



(10) **DE 10 2022 000 106 A1** 2023.07.13

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2022 000 106.3**

(22) Anmeldetag: **12.01.2022**

(43) Offenlegungstag: **13.07.2023**

(51) Int Cl.: **F01K 25/08 (2006.01)**

(71) Anmelder:  
**Tjards, Ingo, 26629 Großefehn, DE**

(72) Erfinder:  
**Erfinder gleich Anmelder**

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

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung und Verfahren zum Entzug von Enthalpie aus Dampf eines Kältemittels**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt eine Vorrichtung und ein Verfahren nach den Merkmalen des Hauptanspruch 1 und den abhängigen Unteransprüchen. Darin entziehen die Plattenwärmetauscher(1) dem Dampf aus einem Kältemittel Enthalpie im Dampf führenden Abschnitt (6) durch in die Falleleitungen(7) ragende Platten (1) .

Mit den Regelventilen(2) steuerbar von unterkühltem Kondensat durchströmten Plattenwärmetauschern(1), wird nur soviel Enthalpie entzogen, dass sich Kondensattröpfchen bilden und mit dem Dampfstrom gegen die künstliche Schwerkraft nach "Oben" gerissen werden können.

Vorteilhaft sind die Plattenwärmetauscher(1) mit einer , dem Lotuseffekt ähnelnden Beschichtung(5) versehen um ein leichteres Abperlen, unterstützt durch eine Abrisskante(4) zu bewirken.

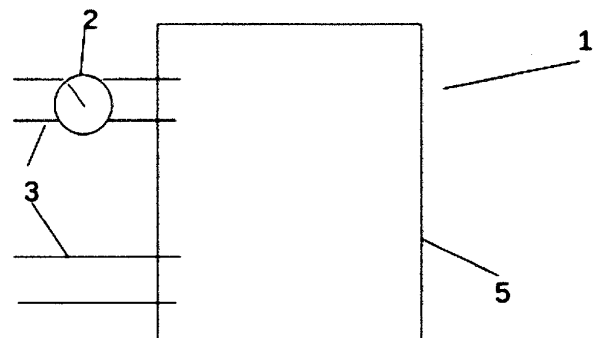
Der Dampfstrom tritt bereits mit Tröpfchen durch Dampfeintritte(12) in den Kondensator(8) ein. Die darin befindliche Rotationswärmepumpe(10.1) verflüssigt den Dampf und das Kondensat(7) und tritt direkt in die Falleleitungen zu den Turbinen/Generatoren(9) ein. Dieses Verfahren erspart Pumpleistung für den Transport des Kältemittels .

Am Außenrand der Zentrifuge(19) verdampft das Kondensat mit Hilfe der Rippung(13) im Siedebad(10) und der Kreislauf ist geschlossen.

Die Kapselung (11) umschließt die Zentrifuge(19) vollständig und nur durch Zuführungen(14) gelangt gesteuert Wärme in und aus der Kapselung(11) . Dies bietet die Möglichkeit eine Umgebungstemperatur im Bereich von 90 bis 270 Kelvin zu halten. Diesen Vorteil im Wirkungsgrad etta macht es möglich die Prozesstemperaturen in Zentrifuge (19) wie gezeigt in Fig 5 zu halten.

Fig.4 zeigt am Beispiel des Druck/Enthalpiediagramm von Tetrafluorpropan einen möglichen Prozesstemperaturbereich. Andere Kältemittel ermöglichen andere Prozesstemperaturen.

Leistung wird durch Stromleitung(15) abgeführt und durch den Profibus(16) wird der Prozess gesteuert.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung mit Verfahren zum Entzug von Enthalpie und Kondensatbildung durch regelbare Wärmetauscher und Beigabe von Kondensationskeimen(Ruß oder andere Nanopartikel .) in dem Dampf führenden Abschnitt eines Kraftwerks gemäß der Offenlegungsschrift DE 10 2019 009 076 A9 2021.10.28

Durch das Verfahren, das Kondensat direkt in die Fallrohre zu leiten erspart dieses Pumpenleistung und steigert die Effizienz.

