prinzip-Layout der Anlage mit anderer Windrichtung;
- Fig. 9 das Prinzip-Layout der Anlage mit anderer Gewässerlage.

Weg zur Ausführung der Erfindung

[0012] Gemäß Fig. 1 ist ein Anlagenmodul, welches sämtliche Kraftwerkskomponenten enthält, mit 200 bezeichnet. Ein solches Modul könnte beispielsweise eine 150 MW-Anlage umfassen und wird mit Vorteil in einer rein industriellen Zone erstellt, um Anwohner vor Emissionen wie Staub, Lärm und Lastwagenverkehr zu schützen. Mit 6 ist der Brennstofflagerplatz bezeichnet. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein offenes Kohlelager mit rechteckigem Grundriß. Im gezeigten Beispiel grenzt die Kohlehalde unmittelbar an einem

Fluß 20 an, was bedeutet, daß die Kohleanlieferung mittels Schiff erfolgen könnte. Selbstverständlich kann dies auch über die Eisenbahn oder mittels Lastwagen über Erschließungsstraßen 36 erfolgen. Möglich wäre auch der Transport über Förderbänder, falls sich die Anlage in der Nähe einer Kohlemine befindet.

[0013] Ausgehend von dieser Kohlehalde 6 bestimmen nunmehr die Hauptwindrichtungen 9 die grundsätzliche Ausrichtung der Kraftwerkselemente.

[0014] Die Kohle wird von der Halde 6 zunächst mittels Schaufellader 49 - welcher während der Erstellungsphase auch zu Aushubarbeiten benutzt werden kann - auf einen Flachbett-Aufnehmer 10 geschüttet (Fig. 4). Von dort aus gelangt das angehäuften Fördergut 41 auf das zum Kohlebrecher 20 führende Schrägband 11. Wie bereits eingangs erwähnt, kann durch den Aufnehmer 10 auf eine ausbetonierte Grube, in welche die Kohle über Trichter auf ein Förderband geleitet wird, verzichtet werden. Da sich der Aufnehmer 10 ebenerdig auf einer Fundamentplatte befindet, reduziert sich gegenüber der Grubenlösung durch die neue Maßnahme auch die Länge des Schrägbandes 11, welches auf den üblicherweise etwa 15 -20 m hohen Einlass des Brechergebäudes 12 fördern muss.

[0015] Vom Kohlebrecher aus gelangt das Fördergut zunächst über eine horizontale Fördereinrichtung 14 und dann über eine vertikale Fördereinrichtung 15 auf einen Horizontal-Förderer 43, von dem aus in die Kohlesilos 13 gefüllt wird. Gegenüber der bisher üblichen Schrägbandförderung zu den Silos hat diese Lösung einige Vorteile. Da sich die Beschickung von konventionellen Kesselsilos in der Regel auf einer Höhe von 50 m befindet, bedarf es bei der Schrägbandförderung mit üblicher 14° - 15° Neigung einer Länge von nahezu 200 m. Mit der vorliegenden neuen Maßnahme kann diese Länge drastisch reduziert werden, so daß der Kohlebrecher 20 in nächster Kesselnähe angeordnet werden kann. Darüber hinaus kann die horizontale Fördereinrichtung 14 ebenerdig auf einfachen Betonschwellen errichtet werden. Auf umfangreiche Stahlkonstruktionen wie bei Schrägbandförderung, die überdies bei der Montage eine große Krankapazität verlangen, kann verzichtet werden. Es versteht sich, daß auch der Zugang zu einem in Bodenhöhe verlaufenden horizontalen Förderbandes wegen des Wegfalls von Bedienungs- und Laufgängen erleichtert wird.

[0016] Diese Bauart - zunächst horizontal, dann vertikal - erlaubt überdies die grundsätzliche Standardisierung der anschließenden vertikalen Fördereinrichtung 15. Hierbei handelt es sich um ein ummanteltes Becherwerk mit einer einfachen Tragstruktur, welches ebenfalls ebenerdig aufgestellt ist und zur Aufnahme von horizontalen Lasten vorzugsweise mit der Kesselstruktur verbunden ist. Aus alledem ergibt sich, daß nur die Länge der horizontalen Fördereinrichtung 14 jeweils an unterschiedliche Situationen, d.h. Abstand von der Kohlehalde zum Kessel, anzupassen ist.

[0017] Der Dampferzeuger 1 arbeitet mit atmosphä-

rischer Wirbelschichtfeuerung. Dabei kann grob gebrochene Kohle mit einer Stückgröße von ca. 6 mm verbrannt werden. Der Vorteil ist darin zu sehen, daß außer dem Kohlebrecher 20 keine zusätzliche Kohlemühle benötigt wird. Der Dampferzeuger wird in einem Stahlrahmen gehalten; auf eine Außenverkleidung und eine Überdachung kann verzichtet werden.

[0018] Wie aus Fig. 1 ersichtlich, ist dem Dampferzeuger ein Tank 24 für flüssigen Brennstoff unmittelbar vorgelagert. Dieser Flüssigbrennstoff wird zum Anfahren des Dampferzeugers und zum Stützfeuer benötigt. Der Standort dieses Tankes ist hinsichtlich kurzer Förderwege gewählt. Der Tank selbst ist in einem betonierten Auffangbecken untergebracht. Die Pumpen 25 für den Anfahrstoff befinden sich unmittelbar neben dem Tank 24 auf Sockeln, die aus einer Beton-Fundamentplatte herausragen. Dabei ist diese Fundamentplatte als Auffangbecken für den Pumpenbereich ausgebildet.

[0019] Der Tank kann von der Straße 36 aus mittels Tanklastwagen beladen werden. Als günstige Lösung hat sich herausgestellt, die Pumpen 25 für den Anfahrstoff sowohl zur Speisung der Brenner als auch zum Aufladen des Tankes zu benutzen. Wie dies realisiert werden kann, zeigt Fig. 7. Zum Auffüllen des Tankes saugt die Pumpe 25 über ein entsprechend eingestelltes Dreiwegeorgan 47 Brennstoff aus dem Tankwagen und fördert es über ein weiteres entsprechend eingestelltes Dreiwegeorgan 46 via Fülleitung 48 in das Behältnis. Zum Anfahren des Dampferzeugers und bei Stützfeuer fördert die Pumpe 25 über die wiederum entsprechend eingestellten Dreiwegeorgane 47 und 46 den Brennstoff aus dem Tank 24 zu den Brennern 45 des Kessels 1.

