



(19)

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 724 113 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
31.07.1996 Patentblatt 1996/31

(51) Int. Cl.⁶: F22G 5/12

(21) Anmeldenummer: 95118402.7

(22) Anmeldetag: 23.11.1995

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK FR GB IT LI LU NL SE

(30) Priorität: 27.01.1995 DE 19502538

(71) Anmelder: Helmut Bälz GmbH
D-74076 Heilbronn (DE)

(72) Erfinder:
• Bälz, Helmut
D-74076 Heilbronn (DE)

• Ehrhardt, G., Dr.-Ing.
D-52076 Aachen (DE)
• Hesselbacher, Hans, Dipl.-Ing.
D-74199 Untergruppenbach (DE)

(74) Vertreter: Patentanwälte
Rüger, Barthelt & Abel
Postfach 348
73704 Esslingen a.N. (DE)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Dampfkühlung

(57) Zur Kühlung von dampfförmigen Medien sind ein Verfahren und eine Vorrichtung (10) vorgesehen worden, bei dem bzw. der dem dampfförmigen Medium sowohl kälteres, ebenfalls dampfförmiges Medium, als auch eine Flüssigkeit zugemischt werden. Dieses Verfahren wird insbesondere bei der Kühlung von Heißdampf auf niedrigere, für einen Wärmeverbraucher (2) geeignete Temperaturen angewendet. Die dazu verwendete Dampfkühlvorrichtung weist eine mit Heißdampf beaufschlagbare Treibdüse (34) auf, der eine Fangdüse (58) gegenüberliegt, an die sich ein Mischkanal (62) anschließt. Zwischen der Fangdüse (58) und der Treibdüse (34) ist ein Saugspalt (60) begrenzt, der mit kälterem Dampf beaufschlagt ist. Zusätzlich ist eine mit Wasser beaufschlagte Einspritzdüse vorgesehen,

die bei einer ersten Ausführungsform so angeordnet ist, daß sie einen Wasserstrahl axial und konzentrisch zu der Treibmitteldüse (34) ausläßt, der von dem Treibdampf umgeben ist. Bei einer anderen Ausführungsform ist die Wassereinspritzdüse den Mischkanal (62) radial durchgreifend angeordnet. In beiden Fällen wird das eingespritzte Wasser von einem Dampfstrahl erfaßt und zerstäubt, der aus einem Gemisch von als Treibmittel dienenden Heißdampf und zugemischtem, kälterem Dampf besteht. Die Strömungsgeschwindigkeit ist auch im Teillastbereich, daß heißt bei geringen eingelassenen Heißdampfmengen so hoch, daß das eingespritzte Wasser sicher zerstäubt und verdampft wird.

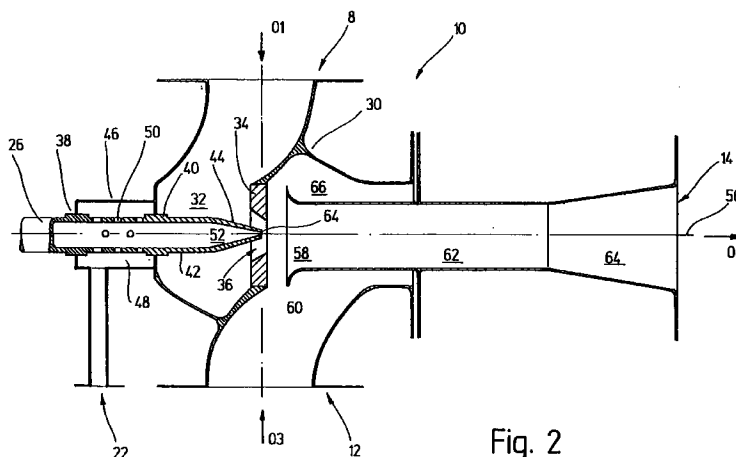


Fig. 2

EP 0 724 113 A1

Beschreibung

Sowohl in der Wärme- als auch in der Verfahrenstechnik müssen Gase oder Dämpfe häufig gekühlt werden. Dies ist beispielsweise der Fall, wenn Dampf zu Heizzwecken geliefert wird, der zum Erreichen einer hohen Energiedichte gespannt ist, daß heißt unter einem höheren Druck steht sowie eine hohe Temperatur aufweist, die über 500 Grad Celsius liegen kann. Auf der Seite der Wärmeverbraucher sind aber häufig viel geringere Temperaturen gewünscht, so daß es erforderlich ist, die Dampftemperatur bei dem Wärmeverbraucher herabzusetzen. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß der gespannte und überhitzte Dampf mit Kondensat, mit kälterem Dampf oder mit Kaltwasser vermischt wird.

Aus der Praxis ist es bekannt, dem überhitzten Dampf mittels einer Strahlpumpe Naßdampf zuzuführen. Die Strahlpumpe ist dabei mit ihrem Treibmittelschluß an dem Heißdampf angeschlossen und an ihrem Sauganschluß ist ein zu einem Kondensatableiter führender Kanal vorgesehen. Die Strahlpumpe saugt den in dem Kondensatableiter aus nachverdampfendem Kondensat entstehenden Naßdampf ab, wobei sich der Naßdampf in der Strahlpumpe mit dem Heißdampfstrahl mischt.

Der entstehende Dampf hat eine verringerte Temperatur, wobei er jedoch in der Regel noch etwas überhitzt, also weder satt noch naß ist. Die maximal beimischbare Naßdampfmenge und damit die erreichbare Temperaturniedrigung an der Strahlpumpe sind durch die anfallende Kondensatmenge und Kondensattemperatur begrenzt, die die Nachverdampfung des Kondensats bestimmen.

Es ist außerdem bekannt, den Dampf durch Wasserinjektion abzukühlen, wobei der Kühleffekt hauptsächlich auf der Verdampfung des eingespritzten Wassers beruht. Dazu wird ein Heißdampfkühler verwendet, der eine zentrale, mit einer Venturidüse versehene Durchgangsöffnung aufweist. Die Venturidüse stellt eine Engstelle der ansonsten zylindrischen Durchgangsöffnung dar. Von einem zylindrischen Abschnitt ausgehend verengt sich der freie Strömungsquerschnitt in Strömungsquerschnitt gesehen zunächst abrupt, erweitert sich dann allmählich und geht dann mit einer Stufe in einen zylindrischen Bereich über. Seitlich, daß heißt radial zu der durch die Venturidüse definierten Strömungsrichtung, führt ein Kanal in den sich erweiternden Abschnitt der Venturidüse und mündet an einer im Längsschnitt ovalen oder elliptischen, an der Düsenwandung gehaltenen Einspritzdüse.

Bei vollem Dampfdurchsatz wird das aus der Einspritzdüse austretende Wasser infolge der hohen Strömungsgeschwindigkeit des Dampfes fein verteilt, wobei es verdampft und den Dampf kühlt. Im Teillastbereich, daß heißt bei niedrigem Dampfdurchsatz ist die Dampfgeschwindigkeit jedoch merklich geringer und die Zerstäubung eingeschränkt. Deshalb können Thermoschocks entstehen.

Davon ausgehend ist es Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Kühlung von gas- oder dampfförmigen Medien anzugeben mit dem bzw. der sich ein verbessertes Teillastverhalten erreichen läßt.

Die obige Aufgabe wird durch ein Verfahren und eine Vorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 7 gelöst.