## Stand der Technik

**[0002]** In oben aufgeführter Offenlegungsschrift wird ein Kreisprozess beschrieben, der in einer Zentrifuge , die künstliche Schwerkraft erzeugt, den natürlichen Vorgang von Verdampfung , Aufstieg und Kondensation eines Fluides, wie dies bei Konvektionsregen geschieht, auf kleinem Raum nachbildet. In der Einwendung des Prüfers des Patentamtes wurde entgegengehalten, dass eine Tröpfchenbildung nicht möglich ist.

**[0003]** (Erläuterung: oben ist die Richtung zum Zentrum der Zentrifuge, unten ist der am Außenrand liegende Teil der Zentrifuge)

**[0004]** Zitat: "Eine Abfuhr von Wärme oder mechanischer Arbeit im „aufsteigendem Ast“ ist nicht ursprünglich offenbart und kann somit nicht herangezogen werden."

**[0005]** Diesen Mangel durch die in der vorliegenden Anmeldung gezeigten Merkmale gemäß Hauptanspruch 1 und den abhängigen Unteransprüchen zu beheben ist Aufgabe der Erfindung.

## Darstellung der Erfindung

**[0006]** In dem Dampf führenden Abschnitt eines Kreisprozess sind ein oder mehrere Plattenwärmetauscher entlang des aufsteigenden Teils innerhalb eines Kraftwerks zur Erzeugung elektrischer Energie wie oben zitiert, angeordnet.

**[0007]** Die Platten sind ellipsoid ausgebildet um einen möglichst geringen Widerstand gegen den umströmenden Sattedampf zu bieten. Die Plattenwärmetauscher werden von dem in den Fallrohren herab strömenden Kondensat durchflossen. Das Kondensat ist bedingt durch die Kondensation im Kondensator aufgrund der niedrigeren Temperatur und wegen des dort niedrigeren Druckes unterkühlt. Dies zeigt beispielhaft ein ph Diagramm eines Kältemittels in **Fig. 4**. Zudem ist erkennbar , dass nur ein geringer Mehraufwand(Differenz von Enthalpie in den Schrit-

ten 1 nach 2 zum Verdampfen und 3 nach 4 zum kondensieren nötig ist. Durch Aufsteigen des Dampfes und dem Entzug der Wärme durch die Plattenwärmetauscher sinkt der Arbeitswand für die Rotationswärmepumpe.

**[0008]** Die Durchflussmenge ist durch Regelventile einstellbar, damit die gebildete Tröpfchenmenge nicht zu groß wird und nicht mehr durch den Dampfstrom mitgenommen werden kann.

**[0009]** Es ist kein energetischer Aufwand erforderlich um den Dampf teilweise zu kondensieren. Die Oberflächen der Wärmetauscher sowie die dem Dampfstrom ausgesetzten Bereiche im aufsteigenden Abschnitt sind mit einer Beschichtung versehen die das sich bildende Kondensat leichter abperlen lassen.

Das Volumen der mit den Spitzen Seiten in Strömungsrichtung zeigenden Plattenwärmetauscher ist so gewählt, dass eine hohe Strömungsgeschwindigkeit gewährt ist , ohne jedoch nennenswerten Widerstand zu bieten. Zudem lösen sich die Kondensatropfen leichter von der Abrisskante.

**[0010]** Die ebenfalls geleistete Hubarbeit führt nicht nur zu einer Druckabnahme und Abkühlung, sondern wandelt Wärmeenergie, in Lageenergie um. Enthalpie ist entzogen. Schaffung von Lageenergie über den Umweg durch Umwandlung von potentieller Energie in Rotationsenergie durch Turbinen, die Arbeit verrichten kann.