[0020] Da der Dampferzeuger 1 mit atmosphärischer Wirbelschichtfeuerung arbeitet, ist eine Entschwefelung der Rauchgase nicht erforderlich. Demzufolge schließt sich an den Kessel unmittelbar die Rauchgasreinigung 16 an, die im wesentlichen aus einem elektrostatischen Abscheider oder einem Gewebefilter besteht. Die gereinigten Abgase werden über den Kamin 17 an die Atmosphäre abgegeben. Aus Fig. 1 ist erkennbar, daß der Dampferzeuger 1, die Rauchgasreinigung 16 und der Kamin 17 in der Längsachse des Kessels in einer sogenannten Rauchgasachse 18 angeordnet sind.

[0021] Parallel zu dieser Rauchgasachse 18 verläuft nunmehr die Maschinenachse 33. In dieser Achse ist die Turbogruppe 2,3 und der Kondensator 4 sowie die Transformatoren 7 und vorzugsweise die Freiluft-Schaltanlage 34 angeordnet. Man erkennt hier die Abweichung zu üblichen Anlagen, bei denen sich die Turbogruppe in der Regel an der Stirnseite des Dampferzeugers 1 befindet.

[0022] Im Modul 200 weiter ersichtlich ist das Straßensystem 36, welches die Anlage erschließt, eine Werkstatt 31 und ein Schaltanlagegebäude 32, sowie die Kühlturmanlage 35, das dahin führende Zusatzwas-

ser 19 und die Wasseraufbereitung 30. Um die Rohrleitungen kurz zu halten, wird eine größtmögliche Nähe der Kühlturmanlage zum Kondensator 4 angestrebt. Für diese Rohrleitungen ist eine überirdische Anordnung gewählt, um die Bauarbeiten anlässlich der Anlagenerstellung nicht zu beeinträchtigen. Die Ausrichtung der aneinandergereihten Kühlzellen geschieht sowohl in Funktion der vorherrschenden Windrichtung als auch der Distanz zur Turbine und zum Kessel; hierbei gilt es, die Ventilation der Kühltürme nicht zu beeinträchtigen.

[0023] Die Zusatzwasserentnahme geschieht ohne die bisher üblichen umfangreichen Einlaufwerke. Wie in Fig. 6 dargestellt, wird das Zusatzwasser in einfachster Weise über eine Schmutzwasserpumpe 22 gefördert. Diese Pumpe ist im vorliegenden Beispiel in einer im Gewässer 20 versenkten Betonröhre 21 angeordnet. Die Betonröhre besteht vorzugsweise aus einzelnen aufeinandergestapelten Betonringen, von denen mindestens einer mit Einlaßöffnungen 44 versehen ist. Die Röhre 21 und die Pumpe 22 stehen auf einer dünnen im Flußboden eingelassenen Betonplatte. Begehrbar ist die Wasserentnahme über einen Laufsteg 37. Die Wasserrohre 19 verlaufen in Bodennähe und stützen sich auf Schwellen 38 ab.

[0024] Soweit wie möglich ist mechanisches und elektrisches Zubehör vorgefertigt und vormontiert und wird in Transportcontainern in die Anlage verbracht. Die Container werden bei der Montage mittels Kran auf einfache Betonschwellen gestellt. Damit können sowohl das Anpassungsengineering als auch die Montagezeit reduziert werden. Dies gilt auch für das gesamte Schmier- und Steuerölsystem mitsamt Öltank und Pumpen, welche vormontiert angeliefert und unmittelbar neben der Turbogruppe in einem Beton-Auffangbecken untergebracht werden.

[0025] Fig. 2 zeigt bei gleicher Windrichtung und gleichem Flußlauf wie in Fig. 1 eine Dreifachanordnung von Modulen 200. Der einzige Unterschied zur Anlage gemäß Fig. 1 ist in den durchgehenden Straßenzügen 36 zu sehen. Erkennbar ist somit, daß eine Anlage zu einem beliebigen Zeitpunkt ausbaubar ist ohne Beeinträchtigung des Betriebes der bereits bestehenden Module. Ist bereits vor der Erstellung einer Kraftwerksanlage klar, daß sie aus mehreren Modulen bestehen wird, so wird man selbstverständlich Überlegungen hinsichtlich einer gemeinsamen Kohlehalde und einer gemeinsamen Kühlwasserentnahme anstellen.

[0026] In Fig. 3 sind jene Elemente gezeigt, die gemäß Erfindung von einem Portalkran 8 überstrichen werden. Am rechten Bildrand ist die Rauchgasachse 18 mit den Elementen Pumpen 25 für Anfahrstoff, Kohlesilos 13, Dampferzeuger 1 und Rauchgasreinigung 16 dargestellt. Die Tatsache, daß die Anlage ohne Gebäude auskommt und die - später zu beschreibende - Anordnung der Vorwärmer auf der dem Kessel abgewandten Seite, führt nunmehr dazu, daß die eigentliche Turbine 2 in unmittelbarer Nähe des Kessels 1 aufgestellt werden kann, was außerordentlich kurze, in dieser

Figur nicht dargestellte Verbindungsleitungen ermöglicht. Dies gilt insbesondere für die Frischdampfleitung.

[0027] Die Kranschienen 39 des Portalkrans 8 sind beidseitig auf Betonsäulen 40 abgestützt, wodurch die Durchführung von Dampfleitungen, Wasserleitungen und Kabelkanälen nicht behindert wird. In ihrer Länge sind sie so bemessen, daß sie den Eigenbedarfstransformator 7 und den Speisepumpenblock 26, die beide in der Maschinenachse 33 angeordnet sind, mitumfassen. Die Kranbreite ist so gewählt, daß der Kran auch die Vorwärmanlage 5 und das in Containerbauweise ausgeführte Schaltanlagegebäude 32 mitbedienen kann. Damit ist zum Ausdruck gebracht, daß dieser Kran auch für die Ersterstellung der Anlage gebraucht wird, wodurch auf mobile Hebeanlagen verzichtet werden kann. Dementsprechend ist die Tragkraft des Kranes für die schwersten Turbinenteile ausgelegt, die anlässlich der Montage zu bewegen sind. Dies gilt nicht für den Generator 3, der vorzugsweise über Gleitschienen in seine Betriebslage gebracht wird.

[0028] Der Vorteil der ebenerdigen Aufstellung aller genannten Elemente und deren Bedienung mittels Portalkran ist nicht zu unterschätzen. Denn gerade in jenen Marktsegmenten, die unter anderem aus klimatischen Gründen eine Freiluftaufstellung der Anlage ermöglichen, sind oftmals mobile Kräne mit genügender Auslegung und Tragkraft nicht verfügbar. Dies gilt insbesondere bei einem unplanmäßigen Ausfall der Anlage, bei dem sofort Abhilfe geschaffen werden soll.