Zum Kühlen des gas- oder dampfförmigen Mediums wird dem betreffenden heißen Medium in einer Strahlpumpe kälteres Medium, vorzugsweise der gleichen Art, beigemischt. Zusätzlich wird in dem sich in der Strahlpumpe ausbildenden Strahl flüssiges Medium, in Dampfanlagen Wasser, zugegeben. Dieses wird in den sich vor der Treibdüse ausbildenden, die Fangdüse durchquerenden Strahl gespritzt. Dieses Verfahren und die dieses Verfahren ermöglichende Mischvorrichtung haben ein gegenüber den bekannten Verfahren und Vorrichtungen deutlich verbessertes Teillastverhalten. Ist beispielsweise der Wärmeverbrauch bei einem an die Auslaßöffnung angeschlossenem Wärmeverbraucher gering, kann dieser mit entsprechend geringen, durch die Treibdüse in die Vorrichtungen einströmenden Heißdampfmengen gedeckt werden. Das über den Saugkanal zuströmende kühlere gas- oder dampfförmige Medium wird von dem einströmenden Heißdampf mitgenommen und zu dem die Fangdüse durchquerenden Strahl beschleunigt. Dies ergibt auch im Teillastbetrieb einen Dampf- oder Gasstrom in dem Bereiche vor der Treibdüse bzw. in der Fangdüse, der zum Zerstäuben eingespritzten Wassers ausreichend ist. Während bei bekannten Vorrichtungen ein ausreichender Zerstäubungseffekt erst dann erreicht wird, wenn der Heißdampfstrom selbst eine gewisse untere Grenze von ungefähr 50% des Maximalwertes überschritten hat, ist die die Zerstäubung herbeiführende Gas- oder Dampfströmung auch im extremen Teillastbereich von ungefähr 10 % Vollast so stark, daß eingespritzte Flüssigkeit vollständig zerstäubt wird, verdampft und dabei den Gas- oder Dampfstrom kühlt.

Ein weiterer wesentlicher Vorteil ist, daß mit der als Strahlpumpe ausgebildeten Mischeinrichtung die Nutzung der im Kondensat enthaltenen Restwärme möglich wird. Dieses verdampft nach, gibt dabei relativ kühlen Dampf und damit einen großen Teil seiner Restwärme ab.

Das der Vorrichtung über den Saugkanal zuzuführende kältere gas- oder dampfförmige Medium kann dem nachgeschalteten System an unterschiedlichen Stellen entnommen werden. Ist der Dampfdurchsatz bei dem Wärmeverbraucher im Teillastbereich nicht beschränkt, kann der Saugkanal der Vorrichtung mit einer von dem Verbraucher herkommenden Rücklaufleitung oder einem an diese angeschlossenem Kondensatsammelgefäß verbunden werden. Soll jedoch auch der durch den Wärmeverbraucher geführte Massestrom reduziert werden, ist der Saugkanal an die zu dem Wärmeverbraucher führende und diesen mit der Auslaßöffnung verbindende Vorlaufleitung angeschlossen. Dies kann sowohl durch eine äußere Rohrverbindung, als

auch innerhalb der Vorrichtung selbst geschehen. In allen drei genannten Fällen ergibt sich eine von dem im Teillastbetrieb in seinem Massestrom reduzierten Dampfstrahl angetriebene Zirkularströmung von gas- oder dampfförmigem Medium mit reduzierter Temperatur. Die Strömung führt aus der Fangdüse und dem Mischkanal direkt oder über den angeschlossenen Wärmeverbraucher zu dem Saugkanal. Der Massestrom in dieser Zirkularströmung ist deutlich höher, als der des aus der Treibdüse austretenden Treibdampfstrahls.

Der eine Einstellung der Wärmeübertragung auf den Wärmeverbraucher ermöglichende Regelbereich der Vorrichtung ist sehr weit. Auch wenn die beispielsweise in einem Kondensatsammelgefäß angefallene Dampfmenge nicht ausreichend ist, um einen Heißdampfstrom ausreichend zu kühlen, kann durch eine erhöhte Zumischung von Flüssigkeit die gewünschte Temperatur eingestellt werden. Eine erste Möglichkeit der Flüssigkeitseinspritzung ergibt sich, wenn die Flüssigkeit quer zu dem die Fangdüse und den Mischkanal durchquerenden Strahl in diesen eingespritzt wird. Das quer zu der Bewegungsrichtung eingespritzte flüssige Medium wird von dem gas- oder dampfförmigen Strahl erfaßt und beschleunigt, wobei es zerstäubt wird.

Die mit Öffnungsrichtung quer zu der Fangdüse angeordnete Einspritzdüse weist vorzugsweise eine deren Mündungsöffnung umgebende, geneigt zu der Mittelachse der Fangdüse stehende Ringfläche auf. Diese erzeugt hinter der Einspritzdüse einen Wirbelbereich, der zur Zerstäubung der eingespritzten Flüssigkeit beiträgt.

Eine verbesserte Möglichkeit der Flüssigkeitseinspritzung ist, die Flüssigkeit axial zu der Treibdüse durch diese hindurch in den austretenden Treibdampfstrahl einzuspritzen. Der Zerstäubungseffekt wird hier unmittelbar vor der Mündung der Treibdüse durch den sich hier expandierenden und beschleunigenden Treibdampf- oder Gasstrahl herbeigeführt. Für die Verdampfung der zerstäubten Flüssigkeit steht die gesamte Länge des Mischkanals zur Verfügung, wodurch sich diese Ausführungsform besonders gut für den extremen Teillastbetrieb eignet.

Die bezüglich der Treibdüse zentrale und axiale Einspritzung von Flüssigkeit in den Treibdampfstrahl läßt sich auf einfache Weise sehr wirkungsvoll realisieren, wenn ein entsprechender Wasserzuführungskanal in einer zur Regulierung des aus der Treibdampfdüse austretenden Dampfstrahls ohnehin vorhandenen Reguliernadel angeordnet wird. Der Flüssigkeitskanal kann vorzugsweise an ihrer Spitze münden, so daß die Flüssigkeit an einer Stelle höchster Gas- oder Dampfgeschwindigkeit austritt. Außerdem ist bei dieser Anordnung der Wasseraustritt selbst bei nahezu geschlossener Treibdampfdüse völlig offen, so daß der Wasserzustrom unabhängig von der Axialstellung der Reguliernadel separat einstellbar ist. Eine insbesondere für den Teillastbetrieb vorteilhafte Strahlpumpe weist einen im Querschnitt vorzugsweise ringförmig ausgebildeten Kanal zur Rückführung von an der Aus-

laßöffnung anstehendem Gemisch in den von der Treibdüse und der Fangdüse begrenzten Gangspalt auf.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 einen über eine Vorrichtung zur Dampfkühlung an eine Heißdampfleitung angeschlossenen Wärmeverbraucher,

Fig. 2 die zum Speisen des Wärmeverbrauchers in Figur 1 vorgesehene Vorrichtung zum Kühlen des von der Heißdampfleitung herkommenden Dampfes, in einer schematisierten Schnittdarstellung,

Fig. 3 eine andere Bauform einer Vorrichtung zum Kühlen des von der Heißdampfleitung herkommenden Dampfes, mit radialer Wassereinspritzung, in einer schematisierten Schnittdarstellung,

Fig. 4 einen über die Vorrichtung nach Figur 2 an eine Heißdampfleitung angeschlossenen Wärmeverbraucher, der über einen an eine Saugleitung der Vorrichtung angeschlossenen Kondensatableiter entwässert ist,

Fig. 5 einen über eine Vorrichtung zum Dampfkühlen mit innerer Zirkulation an eine Heißdampfleitung angeschlossenen Wärmeverbraucher, und

Fig. 6 eine Vorrichtung zum Dampfkühlen mit innerer Zirkulation nach Figur 5 in einer schematischen Schnittdarstellung.

In Fig. 1 ist eine Wärmeverbraucherstation 1 dargestellt, die einen Wärmeverbraucher 2 aufweist. Die Wärmeverbraucherstation 1 ist über eine Dampfleitung 01 gespeist und mit Heißdampf versorgt sowie über eine Kondensatsammelleitung 02 entwässert. Zur Steuerung oder Regelung der Wärmeverbraucherstation 1 ist eine rechnergestützte Steuereinheit 3 vorgesehen, deren zentraler PC 4 mit einem auf einen Mikroprozessor basierenden Regler 5 verbunden ist, der in der Wärmeverbraucherstation Druckwerte p und Temperaturwerte ϑ erfaßt, worauf an späterer Stelle im einzelnen eingegangen wird. Der PC 4 ist mit einer Tastatur 4 T, einem Monitor 4 M, einem Drucker 4D und einem Alarmgeber 4A sowie einer Schnittstelle 45 zur Kopplung mit dem Regler 5 verbunden.