Wärme ist in Lageenergie umgewandelt\_

**[0011]** Die in der Thermodynamik ebenfalls verwendete Bezeichnung Volumenarbeit ist damit nicht zu vergleichen.

Ergänzende Info aus:

„Verwendung von Kondensat zum Antrieb einer Flüssigkeitsturbine im geschlossenen Kreislauf  
Thermodynamische Betrachtung"

**[0012]** Zitat:

Nun ist der Dampf aufgestiegen, und durch die verrichtete Hubarbeit ist ein Teil der Enthalpie entzogen worden. Gut so, weil diese Enthalpie nicht mehr im Kondensator abgeführt werden muss und in der erreichten Lageenergie gespeichert ist: in der fallenden Flüssigkeitssäule wird das Medium im weiteren Verlauf diesen Anteil der Energie zurückgewinnen und über die Turbine als Arbeit abführen können. Die Qualität des Kühlmittels vor dem Kondensator verdient eine Bemerkung: mit der Abgabe von Enthalpie ist für jedes Kühlmittel eine Abkühlung verbunden.

**[0013]** Nebeninfo: Um wieder auf die Natur zurückzukommen: die aufsteigende feuchte Luft über dem Meer bildet die Wolken nicht, weil sie sich mit kälteren Luftschichten mischt (eine viel verbreitete Anschauung), sondern weil sie beim Aufsteigen mit dem fallenden Druck bzw. durch die Hubarbeit abkühlt. Wir kennen den Stauregen am Gebirge. Umgekehrt gilt es beim Föhn: fällt die Luft an den Bergen nach unten, nimmt ihre Enthalpie zu: der Föhnwind ist trocken und warm. Vermutlich liegt jetzt bereits ein sichtbarer Tröpfchengehalt vor, und die Temperatur ist gefallen. Höchste Zeit zum Kondensieren. Für die Wärmeabgabe gilt ideal:

$$h'_K = h''_K - T_K \cdot \Delta S_K$$

h	spezifische Enthalpie (flüssig)
h''	spezifische Enthalpie (gasförmig)
k	Kondensator
S	Entropie
T	Temperatur

und:

Da schon beim Aufsteigen eine teilweise Kondensation stattgefunden hat, kann nicht einfach die Kondensationsenthalpie  $r_K(T_K)$  angesetzt werden. Der Aufwand zum Kondensieren ist für viele Kühlmittel aus dem Nassdampfgebiet geringer.

Zitat Ende

Quelle: Aufsatz eines Dipl. Physikers, Dozent für Kraftwerksbetrieb

**[0014]** Somit ist es möglich, dass eine Kältemaschine mit hohem Wirkungsgrad gemäß einer Carnot-Maschine, die in einem niedrigen Temperaturbereich nach der Kelvin Skala weniger Energie benötigt als durch den Gewinn aus der Flüssigkeitssäule gewonnen werden kann. Deshalb ist es sinnvoll die Temperatur im Kondensator und daraus folgend die Temperatur im Siedebad ebenfalls niedrig zu halten.

**[0015]** Fig. 6 zeigt den Vorteil einer möglichst niedrig liegenden Prozesstemperatur Spanne nach der Kelvin Scala. Carnot Wirkungsgrade bei niedriger Temperatur und geringen Spreizungen.

**[0016]** Das ermöglicht es, die Wärmeabgabe aus dem Kondensator in das Siedebad zu führen. Dies geschieht durch eine in die Zentrifuge integrierte Rotationswärmepumpe wie in der og. Offenlegungsschrift gezeigt.

**[0017]** Das erspart Pumpleistung für den Transport des Kältemittels. Dazu ist es allerdings erforderlich die ganze Maschine inklusive aller Nebenaggregate durch eine Kapselung vor Zutritt von Wärme zu dämmen(isolieren). Im Inneren der Kapselung kann eine Umgebung

gehalten werden, die auf einer Temperatur gehalten werden kann, dass ausreichen Wärme zugeführt werden kann, aber keine Überhitzung für den Kreisprozess entsteht.