[0029] Was die eigentliche Maschine betrifft, hier bestehend aus einer Dampfturbine mit einem Hochdruckteil 2A, einem Mitteldruckteil 2B und einem Niederdruckteil 2C sowie dem Generator 3, so muß der Begriff ebenerdig relativiert werden. In der Tat handelt es sich um eine quasi-ebenerdige Aufstellung, worunter zu verstehen ist, daß es sich nicht um eine Konstruktion handelt, bei welcher die Maschine auf einem Fundamentisch abgestellt ist, der seinerseits von Stahl- oder Betonsäulen getragen wird. Diese quasi-ebenerdige Aufstellung der Maschine wird dadurch ermöglicht, daß der Abdampf der Niederdruckturbine 2C axial ausgerichtet ist und daß der Kondensatorhals des auf gleichem Niveau liegenden Kondensators 4 an den Abdampf angeflanscht ist. Diese Bauweise ermöglicht es, daß die Maschinenachse 33 lediglich ca. 5.5 m über Boden zu liegen kommt. Damit erübrigt sich die übliche Betriebsplattform rund um die Maschine sowie allfällige Zwischenböden. Plattformen mit entsprechenden Treppenaufgängen werden nur dort vorgesehen, wo der Zugang für Betriebspersonal und für Wartungszwecke absolut erforderlich ist.

[0030] Die Turbogruppe 2, 3 mitsamt dem Kondensator 4 ruht auf einer einfachen monolytischen Beton-Fundamentplatte, wobei aus dem Fundament herausragende Säulenplatten die Lager und die Gehäuse abstützen. Die oben erwähnten erforderlichen Plattformen befinden sich auf ca. 4.5 m Höhe über Boden. Auf ihnen sind die Ölleitungen verlegt.

[0031] Wegen der Freiluftaufstellung sind die Turbinengehäuse mit wetterfesten Umschalungen mit entsprechenden konzipierten Lüftungsöffnungen ausgerüstet. Diese Umschalungen stützen sich ebenfalls auf den genannten Plattformen ab.

[0032] Alle Turbinengehäuse sind mit einer horizontalen Trennebene versehen, und zumindest alle Dampfanzapfungen (110 in Fig. 5) sind an der jeweils unteren Gehäusehälfte angeordnet. Für die bei Wartungsarbeiten an den Beschauelungen oder am Rotor erforderliche Abdeckung der oberen Gehäusehälften müssen diese Leitungen daher nicht entfernt werden. Auch hat die dadurch bedingte tiefe Leitungsverlegung über dem Boden den Vorteil, daß die Abstützungen der Rohre einfach ausgeführt werden können und bereits anlässlich der Erstmontage eine anspruchslose Einrüstung vorgesehen werden kann. Zudem ist der Zugang bei durchzuführenden Schweißarbeiten, Prüfungen und Isolierungen vereinfacht.

[0033] Die bodennahe Führung der Anzapfdampfleitungen legt es nunmehr nahe, auch die Speisewasservorwärmer 5 entsprechend anzuordnen. Sie werden unmittelbar neben der Turbine liegend angeordnet. Im Beispielsfall einer 150 MW Anlage besteht die Vorwärmanlage aus 5 (fünf) Apparaten, die nebeneinander angeordnet sind. Es versteht sich, daß sie - ohne von der zugrundeliegenden Grundidee der ebenerdigen Anordnung abzuweichen - teilweise übereinander liegen können, z.B. 3 Vorwärmer auf Boden und 2 Vorwärmer darüber liegend. Massgebend ist lediglich, daß sie vom Portalkran bedienbar sind. Die gewählte Anordnung neben der Turbine bewirkt kurze Anzapfdampfleitungen. Die Tatsache, daß sie nicht auf der Kesselseite, sondern auf der gegenüberliegenden Seite liegen, hat den Vorteil einer Entflechtung der Anzapfdampfleitungen und der zum Dampferzeuger führenden Dampfleitungen. Die bodennahe Aufstellung der Vorwärmer ermöglicht zudem einfache Abstützungen in Form von Betonsockeln, welche ebenfalls die Speisewasserleitungen und die Anzapfdampfleitungen tragen.

[0034] Alle Vorwärmer 5 weisen im wesentlichen die gleichen Dimensionen auf und sind wasserseitig für den gleichen Druck ausgelegt. Damit ist bereits angedeutet, daß der Wasser-Dampfkreislauf so ausgelegt ist, daß er ohne Speisewassertank/Entgaser auskommt. Dieser an sich übliche große und schwere Apparat ist in der Regel in ca. 15 m Höhe angeordnet und bedarf entsprechend kostspieliger Abstützungen. Der Wegfall dieses Tankes und der entsprechenden Leitungsführung führt zu einer erheblichen Reduzierung der Investitionskosten und der Montagezeit.

[0035] Der Wasser-Dampfkreislauf ist im Wärmeschaltbild der Fig. 5 vereinfacht dargestellt und nachstehend kurz erläutert. Das Speisewasser tritt mit üblichen Bedingungen (170 bar, ca. 250°C) in den Economiser 101 des Dampferzeugers 1 ein und gelangt von dort in die Dampftrommel 103. Im Naturumlauf wird das Wasser durch den Verdampfer 102 und als Sattdampf

zurück in die Trommel geführt. Im mehrteiligen (nicht dargestellt) Überhitzer 104 wird es auf seine Endtemperatur von 540°C erhitzt und über die Frischdampfleitung 105 in den Hochdruckteil 2A der Dampfturbine eingeleitet. Darin entspannt der Dampf unter Abgabe von Leistung auf einen Druck von ca. 40 bar. Über die kalte Zwischenüberhitzerleitung 106 gelangt der Dampf zurück in den Kessel, wird dort im Zwischenüberhitzer erneut auf ca. 540° aufgeheizt und über die heiße Zwischenüberhitzerleitung 108 in den Mitteldruckteil 2B der Dampfturbine eingeleitet. Nach erneuter Teilentspannung gelangt der Dampf vom Mitteldruckteil in den Niederdruckteil 2C, in welchem er auf Kondensatordruck entspannt wird. Im wassergekühlten Kondensator 4 wird der Dampf niedergeschlagen, das Kondensat sammelt sich im nichtdargestellten Hotwell, von wo aus es mittels der Kondensatpumpe 111 in die Vorwärmanlage gefördert wird. Soweit sind Anlagen hinlänglich bekannt.