Bei der Wärmeverbraucherstation 1 führt eine Abzweigleitung 6, die einen Druck- und Temperatursensor 7 aufweist, zu einem Treibmittelschluß 8 einer im einzelnen in Figur 2 dargestellten Dampfkühlvorrichtung 10, die als Strahlpumpe ausgebildet ist. Die Dampfkühlvorrichtung 10 weist außerdem einen Sauganschluß 12 sowie einen Ausgangsanschluß 14 für gekühlten Dampf auf. Der Ausgangsanschluß 14 ist über eine einen Druck- und Temperatursensor 15 aufweisende Vorlaufleitung 16 mit dem Wärmeverbraucher 2 verbunden, der den in der Dampfkühlvorrichtung 10

vorgekühlten Dampf kondensiert und über eine Kondensatleitung 18 in die Kondensatsammelleitung als Kondensat abgibt. Auch an der Kondensatleitung 18 ist ein mit dem Regler 5 verbundener Druck- und Temperatursensor 19 vorgesehen. Die Vorlaufleitung 16 ist über eine Nebenschlußleitung 20 mit dem Sauganschluß 12 der Dampfkühlvorrichtung 10 verbunden. An der Nebenschlußleitung 20 ist ein Meßwerte an den Regler liefernder Druck- und Temperatursensor 21 angeordnet.

Die Dampfkühlvorrichtung 10 ist mit einem Wasseranschluß 22 versehen, der über eine entsprechende Leitung 24 mit Wasser beaufschlagt ist. In der Lüftung 24 ist ein Temperatursensor 25 angeordnet, der mit dem Regler 5 verbunden ist. Außerdem ist die Dampfkühlvorrichtung 10, um eine Anpassung an unterschiedliche Lastzustände zu ermöglichen, mit einem aus Fig. 2 ersichtlichen Stellorgan 26, wie bspw. eine Düsennadel versehen, das über einen mit dem Regler 5 verbundenen Elektromotor 28 betätigt wird.

Die insoweit beschriebene Wärmeverbraucherstation 1 ist an unterschiedliche Lastfälle anpaßbar. Über den Elektromotor 28 kann das Stellorgan 26 derart betätigt werden, daß bedarfsweise mehr oder weniger aus der Dampfleitung 01 herkommender Dampf zu dem Wärmeverbraucher 2 gelangt. Der Heißdampf strömt dabei durch die Abzweigleitung 6 in die Dampfkühlvorrichtung 10 ein, wobei er aus der Nebenschlußleitung 20 kommenden, kühleren Dampf ansaugt und mitnimmt, sich mit diesem vermischt und über den Ausgangsanschluß 14 ausströmt und so über die Vorlaufleitung 16 an den Wärmeverbraucher 2 gelangt. Dabei wird ein Teil des in der Vorlaufleitung 16 fließenden, vorgekühlten Dampfes über die Nebenschlußleitung 20 abgezweigt, so daß sich über den Sauganschluß 12 und den Ausgangsanschluß 14 der Dampfkühlvorrichtung 10, sowie einen Abschnitt der Vorlaufleitung 16 und die Nebenschlußleitung ein Kreislauf mit gegenüber der einströmenden Heißdampfmenge erhöhtem Massestrom ausbildet. Dieser ist größer als der Massestrom in der Abzweigleitung 6 und er ist ebenfalls größer als der Massestrom in der Vorlaufleitung 16 unmittelbar vor dem Wärmeverbraucher 2.

In diesem Kreislauf mit erhöhtem Durchsatz wird über die Leitung 24 und den Wasseranschluß 22 Wasser eingespritzt, das zerstäubt wird und dabei verdampft. Dabei nimmt es Wärme auf, wobei es den Dampfstrom kühlt, so daß an dem Ausgangsanschluß 14 Dampf mit erniedrigter Temperatur ansteht. Der Dampf kann dabei bis zum Siedepunkt abgekühlt werden, also bedarfsweise gesättigt oder naß sein. Die Rechneinheit 3 erfaßt die Drücke und Temperaturen in der Wärmeverbraucherstation 1 mit den Sensoren 7, 15, 19, 21, 25 und regelt die Dampfkühlvorrichtung 10 auf minimalen Dampfverbrauch bei vorgegebenem Wärmebedarf an dem Wärmeverbraucher 2. Dazu ist die Charakteristik der Strahlpumpe in Formel- oder Tabellenform in dem PC 4 abgelegt, so daß entsprechend der gemessenen Druck- und Temperaturwerte

sowohl über den Elektromotor 28 die einströmende Heißdampfmenge als auch über nicht weiter dargestellte Regelorgane, die über die Leitung 24 zuströmende Wassermenge eingestellt werden. Bedarfsweise kann in der Nebenschlußleitung 20 ein vom Regler 5 gesteuertes Ventil vorgesehen werden, über das die rückgeführte Dampfmenge einstellbar ist.

Die Dampfkühlvorrichtung 10 ist im einzelnen in Fig. 2 dargestellt. Sie weist ein Gehäuse 30 auf, das einen mit dem Treibmittelanschluß 8 in Verbindung stehenden Dampfraum 32 umschließt. Über den Dampfraum 32 ist eine Treibdüse 34 mit Dampf beaufschlagt, die eine konisch ausgebildete, zentrale Düsenöffnung 36 aufweist. Die Düsenöffnung 36 verjüngt sich dabei zu ihrer von dem Dampfraum 32 abliegenden Mündung.

An dem Gehäuse 30 ist außerdem über voneinander beabstandet angeordnete Gleitführungen 38, 40 eine als das Regelorgan 26 dienende Düsennadel 42 gehalten und axial verschiebbar gelagert. Die Düsennadel 42 ist dabei koaxial zu der Düsenöffnung 36 angeordnet und auf diese zu bzw. von dieser weg verstellbar. Diese Bewegung ist von dem Elektromotor 28 gesteuert.

An ihrer der Düsenöffnung 36 zugewandten Seite trägt die Düsennadel 42 einen Regulierkegel, dessen Abmessungen und Stellung so bemessen sind, daß durch eine entsprechende Linearbewegung der Düsennadel 42 die Düsenöffnung 36 ganz freigegeben, gedrosselt oder bedarfsweise ganz geschlossen werden kann.

Die Gleitführungen 38, 40 sind miteinander fluchtend an einem entsprechenden Gehäuseabschnitt 46 angeordnet und halten die Düsennadel 42 abgedichtet und axial verschiebbar. Der Gehäuseabschnitt 46 umschließt eine ringförmige, mit dem Wasseranschluß 22 in Verbindung stehende Wasserzuführungskammer 48, die nach außen und gegen den Dampfraum 32 abgedichtet ist. Von der Wasserzuführungskammer 48 führen Bohrungen 50 in einen in der Düsennadel 42 vorgesehenen Kanal 52, der an dem treibdüsenseitigen Ende der Düsennadel 42 in einer an dem Regulierkegel 44 vorgesehenen Spritzdüsenöffnung 54 mündet.