Das Dampf-Tröpfchengemisch tritt mit einem Restdruck in den Kondensator ein, wird vollständig verflüssigt und kann dann direkt in die Fallleitungen geführt werden. Auf dem Weg vom Kondensator wird ein Teil des Kondensates durch die Wärmetauscher gemäß der Erfindung geführt. Dort verdampft das Kältemittel an der Satt dampf Linie und kann auf dem Weg nach oben noch Wärme an die Plattenwärmetauscher abgeben. Dem Einwand des Prüfers zur Offenlegungsschrift(siehe oben) ist damit Rechnung getragen.

#### Figurenliste

**[0018]** Weitere Ziele, Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung anhand der Zeichnungen. Dabei bilden alle beschriebenen und oder bildlich dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von der Zusammenfassung in einzelnen Ansprüchen oder deren Rückbeziehung.

**Fig. 1-3** Plattenwärmetauscher in Seiten-, Vorder-, und Draufsicht

**Fig. 4** Druck-Enthalpiediagramm von Tetrafluorpropen

**Fig. 5** Schematische Darstellung der Prozessabläufe mit beispielhaften Komponenten

**Fig. 6** Grafik verschiedener Wirkungsgrade bei verschiedenen Spreizungen

#### Bezugszeichenliste

1	Plattenwärmetauscher
2	Regelventil
3	Zu- und Abführende Leitungen
4	Abrisskante
5	Beschichtung
6	Dampf führender Abschnitt
7	Kondsat Eintritt Fallleitung
8	Kondensator
9	Turbine/Generator
10	Siedebad
10.1	Rotationskälte-wärmepumpe
11	Kapselung
12	Dampfeintritt Kondensator

- 13 Rippung Zentrifugenwand Siedebad und Aussenwand
- 14 Wärmezu- und abfuhr Kapselung
- 15 Stromleitungen von Generatoren
- 16 Profibus
- 17 Antriebsmotor
- 18 Lagerung
- 19 Zentrifuge

**[0019]** In **Fig. 1** bis **Fig. 3** ist die erfindungsgemäße Vorrichtung zum Entzug von Enthalpie aus dem dampfführenden Abschnitt 6 gezeigt. Diese entlang der Fallleitungen angeordneten Plattenwärmetauscher 1 werden durch Regelventile 2 mit den zu- und abführenden Leitungen 3, einstellbar von dem Kondensat 7 durchflossen.

Durch die dem Lotuseffekt ähnelnde Beschichtung 5 perlen die Kondensattropfen leichter an der Abrisskante 4 ab und werden „hoch“ gerissen..

Der Wärmeübergang wird getrieben von der Differenz von Kondensationstemperatur(niedrig) zu Dampftemperatur(hoch) im aufsteigenden Teil, dem dampfführenden Abschnitt 6 der Zentrifuge 19. Dies zeigt beispielhaft das ph Diagramm in **Fig. 4**. Die Kapselung 11 schafft eine niedrige Umgebungstemperatur (ähnlich Saturnmond Titan) wodurch höhere Wirkungsgrade(etta) erreichbar sind. In die Kapselung 11 gelangt, dosiert durch die Wärmezufuhr und Abfuhr leitungen 14 ein gasförmiges Wärmeträgermedium.

Diesen Wirkungsgradvorteil nutzt die Rotationswärmepumpe 10 um direkt Kondensationsenthalpie in das Siedebad zu heben.

Mit Vorteil gelangt das unterkühlte Kondensat 7 aus dem Kondensator 8 direkt in die Fallrohre und kann auf dem Weg nach „unten“ sogar noch Enthalpie durch die Plattenwärmetauscher 1 entnehmen. Das Kondensat 7 erfährt sogar noch nutzbringend Wärmezufuhr.