[0036] Zur Vereinfachung der Vorwärmanlage wurde nunmehr folgendes Konzept gewählt. Die Speisepumpe 26 ist zweistufig ausgeführt. Wasserseitig ist eine Vorpumpe 27 stromaufwärts der Vorwärmer 5 und eine Hauptpumpe 28 stromabwärts der Vorwärmer angeordnet. Die zweistufige Speisepumpe ist mit einem gemeinsamen Antrieb 29 versehen. In den Vorwärmern wird das Speisewasser auf die Kesseleintrittstemperatur aufgeheizt mittels Anzapfdampf, welcher über die Anzapfleitungen 110 entsprechenden Stufen der Turbinen 2A-2C entnommen wird. Die zweistufige Ausführung der Speisepumpe hat den Vorteil, daß alle Vorwärmer wasserseitig auf den gleich niedrigen Druck ausgelegt werden können und damit kostengünstig zu fertigen sind. Der Enddruck der Vorpumpe 27 wird gewählt in Funktion des Druckverlustes innerhalb des Vorwärmerstranges und des zulässigen Eintrittsdruckes der Hauptpumpe 29.

[0037] Als Besonderheit ist im Vorwärmerstrang zwischen Kondensatpumpe 111 und Speisepumpe 27 ein Ausgleichstank 23 für Kaltkondensat vorgesehen. Dieser Tank kann mit einem dampf- oder inertgasförmigen Druckpolster arbeiten und dient als Vorlage für die Speisepumpe 27. In Funktion tritt dieser Tank insbesondere bei nicht-stationären Betriebszuständen.

[0038] Im Wärmeschaltbild der Fig. 5 ist auch der Generator 3 gezeigt. Dieser Generator 3 ist luftgekühlt, wobei die Kühlerbox 112 direkt an den Generator angeflanscht ist. Eine Besonderheit ist, daß zum Rückkühlen der in geschlossenem Kreis zirkulierenden Kühlluft nichtentsalztes Kühlwasser aus dem Hauptkühlkreislauf 51 entnommen wird. Im Gegensatz zu bisherigen Luft/Wasserkühlern, deren Kühlelemente meist aus Kupfer resp. Nickel ausgeführt sind, wird deshalb Edelstahl verwendet. Nichtsdestoweniger wird das Kühlsystem kostengünstiger, da wegen der Verwendung von Hauptkühlwasser zur Generatorkühlung das für sonstige Zwecke benötigte Zwischenkühlsystem, welches mit aufbereitetem Wasser arbeitet, kleiner und

somit billiger dimensioniert werden kann.

[0039] Dadurch, daß auch die Generatorachse sich auf einer Höhe von ca. 5.5 m über Boden befindet, ist die Möglichkeit gegeben, die nicht dargestellten Generatorschalter und Erregerausrüstung unterhalb des Generators anzuordnen. Sie können auf einer einfachen Betonplatte abgestellt sein. Die Generatorableitungen sind demzufolge an der Unterseite des Generators angeordnet und verlaufen in Reihe, was zu kürzesten Leitungslängen führt. Diese Lösung vermeidet aufwendige Tragkonstruktionen, wie sie vom seitlichen Abgang der Ableitungen oberhalb des Generators her bekannt sind.

[0040] Aus den Fig. 1 und 3 ist die in nächster Nähe des Generators 4 erfolgte Aufstellung der Transformatoren 7 erkennbar, was zu kurzen Stromschienen 50 führt. Der Eigenbedarftransformator und die Blocktransformatoren sind durch eine Brandschutzwand voneinander getrennt. Die Anlage ist so konzipiert, daß mindestens der Eigenbedarftransformator vom Portalkran aus bedient werden kann.

[0041] Die Schaltanlage 34 kann als gasisolierter Hochspannungsmodul konzipiert werden, wodurch einerseits der Landbedarf erheblich reduziert wird und andererseits die Schaltanlage sehr nahe an die Transformatorenanlage errichtet werden kann. Die Schaltanlagen und der Wartenraum sind ebenfalls als Container ausgeführt. Die Module werden vorgefertigt mittels Portalkran auf eine ebenerdige Fundamentplatte mit umlaufendem Sockel aufgesetzt. Der so entstehende Raum dient als Kabelkeller.

[0042] Die Figuren 8 und 9 zeigen das gewählte Prinzip-Layout einerseits bei anderer Windrichtung, andererseits bei anderem Verlauf des Gewässers. Entsprechend der Vorgabe ist die Kohlehalde 6 bei beiden Anordnungen jeweils windabwärts angeordnet. Anhand dieser Figuren zeigt sich der große Vorteil des Kohleförderkonzepts. Lediglich die Länge und der Verlauf des horizontalen Förderers 14 sind an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Die Anlage in Fig. 9 unterscheidet sich von jener in Fig. 8 durch den anders verlaufenden Fluss 20. Dies führt aufgrund der anders zu konzipierenden Wasserentnahme lediglich zu einer unterschiedlichen Geometrie des Moduls 200.

Bezugszeichenliste

[0043]

1	Dampferzeuger
2	Kondensationsdampfturbine
2A	Hochdruckteil
2B	Mitteldruckteil
2C	Niederdruckteil
3	Generator
4	Kondensator
5	Vorwärmanlage
6	Brennstofflagerplatz

7	Transformatoren
8	Portalkran
9	Hauptwindrichtung
10	Flachbett-Aufnehmer
11	Schrägband
12	Kohlebrecher
13	Kohlesilo
14	horizontale Fördereinrichtung
15	vertikale Fördereinrichtung
16	Rauchgasreinigung
17	Kamin
18	Rauchgasachse
19	Zusatzwasser
20	Gewässer
21	Betonröhre
22	Schmutzwasserpumpe
23	Ausgleichstank Kaltkondensat
24	Tank für flüssigen Brennstoff
25	Pumpe für Anfahrbbrennstoff
26	Speisepumpe
27	Vorpumpe
28	Hauptpumpe
29	Speisepumpen-Antrieb
30	Wasseraufbereitung
31	Werkstatt
32	Schaltanlagegebäude
33	Maschinenachse
34	Schaltanlage
35	Kühlturm
36	Erschließungsstraße
37	Laufste
38	Schwelle
39	Kranschiene
40	Betonsäulen
41	Fördergut
43	Horizontal-Förderer
44	Einlaßöffnungen in 21
45	Benner in 1
46	Dreiwegeorgan
47	Dreiwegeorgan
48	Fülleitung
49	Schaufellader
50	Stromschiene
51	Hauptkühlwasser
101	Economizer
102	Verdampfer
103	Dampftrommel
104	Überhitzer
105	Frischdampfleitung
106	kalte ZÜ-leitung
107	Zwischenüberhitzer
108	heiße ZÜ-leitung
110	Anzapfleitung
111	Kondensatpumpe
112	Kühlmodul Generator
200	Modul