Sowohl die Düsennadel 42, als auch die dazu koaxial angeordnete Treibdüse 34 definieren eine Längsmittelachse 56, zu der eine Fangdüse 58 koaxial angeordnet ist. Die sich, ausgehend von der Treibdüse 34 trichterartig verengende Fangdüse 58 begrenzt mit der Treibdüse 34 einen ringförmigen Saugspalt 60, der radial geöffnet ist. Im Anschluß an die Fangdüse 58 ist ein langgestreckter hohlzylindrischer Mischkanal 62 vorgesehen, der in einen sich kegelstumpfförmig erweiternden Diffusor 64 übergeht. Bei dem von der Treibdüse 34 abliegenden Ende des Diffusors 64 ist der Ausgangsanschluß 14 vorgesehen. Die Länge des Mischkanales 62 ist derart bemessen, daß die maximale einzuspritzende Wassermenge bei minimalem Dampfdruck und minimaler Dampftemperatur auf dem Wege durch den Mischkanal 62 sicher verdampft.

Der zwischen der Treibdüse 34 und der Fangdüse 58 definierte Saugspalt 60 mündet in einen mit dem Sauganschluß 12 in Verbindung stehenden und ansonsten nach außen abgedichteten, ringförmigen Ansaugraum 66.

Die insoweit beschriebene Dampfkühlvorrichtung 10 arbeitet in der in Figur 1 dargestellten Wärmeverbraucherstation 1 wie folgt:

Über den Treibmittelanschluß 8 zuströmender Heißdampf gelangt in den Dampfraum 32 und beaufschlagt die Treibmitteldüse 34. Wenn das Stellorgan 36 in einer Freigabestellung steht, wie es in Figur 2 dargestellt ist, ist die Düsenöffnung 36 offen, so daß der in dem Dampfraum 32 stehende Dampf als Strahl mit hoher Geschwindigkeit aus der Düsenöffnung 36 austritt und in die Fangdüse 58 mit dem sich anschließenden Mischkanal 62 und Diffusor 64 einströmt. Dadurch wird im Bereich des Saugspaltes 60 ein Unterdruck erzeugt, der über den Sauganschluß 12 zum Ansaugen von kälterem Dampf führt. Der aus der Düsenöffnung 36 austretende Heißdampf und der über den Saugspalt 60 angesaugte kältere Dampf vermischen sich in dem zylindrischen Mischkanal 62, wodurch die Dampftemperatur herabgesetzt wird.

Über den Wasseranschluß 22, die Wasserzuführungskammer 48 und die Bohrungen 50 wird dem in der Düsennadel 42 vorgesehenen Kanal 52 Wasser zugeführt, das bei der Spritzdüsenöffnung 54 axial zu der Düsenöffnung 36 der Treibdüse 34 austritt. Der aus der Spritzdüsenöffnung 54 austretende Wasserstrahl ist von dem mit hoher Geschwindigkeit durch die Düsenöffnung 36 strömenden Heißdampf umgeben, der den Wasserstrahl aufreißt und zu Tröpfchen zerstäubt. Gleichzeitig legt sich der Heißdampfstrahl in seinem äußeren Bereich wie ein Mantel um den zerstäubten Wasserstrahl, so daß eine Berührung der relativ kalten Wassertröpfchen mit den aufgeheizten Teilen der Fangdüse 58, des Mischkanals 62, des Diffusors 64 oder anderen Teilen der Dampfkühlvorrichtung 10 verhindert wird. An dem Ausgangsanschluß 14 steht zweifach gekühlter Dampf an, der durch die Wassereinspritzung bis kurz oberhalb seiner Kondensationstemperatur heruntergekühlt sein kann.

Im Teillastbereich, daß heißt wenn der an dem Ausgangsanschluß 14 angeschlossene Wärmeverbraucher nur sehr wenig Wärme abnimmt, wird ein großer Teil des in der Vorlaufleitung 16 strömenden, vorgekühlten Dampfes über die Nebenschlußleitung abgezweigt und dem Sauganschluß 12 zugeführt. Gleichzeitig wird mittels entsprechender Einstellung des Steuerorgans 26 der Düsenkegel 44 so weit in die Düsenöffnung 36 hineingefahren, daß lediglich ein Heißdampfstrahl mit einem geringen Volumen- oder Massenstrom aus der Treibdüse 34 austreten kann. Dieser weist eine Geschwindigkeit auf, die ausreicht, an dem Sauganschluß 12 eine Saugwirkung zu erzielen, so daß durch den Ringspalt 60 ein beträchtlicher Volumen- oder Massenstrom von vorgekühltem Dampf nachströmt. Dadurch ergibt sich innerhalb des Mischkanales 62 ein

für die Zerstäubung des eingespritzten Wassers ausreichender Massenstrom und das selbst bei sehr weit gedrosselter Treibdüse 34. Auch in diesem Betriebszustand wirkt der eingespritzte Heißdampf als äußerer Mantel schützend und verhindert eine Berührung von unverdampften Wassertropfen mit Gehäusewandungen.

Eine weitere Dampfkühlvorrichtung 10a ist in Figur 3 dargestellt, wobei bau- oder funktionsgleiche Teile ohne weitere Bezugnahme mit den im Zusammenhang mit der Dampfkühlvorrichtung 10 bereits verwendeten Bezugszeichen versehen sind, die zur Kenntlichmachung mit einem "a" ergänzt sind.

Abweichend von der bereits beschriebenen Dampfkühlvorrichtung 10 ist bei der Dampfkühlvorrichtung 10a die Düsennadel 42a voll, daß heißt ohne inneren Kanal 52 ausgebildet. Auch der Regulierkegel 44a ist voll, daß heißt ohne irgendwelche Auslaßöffnungen ausgebildet und weist eine Kegelspitze 70 auf. Entsprechend entfällt bei der in Figur 3 dargestellten Dampfkühlvorrichtung 10a die Wasserkammer 48.

Der Wasseranschluß 22a führt zu einer Spritzdüse 72, die eine zylindrische, radial zu der Längsmittelachse 56a angeordnete Spritzdüsenöffnung aufweist. Die Spritzdüsenöffnung 74 ist ungefähr mittig zwischen der Längsmittelachse 56a und der den Mischkanal 62a definierenden Wandung angeordnet, so daß eingespritztes Wasser entlang der Längsmittelachse 56a mitgenommen wird. Die Spritzdüse 72 ist an dem fangdüsenseitigen Ende des Mischkanals 62a angeordnet, so daß nahezu dessen gesamte Länge zur Bildung des Wasser-Dampf-Gemisches und zum Verdampfen des Wassers zur Verfügung steht. Eine ringförmige, gegen die Längsmittelachse 56a geneigt angeordnete Planfläche 76 umgibt die Spritzdüsenöffnung 74.

Die Funktionsweise der insoweit beschriebenen Dampfkühlvorrichtung 10a, die beispielsweise in einer Wärmeverbraucherstation 1 nach Figur 1 vorgesehen ist, entspricht weitgehend der im Vorstehenden beschriebenen Funktionsweise der Dampfkühlvorrichtung 10. Jedoch wird bei der Dampfkühlvorrichtung 10a Wasser quer in den durch die Fangdüse 58a, den Mischkanal 62 und den Diffusor 64 gehenden Strahl eingespritzt, der aus bereits vorgemischtem Dampf besteht. Dieses Gemisch strömt mit so großer Geschwindigkeit durch den Mischkanal 62a, daß das eingespritzte Wasser ohne weiteres zerstäubt wird, auch wenn die Treibdüse 34a nahezu geschlossen ist und lediglich wenig hochgespannter Dampf aus der Düsenöffnung 36a austritt. Durch die Schrägstellung der Ringfläche 76 wird eine zusätzliche Verwirbelung herbeigeführt.