Dann treibt Kondensat 7 Generatoren 9 an, tritt in den Siedesumpf mit Rippen 13 aus und verdampft. Es steigt, gibt Enthalpie ab und gelangt durch den Dampfeintritt 12 in den Kondensator 8. Der Kreis ist geschlossen. Der Strom (W ab) kann abgeleitet werden. Über Profibus 16 wird das Verfahren gesteuert. Der Antriebsmotor 17 treibt mit einem Teil des Stromes die Zentrifuge 19 an, die mit Lagern 18 komplett in der Kapselung 11 steht.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 102019009076 A9 [0001]

## Patentansprüche

1. Vorrichtung und Verfahren zum Entzug von Enthalpie aus dem Dampf eines Kältemittels in einem geschlossenem Kreislauf zur Reduzierung des energetischen Aufwands zur vollständigen Kondensation durch eine Kältemaschine in einem rotierendem Kraftwerk gemäß Offenlegungsschrift DE 10 2019 009 076 A9 2021. 10. 28, **gekennzeichnet durch** die regulierbare Einleitung von unterkühltem Kondensat in einen oder mehrere Plattenwärmetauscher, die entlang des Dampfkanals in diesen hineinragen, wobei die Oberflächen der Plattenwärmetauscher sowie die Wände des Dampf führenden Abschnitts mit einer Beschichtung versehen sind, welche dem Lotuseffekt ähnelnd, ein Abperlen von sich bildendem Kondensat und somit ein leichteres Mitreißen der Tröpfchen, deren Bildung zusätzlich durch Beigabe von Kondensationskeimen(Nanopartikel) in das Fluid ausgelöst, im Dampfstrom bewirken und mit dem verbliebenem Dampf zum Kondensator entgegen der künstlichen Schwerkraft aufsteigen, somit einen geringeren Entzug von Enthalpie bis zur vollständigen Kondensation des dann unterkühlten Kältemittels erfordert, mit dem Verfahren das Kondensat direkt in die Fallleitungen des Kraftwerks einströmen zu lassen und durch die Plattenwärmetauscher geleitet werden kann, mit dem Vorteil nicht nur Enthalpie aus dem Dampf entzogen zu haben, sondern Pumpenleistung zu sparen.

2. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass Die komplette Zentrifuge von einer Wärmedichten Kapsel umgeben ist, die durch Öffnungen ein kontrolliertes Zu- und Abführen von Wärme ermöglicht.

3. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1 und folgend **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prozesstemperaturen, je nach Kältemittel, im Bereich von 80K bis 270K liegen.

4. Vorrichtung und Verfahren nach Anspruch 1 **dadurch gekennzeichnet**, dass Der Außenrand der Zentrifuge mit Rippen zur Wärmeaufnahme aus der Kapselung versehen sind und innen das Siedebad aufheizen.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