Patentansprüche

1. Dampfkraftwerk, im wesentlichen bestehend aus einem Dampferzeuger (1) einer Turbogruppe mit Kondensationsdampfturbine (2) und Generator (3), einem wassergekühlten Kondensator (4) und einer anzapfdampfbeheizten Vorwärmanlage (5), dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Komponenten des Dampfkraftwerkes inklusive des Brennstofflagerplatzes (6) ebenerdig und in Freiluftaufstellung angeordnet sind, wobei die Turbogruppe (2,3) mitsamt des Kondensators (4), der Vorwärmanlage (5) mit zugehörigen Pumpen sowie die Transformatoren (7) so arrangiert sind, daß sie von einem Portalkran (8) überstreichbar wären.
2. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Brennstofflagerplatz (6) eine Kohlehalde ist, die - in den Hauptwindrichtungen (9) gesehen - zumindest annähernd windabwärts hinter der Turbogruppe (2,3) und dem Dampferzeuger (1) angeordnet ist.
3. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sämtliche Komponenten des Dampfkraftwerkes inklusive des Brennstofflagerplatzes (6) ein Modul (200) mit rechteckigen Grundriss bilden, wobei eine beliebige Anzahl von Modulen (200) nebeneinander angeordnet werden kann.
4. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein ebenerdig angebrachter Flachbett-Aufnehmer (10) zum Transport der ungemahlene Kohle auf ein Schrägband (11) zu einem Kohlebrecher (12) vorgesehen ist. (Fig. 4)
5. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dampferzeuger (1) aus zumindest einem Kohlesilo (13) mit Kohle versorgt wird, wobei der mindestens eine Kohlesilo (13) mit dem Kohlebrecher (12) über eine zumindest annähernd horizontal verlaufende Fördereinrichtung (14) mit anschließender vertikaler Fördereinrichtung (15) verbunden ist. (Fig. 3)
6. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Dampferzeuger (1), die Rauchgasreinigung (16) und der Kamin (17) in Reihe in einer gemeinsamen Rauchgasachse (18) angeordnet sind und dabei die Turbogruppe (2,3) in unmittelbarer Nähe hierzu angeordnet und parallel dazu ausgerichtet ist. (Fig. 3)
7. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Niederdruck-Dampfturbine (2C) der Turbogruppe einen axialen Austritt

aufweist und der Dampfkondensator (4) sich in der axialen Verlängerung der Dampfturbine befindet, wobei sich die Lager und Gehäuse direkt auf Betonsockeln abstützen, welche auf einem ebenerdigen Fundament angeordnet sind.

5

8. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Vorwärmer (5) wasserseitig für den gleichen Druck ausgelegt sind, im wesentlichen die gleichen Dimensionen aufweisen und neben der Turbogruppe (2,3) liegend angeordnet sind. (Fig. 3) 10
9. Dampfkraftwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß stromaufwärts der Vorwärmeranlage (5) ein mit Kaltkondensat beladener Ausgleichstank (23) vorgesehen ist. (Fig. 5) 15
10. Dampfkraftwerk nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Speisepumpe (26) zweistufig ausgeführt ist, wobei wasserseitig eine Vorpumpe (27) stromaufwärts der Vorwärmer (6) und eine Hauptpumpe (28) stromabwärts der Vorwärmer angeordnet sind. (Fig. 5) 20
11. Dampfkraftwerk nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die zweistufige Speisepumpe einen gemeinsamen Antrieb (29) aufweist. (Fig. 5) 25
12. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Generator (3) luftgekühlt ist und daß zum Rückkühlen der in geschlossenem Kreis zirkulierenden Kühlluft nichtentsalztes Hauptkühlwasser (51) aus dem Kondensatorkühlkreislauf entnommen wird. 30 35
13. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zusatzwasser (19) über mindestens eine, in einer mit Einlaßöffnungen (44) versehenen und in einem Gewässer (20) versenkten Betonröhre (21) angeordneten Schmutzwasserpumpe (22) gefördert wird. (Fig. 6) 40
14. Dampfkraftwerk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Anfahren des Dampferzeugers und zum Stützfeuer flüssiger Brennstoff verwendet wird, welcher in einem unmittelbar neben dem Dampferzeuger (1) angeordneten Tank (24) gelagert ist, wobei die Pumpen (25) für den Anfahrbrennstoff sowohl zur Speisung der Brenner als auch zum Befüllen des Tankes benutzt werden. (Fig. 7) 45 50