Eine abgewandelte Wärmeverbraucherstation 1b ist in Figur 4 dargestellt, die, wie bereits die im Zusammenhang mit der Figur 1 beschriebene Wärmeverbraucherstation 1, sowohl mit einer Dampfkühlvorrichtung 10, wie sie in Figur 2, als auch mit einer Dampfkühlvorrichtung 10a, wie sie in Figur 3 dargestellt ist, ausgerüstet sein kann. Außerdem ist zur Regelung oder

Steuerung die bereits erläuterte, nicht weiter dargestellte Steuereinheit 3 vorgesehen. Im Unterschied zu der bereits beschriebenen Wärmeverbraucherstation 1 ist jedoch die Vorlaufleitung nicht angezapft, sondern als Vorlaufleitung 16b von dem Ausgangsanschluß 14 der Dampfkühlvorrichtung 10 ohne Abzweigung zu dem Wärmeverbraucher 2b geführt. Die Kondensatleitung 18b führt zu einem Kondensatableiter 80, der über eine weitere Kondensatleitung 18b in die Kondensatsammelleitung 02 entwässert. Aus dem Kondensatableiter 80 wird dort durch Nachverdampfung entstehender Dampf über die Nebenschlußleitung 20b zu dem Sauganschluß 12 der Dampfkühlvorrichtung 10 geführt. Der über den Sauganschluß 12 auf den Kondensatableiter 80 durchgreifende niedrige Druck und die in dem Kondensat, das in dem Kondensatableiter steht, enthaltene Restwärme führen zu einer Nachverdampfung des Kondensats, so daß relativ kühler und nasser Dampf an den Sauganschluß 12 gelangt, der sich in der Dampfkühlvorrichtung 10 mit dem von der Dampfleitung 01 über die Abzweigung 6b herangeführten Heißdampf mischt. Zur weiteren Abkühlung wird diesem über den Wasseranschluß 22 Wasser zugeführt.

Auch bei dieser Wärmeverbraucherstation 1 wird im Teillastbetrieb von einem Heißdampfstrahl mit relativ geringem Massen- oder Volumenstrom eine über die Vorlaufleitung 16b, den Wärmeverbraucher 2b, die Kondensatleitung 18b, den Kondensatableiter 80 und die Nebenschlußleitung 20b gehender Kreislauf mit höherem Massedurchsatz angetrieben. In dem dem Ausgangsanschluß 14 der Dampfkühlvorrichtung 10 vorgelagerten Mischkanal 62 ist deshalb ein für die Zerstäubung des eingespritzten Wassers ausreichender Dampfstrom vorhanden. Insbesondere reicht die Geschwindigkeit gerade auch im extremen Teillastbereich von beispielsweise lediglich 10 % der maximalen, einströmenden Heißdampfmenge für die Wasserverdampfung aus.

In Fig. 5 ist eine weitere Wärmeverbraucherstation 1c dargestellt, die eine Dampfkühlvorrichtung 10c mit innerer Rückführung aufweist. Die Wärmeverbraucherstation 1c ist mittels der nicht dargestellten Steuereinheit 3 geregelt. Wie die vorstehend beschriebenen Dampfkühlvorrichtungen 10, 10a weist die Dampfkühlvorrichtung 10c einen Treibmittelanschluß 8c und einen Ausgangsanschluß 14c auf. Jedoch ist auf einen Sauganschluß verzichtet worden. Der Treibmittelanschluß 8c ist über die Abzweigung 6c direkt an die Dampfleitung 01 angeschlossen und der Ausgangsanschluß 14c liegt über die Vorlaufleitung 16c direkt an dem Wärmeverbraucher 2c, der über die Kondensatleitung 18c direkt mit der Kondensatsammelleitung 02 verbunden ist und in diese entwässert.

Die Dampfkühlvorrichtung 10c weist einen Entwässerungsanschluß 82 auf, aus dem evtl. innerhalb der Dampfkühlvorrichtung 10 entstehendes Kondensat in einen Kondensatableiter 84 und von diesem in die Kondensatsammelleitung 02 abfließen kann. Der allen in den Fig. 1, 4 und 5 dargestellten Wärmeverbraucher-

tationen 1, 1b, 1c gemeinsame Dampfkreislauf ist bei der Wärmeverbraucherstation 1c innerhalb der Dampfkühlvorrichtung 10c lokalisiert.

Die Dampfkühlvorrichtung 10c ist separat und schematisch in Figur 6 dargestellt, wobei soweit mit der Dampfkühlvorrichtung 10 übereinstimmende Teile vorhanden sind, diese mit den bereits eingeführten, durch ein c kenntlich gemachtes Bezugszeichen versehen sind, ohne das diese nochmals erläutert sind.

Bei der Dampfkühlvorrichtung 10c ist ein von dem Ausgangsanschluß 14c zu dem Ansaugraum 66c führender Kanal 90 vorgesehen, der den Diffusor 64c und den Mischkanal 62c umgibt. Die Fangdüse 58c, der Mischkanal 62c und der Diffusor 64c sind durch ein Rohrstück gebildet, das von dem im Querschnitt kreisförmigen Kanal 90 umgeben und mittels einer Bohrung 92, 94 aufweisenden Zwischenwand in dem Gehäuse 30c gehalten ist. Der Kanal 90 stellt somit einen Nebenschluß dar, der die bei der Wärmeverbraucherstation 1 vorgesehene (Fig. 1) Nebenschlußleitung 20 ersetzt. In der Fangdüse 58c und dem Mischkanal 62c mischen sich der über die Düsenöffnung 36c einströmende Heißdampf mit über den Kanal 90 rückgeführten, vorgekühlten Dampf und aus der Spritzdüsenöffnung 54c in den Heißdampfstrahl eingespritztes Wasser.

Der Ansaugraum 66c ist an den Kondensatausgangsanschluß 82 geführt, über den sich in dem Ansaugraum 66c befindliches oder entstehendes Kondensat abfließen kann.

Beim Betrieb der Dampfkühlvorrichtung 10c wird, wie mit den Pfeilen 96 angedeutet ist, aus dem in der strichpunktartig angedeuteten Vorlaufleitung 16c strömenden Dampfstrom ein Teilstrom abgezweigt und über den Kanal 90 durch den Saugspalt 60c dem aus der Treibdüse 34c austretendem Treibstrahl zugemischt. Es wird so auch bei schwachem Treibstrahl eine kräftige Strömung aufrecht erhalten, die zum Zerstäuben und Verdampfen von über die Spritzdüsenöffnung 54c eingespritzten Wassers ausreicht.

Den Dampfkühlvorrichtungen 10, 10a, 10c ist gemeinsam, daß die Dampfgeschwindigkeit an den Stellen der Wassereinspritzung sehr groß und weitgehend unabhängig vom primären Dampfdruck ist. Das ergibt insbesondere ein gutes Regelverhalten von Vollast bis Schwachlast. Außerdem ist die Dampfqualität des gekühlten Dampfes gegenüber von bekannten Dampfkühlvorrichtungen abgegebenem Dampf erheblich verbessert. Infolge der intensiven Durchmischung von Dampf und Wasser innerhalb des Mischkanals 62, 62a, 62b, 62c ist der gekühlte Dampf sehr homogen. Dadurch wird es möglich, gesättigten oder nahezu gesättigten Dampf zu erzeugen, der wenig oder keine Wassertropfen mitführt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien,

bei dem ein Strahl des Mediums mit einem Bereich reduzierten statischen Drucks erzeugt wird,

bei dem dem Strahl in dem Bereich reduzierten Druckes weiteres gas- oder dampfförmiges Medium zugemischt wird, und

bei dem in den Strahl mit den sich mischenden gas- oder dampfförmigen Medien flüssiges Medium beigegeben wird.

2. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, das eine von dem Strahl des Mediums angetriebener Strömungskreislauf erzeugt wird, dem flüssiges Medium zugeführt und gekühltes Medium entnommen wird.

3. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium in eine zum Zumischen des Mediums in den Strahl vorgesehene Strahlpumpe eingespritzt wird.

4. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium in einen an der Strahlpumpe vorgesehenen und sich an eine Fangdüse anschließenden Mischkanal eingespritzt wird.

5. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium quer zur Bewegungsrichtung des durch den Mischkanal gehenden Strahles eingespritzt wird.

6. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium an einer an der Strahlpumpe vorgesehenen Treibmitteldüse in das gas- oder dampfförmige Medium eingespritzt wird.

7. Verfahren zum Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das flüssige Medium in Ausströmrichtung des aus der Treibmitteldüse austretenden Mediums axial in der Richtung auf die Fangdüse zu in den Strahl eingespritzt wird.

8. Strahlpumpe (10) zum Fördern und Kühlen von gas- oder dampfförmigen Medien,
mit einer mit dem unter Druck stehenden Medium beaufschlagbaren Treibdüse (34) zum Erzeugen eines mit hoher Geschwindigkeit austretenden Strahles,
mit einer der Treibdüse (34) gegenüberliegend angeordneten Fangdüse (58), einem sich an diese anschließenden Mischkanal (62) sowie einem Diffusor (64) zum Aufnehmen und Ableiten des in die Fangdüse (58) eintretenden Strahles,

wobei der Mischkanal (62) in radialer und die Treibdüse (34) in axialer Richtung einen axial durchströmbar Innenraum begrenzen, der in eine Auslaßöffnung (14) mündet,

mit einem in den Bereich zwischen der Treibdüse (34) und der Fangdüse (58) in den Innenraum mündenden Saugkanal (12), über den dem Strahl gas- oder dampfförmiges Medium zuführbar ist, und

mit einem Kanal (52, 72), der mit einem flüssigen Medium beaufschlagbar ist und der in den Innenraum mündet.

9. Strahlpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Anschluß an die Fangdüse (58) ein sich über eine Länge geradlinig erstreckender Mischkanal (62) angeordnet ist, dessen Länge ein Vielfaches der lichten Weite der Fangdüse (58) beträgt.

10. Strahlpumpe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Mischkanal (62) zylindrisch ausgebildet ist.

11. Strahlpumpe nach Anspruch 9 und 10, dadurch gekennzeichnet, daß der mit dem flüssigen Medium beaufschlagbare Kanal (72) zu der Längserstreckung des Mischkanals (62) radial angeordnet ist.

12. Strahlpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Mischkanal (62a) von einem Rohr (72) durchgriffen ist, das radial zu der Bewegungsrichtung des durch die Fangdüse gehenden Strahles angeordnet ist.

13. Strahlpumpe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr (72) an seinem in dem Innenraum angeordneten Ende eine verengte Mündungsöffnung (74) aufweist.

14. Strahlpumpe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Mündungsöffnung (74) von einer ringförmigen Planfläche (76) umgeben ist, die gegen die Strömungsrichtung des durch den Mischkanal (62a) gehenden Strahles geneigt ist.

15. Strahlpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der mit einem flüssigen Medium beaufschlagbare Kanal (52) bei einer an der Treibdüse (34) vorgesehenen Düsenöffnung (36) mündet.

16. Strahlpumpe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (52) in der Düsenöffnung (36) mündet.

17. Strahlpumpe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (52) vor der Düsenöffnung (36) mündet.
18. Strahlpumpe nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (52) in einer zentral in der Treibdüse (34) gehaltenen Düsennadel (42) vorgesehen ist. 5
19. Strahlpumpe nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Düsennadel (42) eine mit Wasser beaufschlagbare Wasserzuführungskammer (48) durchgreift, in der sie abgedichtet und gleitend verschiebbar geführt ist. 10
20. Strahlpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sie einen die Auslaßöffnung (14) mit dem Saugkanal (14) verbindenden Kanal (90) aufweist. 15
21. Strahlpumpe nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß der Kanal (90) im Querschnitt kreisringförmig ist und zu dem Mischkanal (62) und dem Diffusor (64) konzentrisch angeordnet ist. 20

25

30

35

40

45

50

55

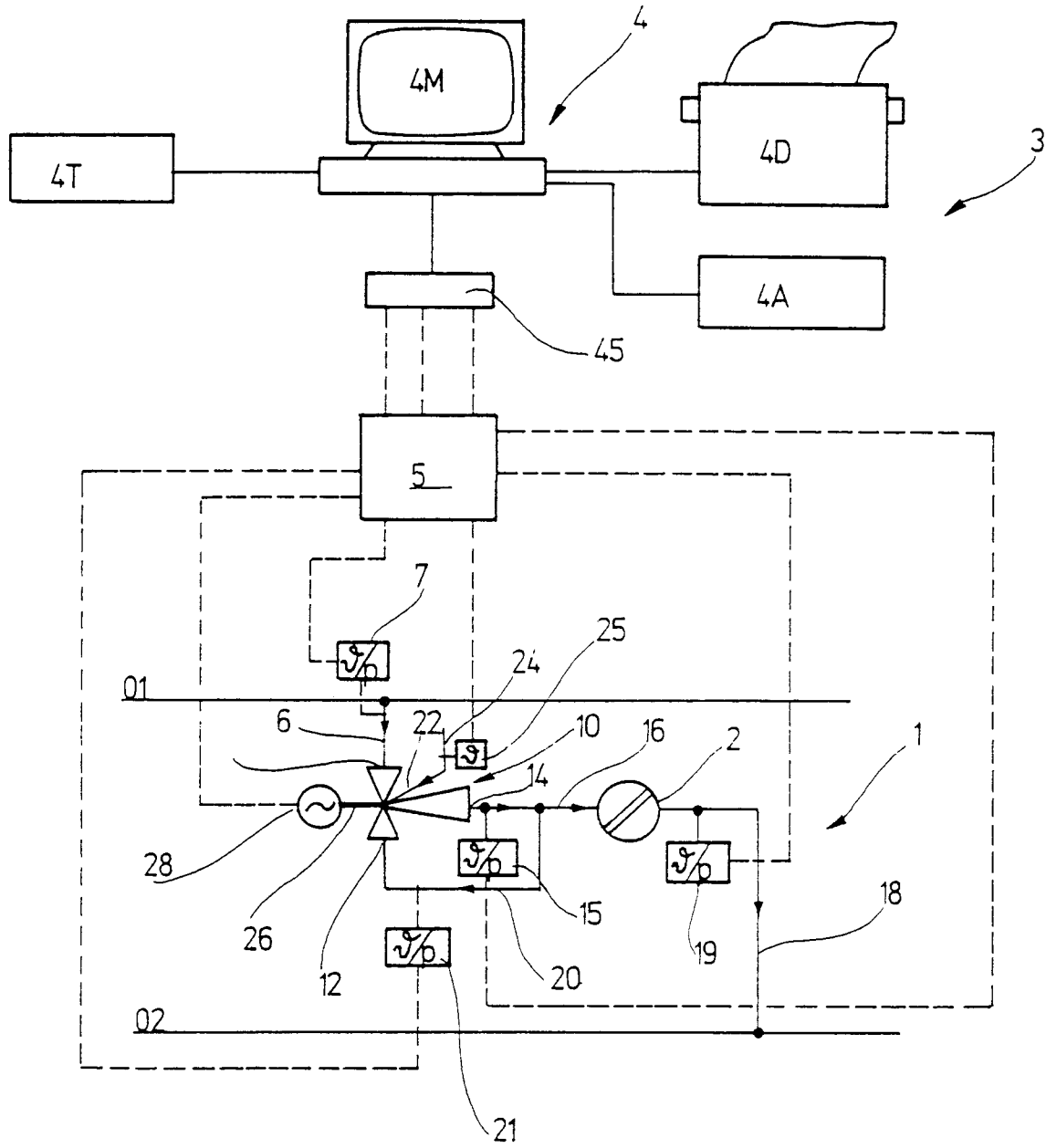
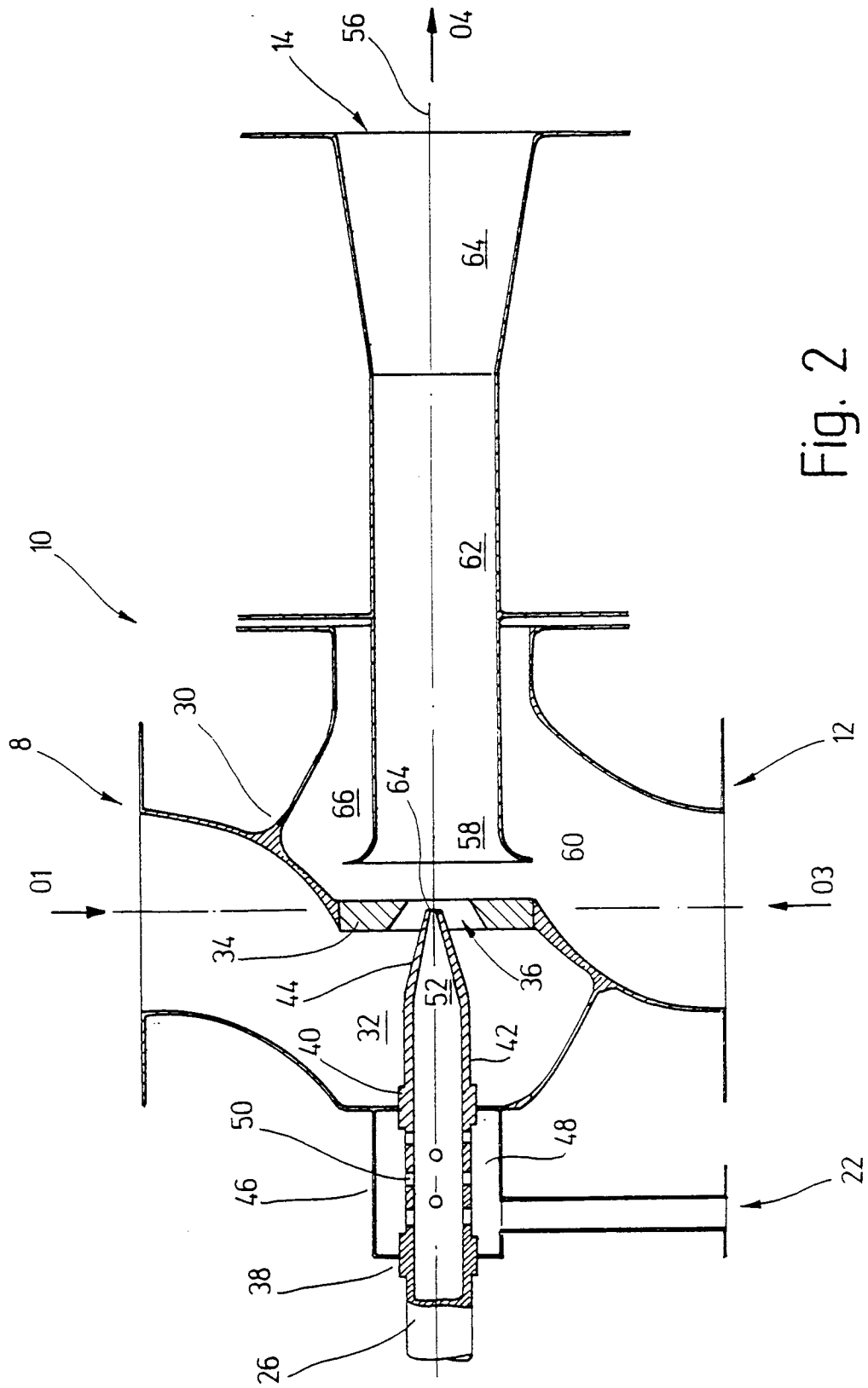