Fig 1

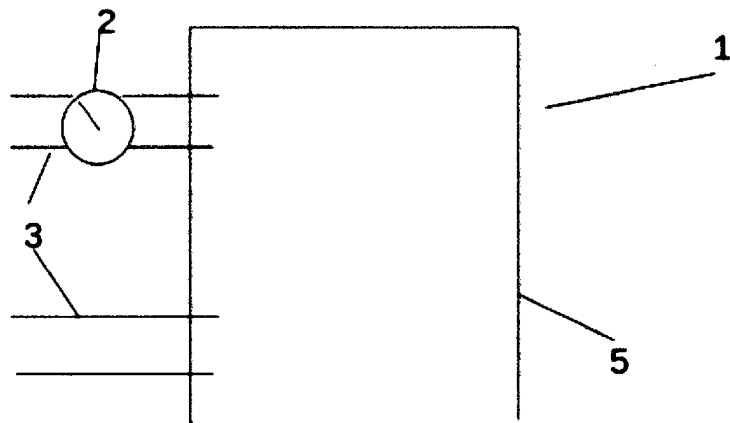


Fig 2



Fig 3

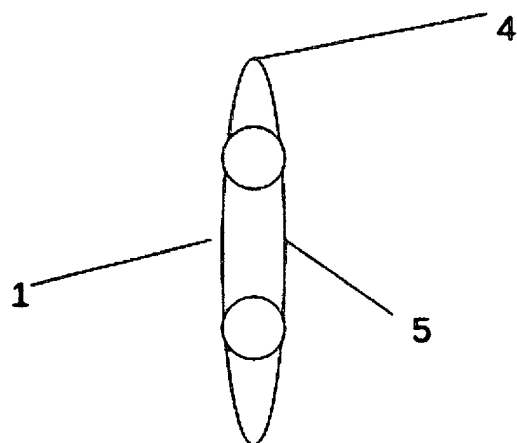
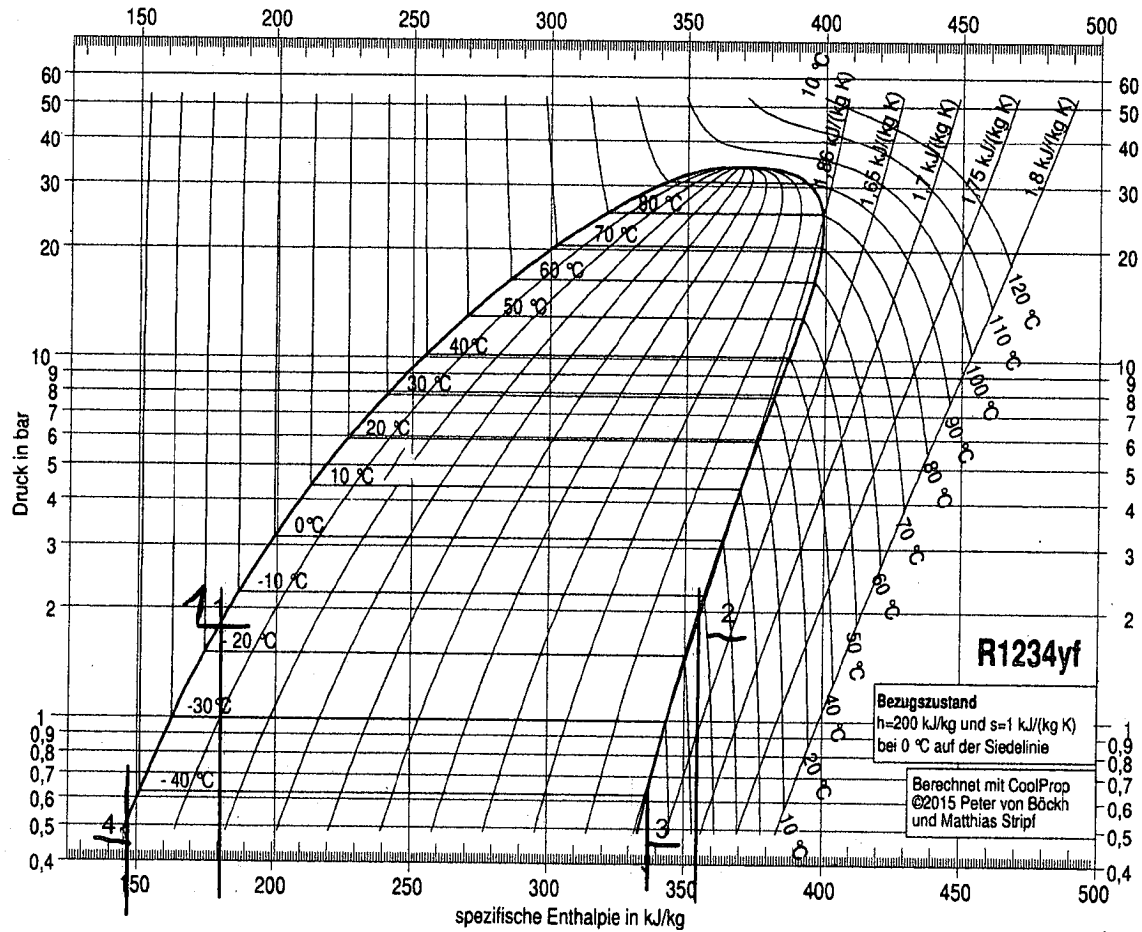