55

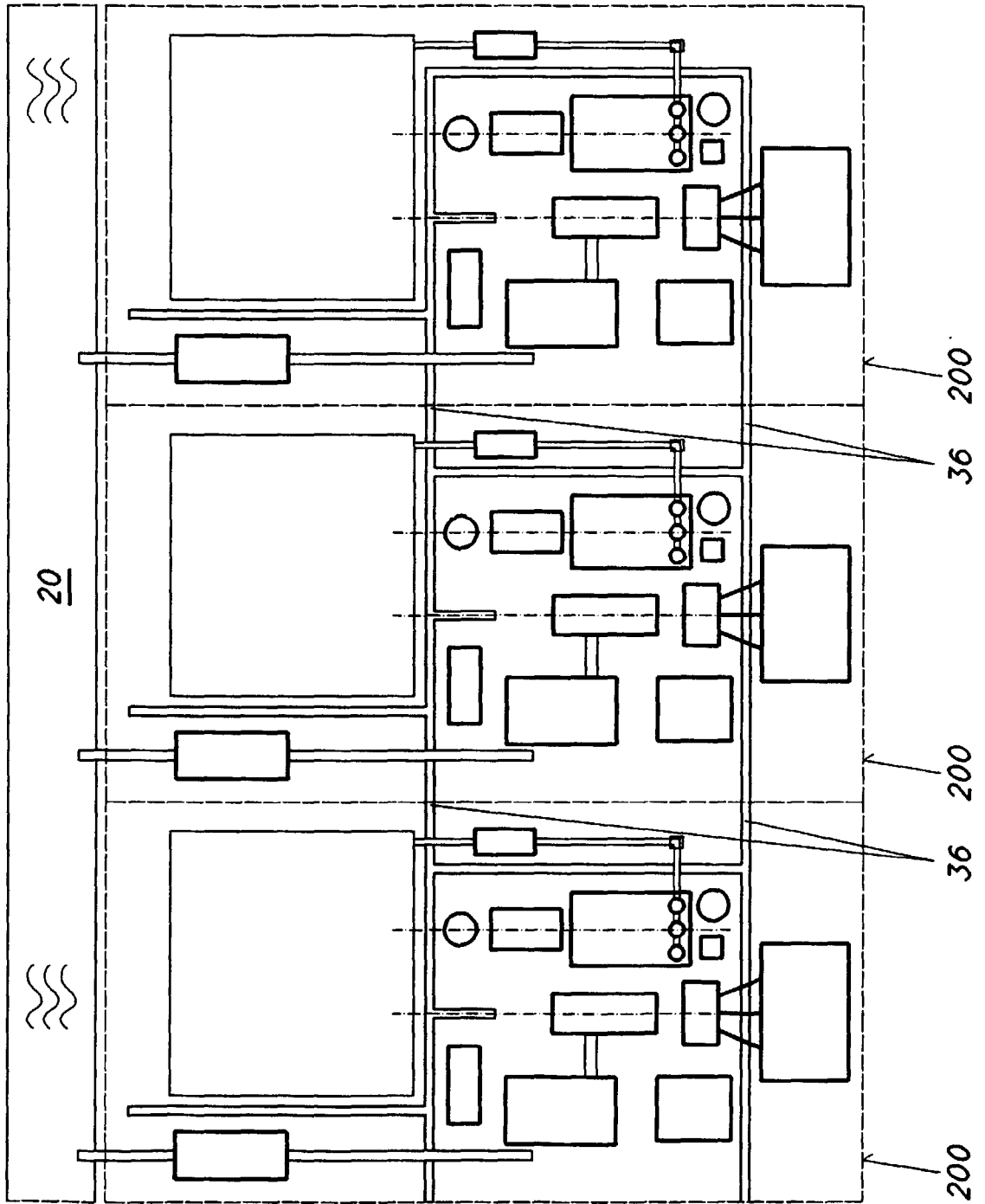


FIG.2

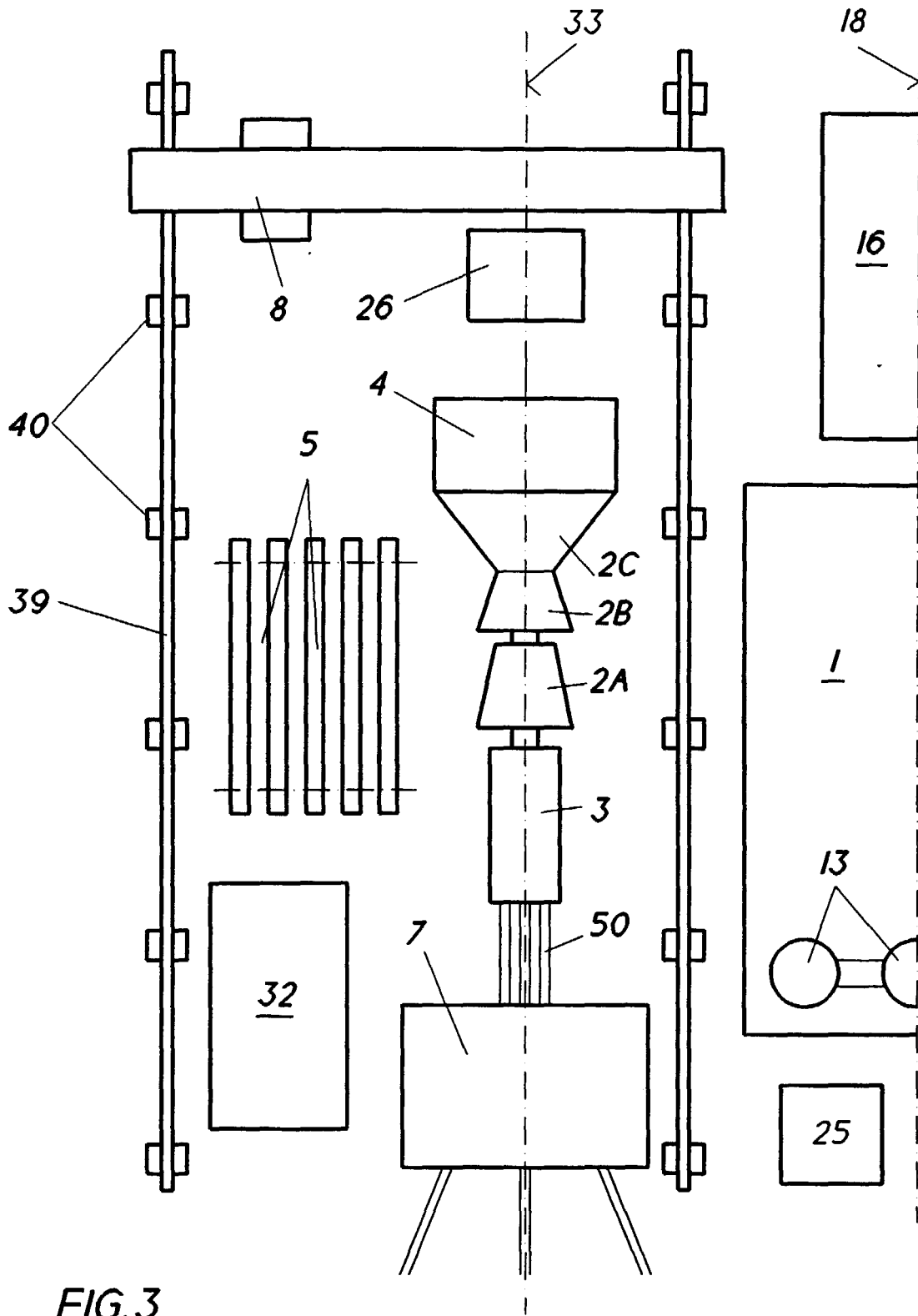