Fig. 1



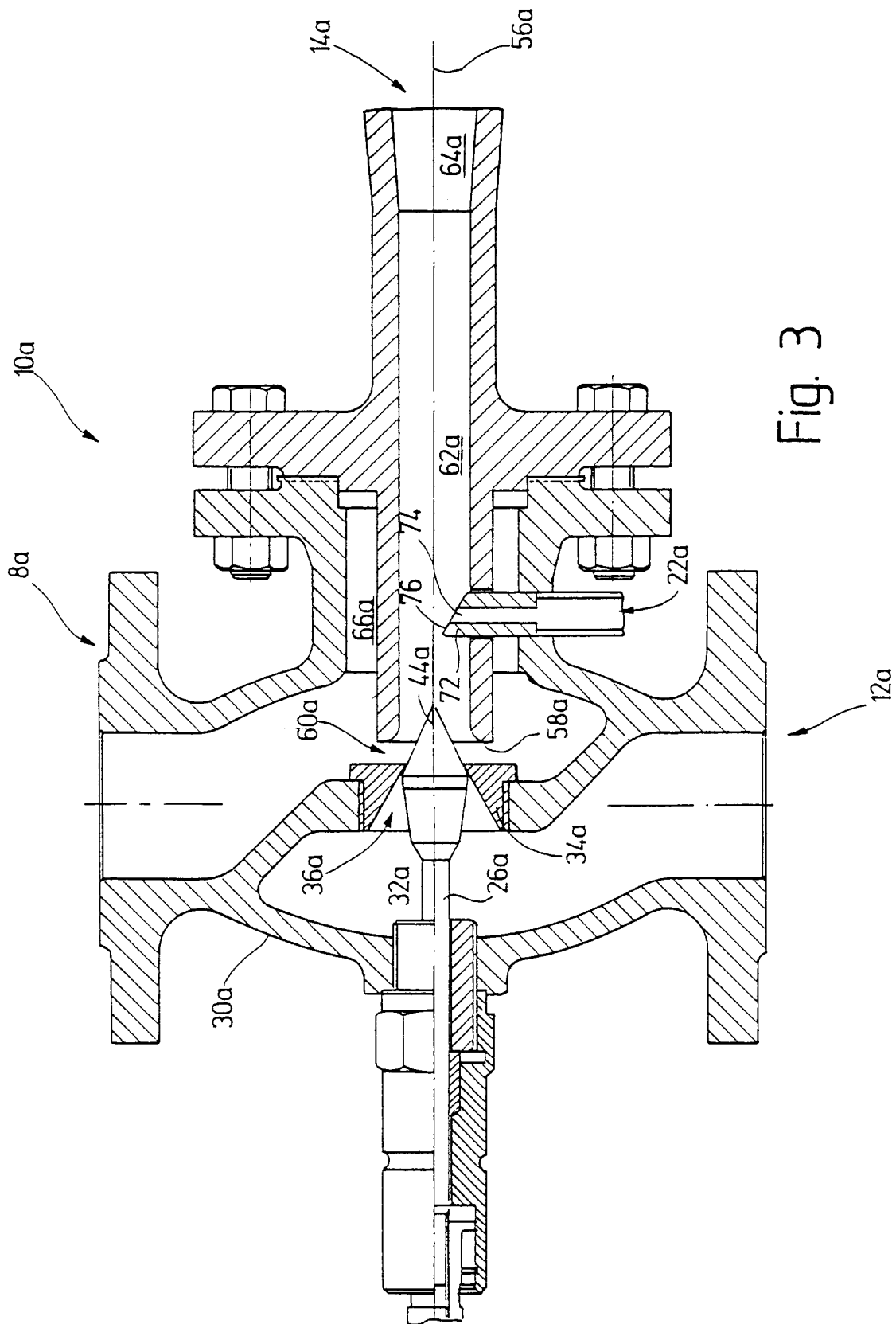


Fig. 4

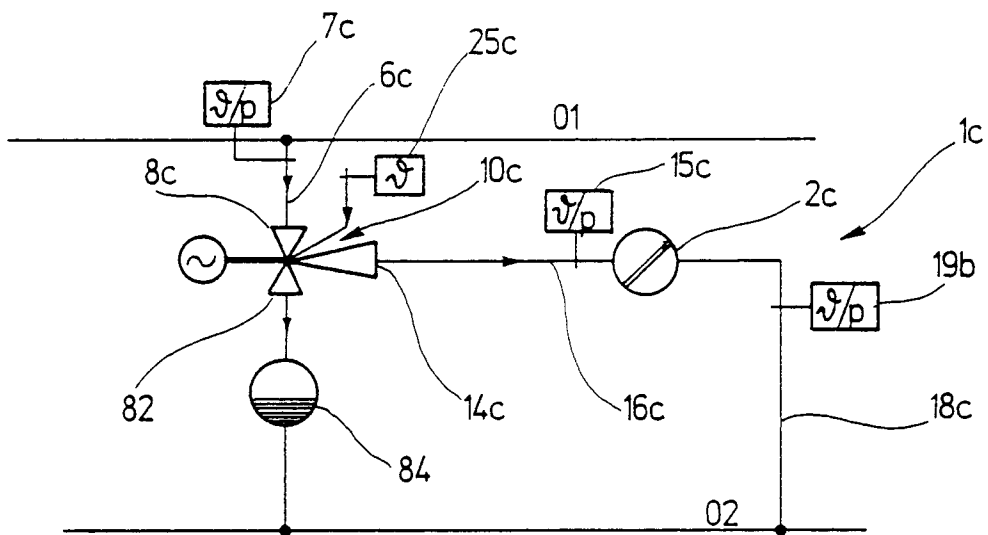
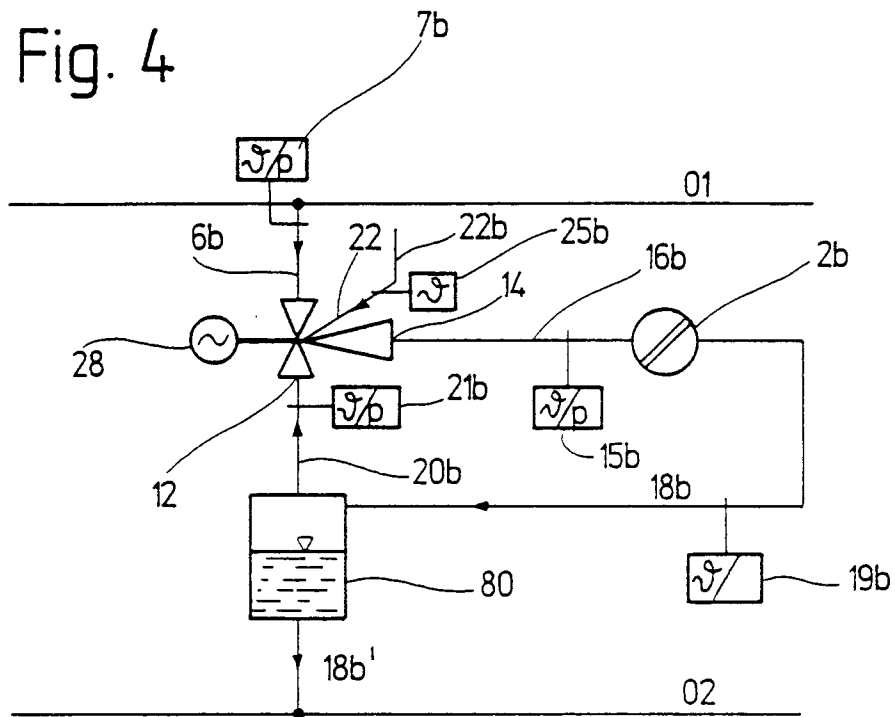


Fig. 5

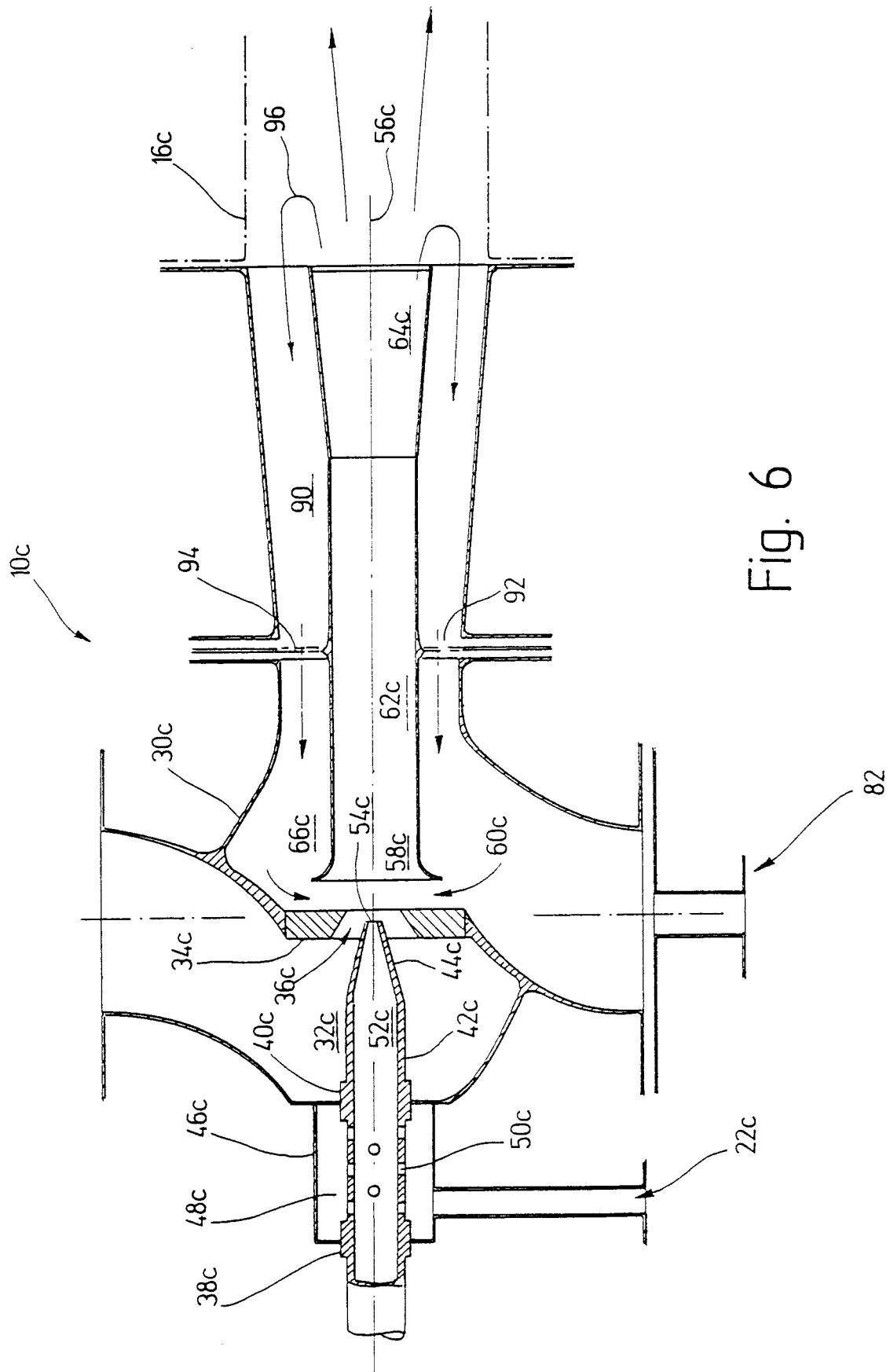


Fig. 6



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 11 8402

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US-A-3 134 827 (PONTOW) * Spalte 2, Zeile 9 - Spalte 3, Zeile 20; Abbildungen *	1,3,6-8, 15,16	F22G5/12
X	FR-A-829 648 (ARCA) * Seite 2, linke Spalte, Zeile 6 - rechte Spalte, Zeile 91; Abbildungen *	1,2,8, 20,21	
A	DE-C-421 475 (KOENEMANN)		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F22G F01K F04F F28C B01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 3.Mai 1996	Prüfer Van Gheel, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)