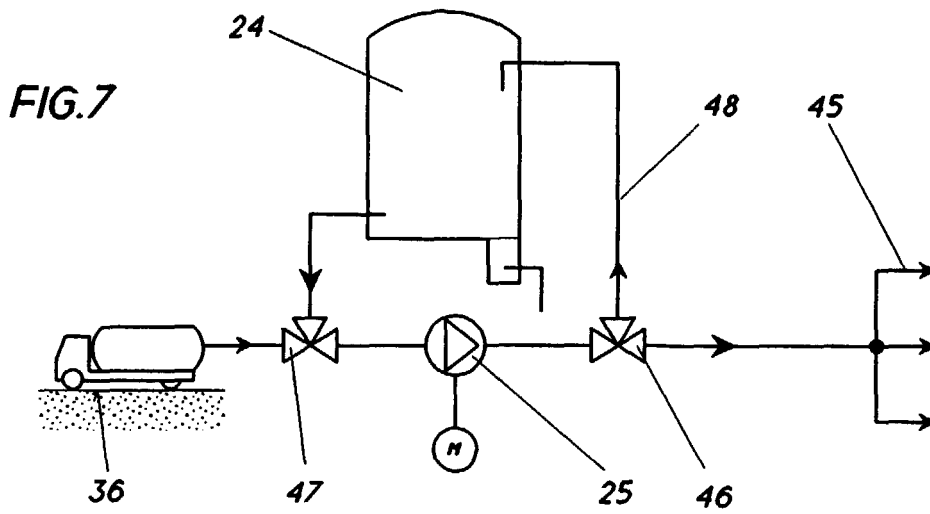
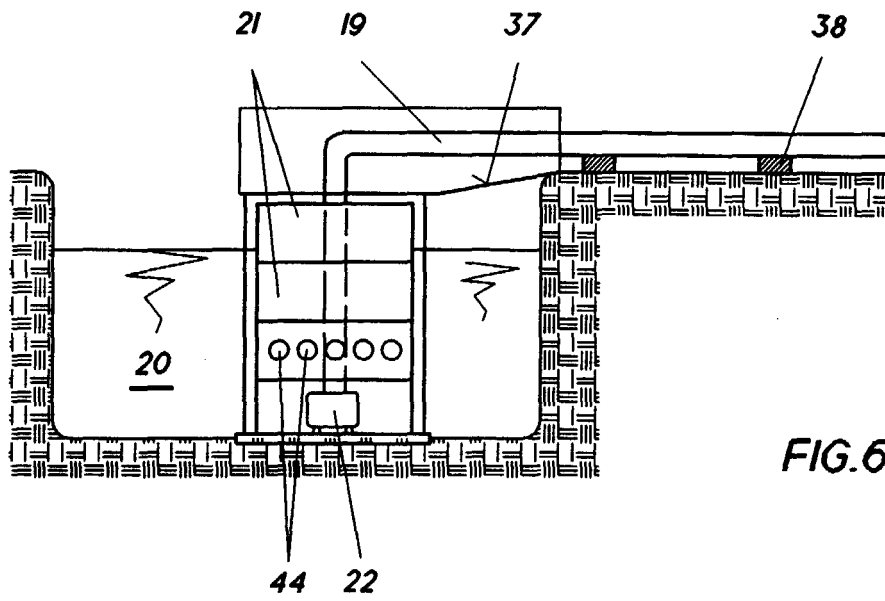
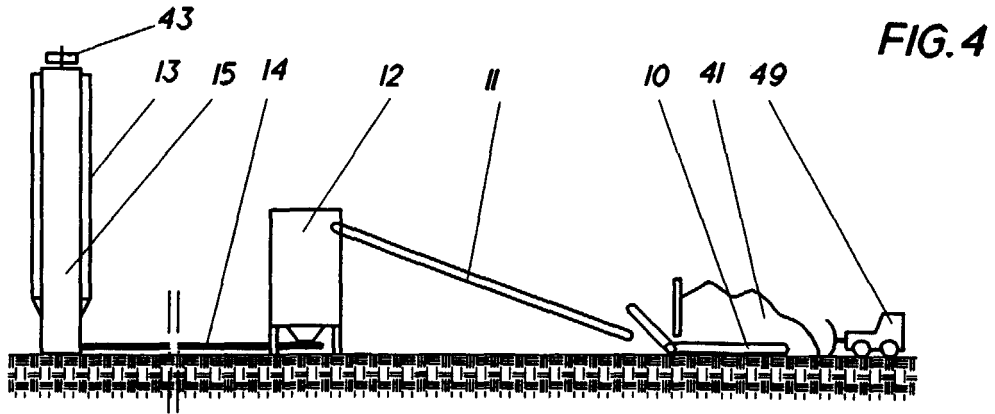


FIG. 3



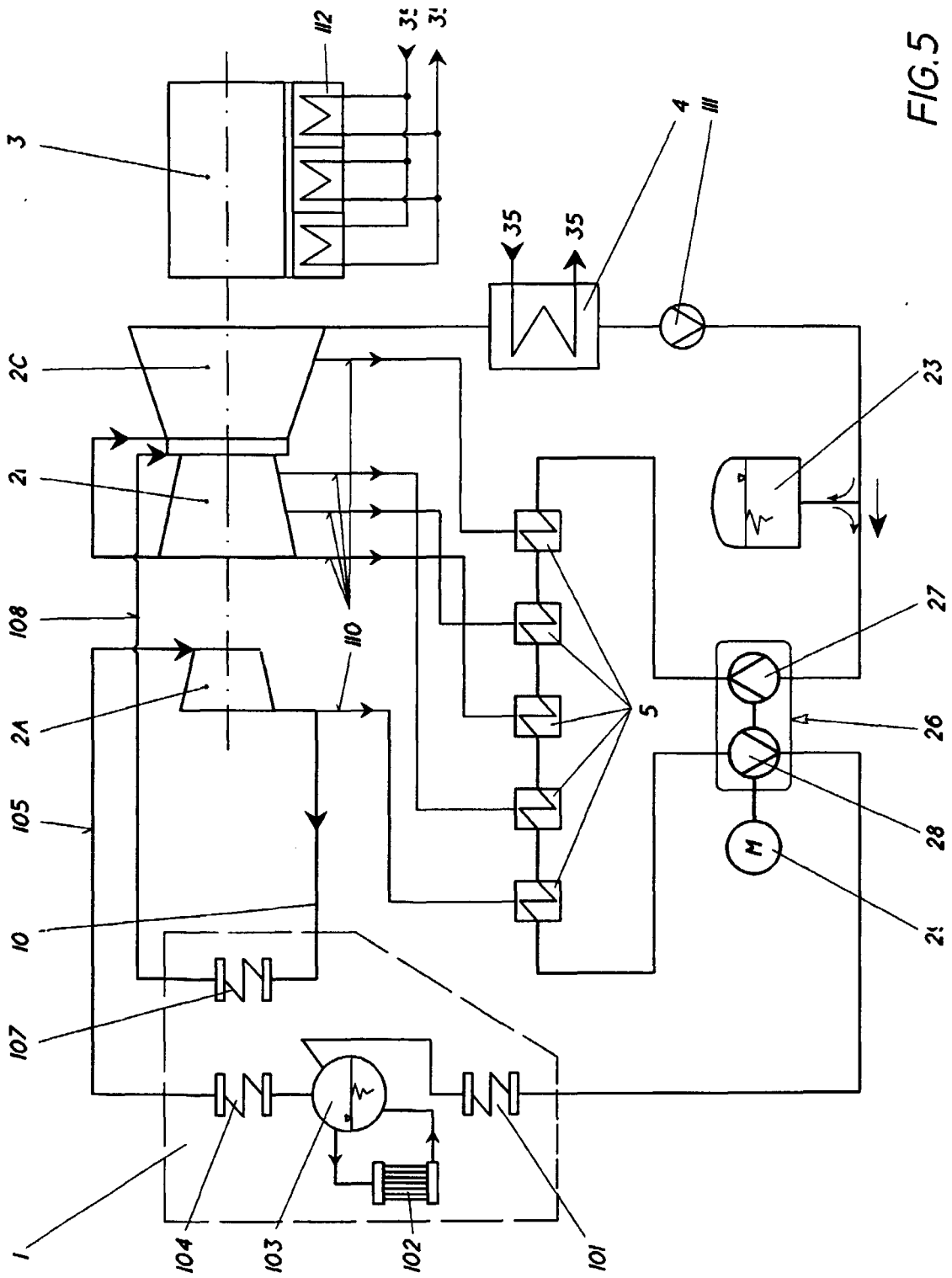


FIG. 5

FIG. 8

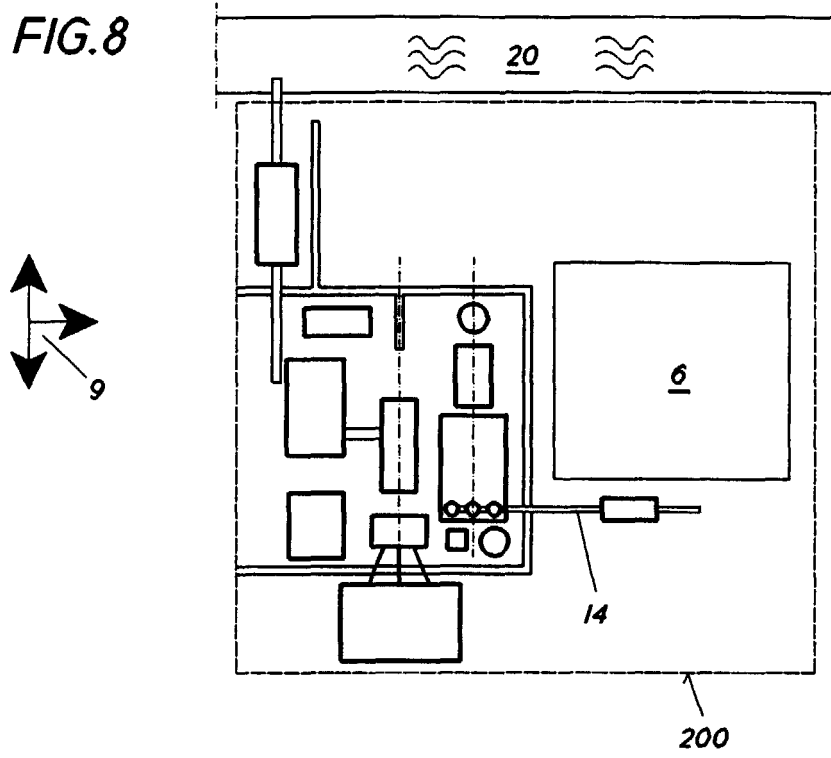
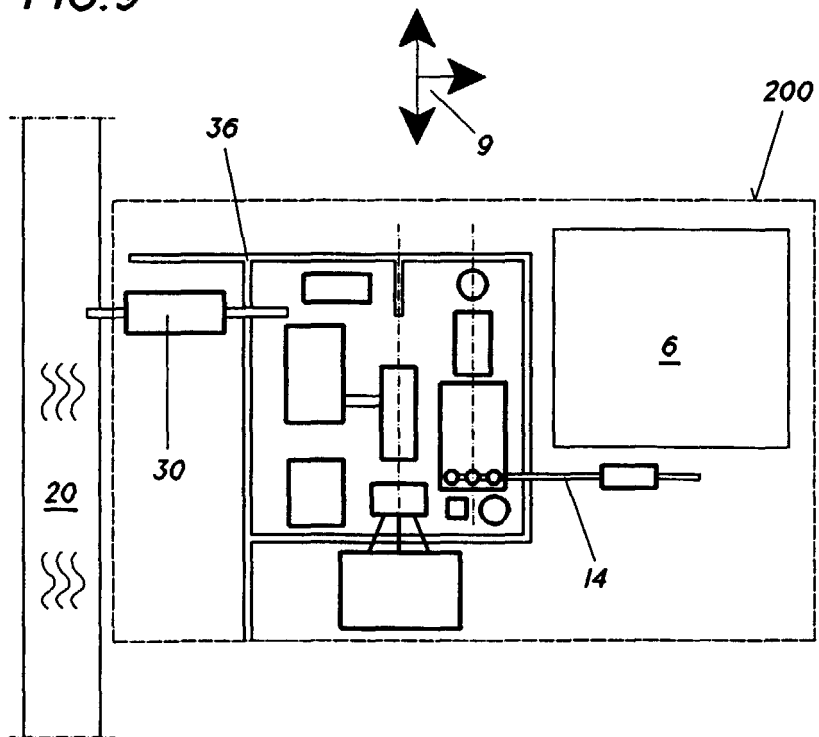


FIG. 9





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 98 81 1166

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	BE 669 251 A (VEB ENERGIEPROJEKTIERUNG) * Seite 4, Zeile 1 - Zeile 21; Abbildungen *	1	F01K13/00
X	DE 14 26 918 A (VEB ENERGIEPROJEKTIERUNG) 14. Mai 1969 * Seite 2, Absatz 2 - Seite 4, Absatz 2; Abbildungen *	1	
A	FR 2 452 196 A (TOKYO SHIBAURA DENKI) 17. Oktober 1980 * Seite 5, Zeile 22 - Zeile 35; Abbildungen *	3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F01K
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	4. Mai 1999	Van Gheel, J	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04/C03)

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

EP 98 81 1166

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

04-05-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
BE 669251 A		KEINE	
DE 1426918 A	14-05-1969	KEINE	
FR 2452196 A	17-10-1980	JP 55123593 A	24-09-1980
		DE 3010232 A	25-09-1980
		GB 2052592 A, B	28-01-1981

EPO FORM P0461

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