Fig 4



1 nach 2 verdampfen 172 kJ/kg

3 nach 4 kondensieren 196 kJ/kg



Fig 5

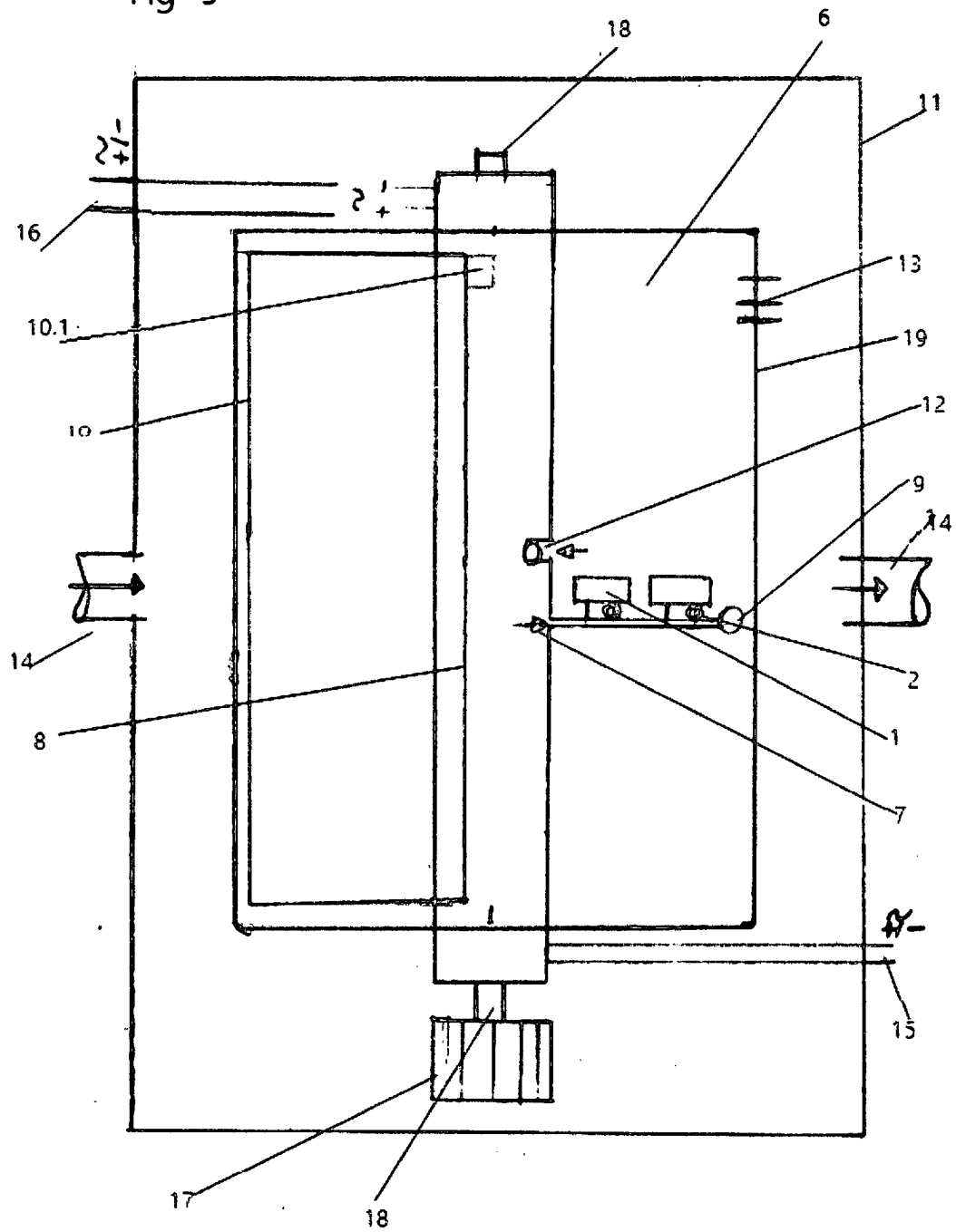
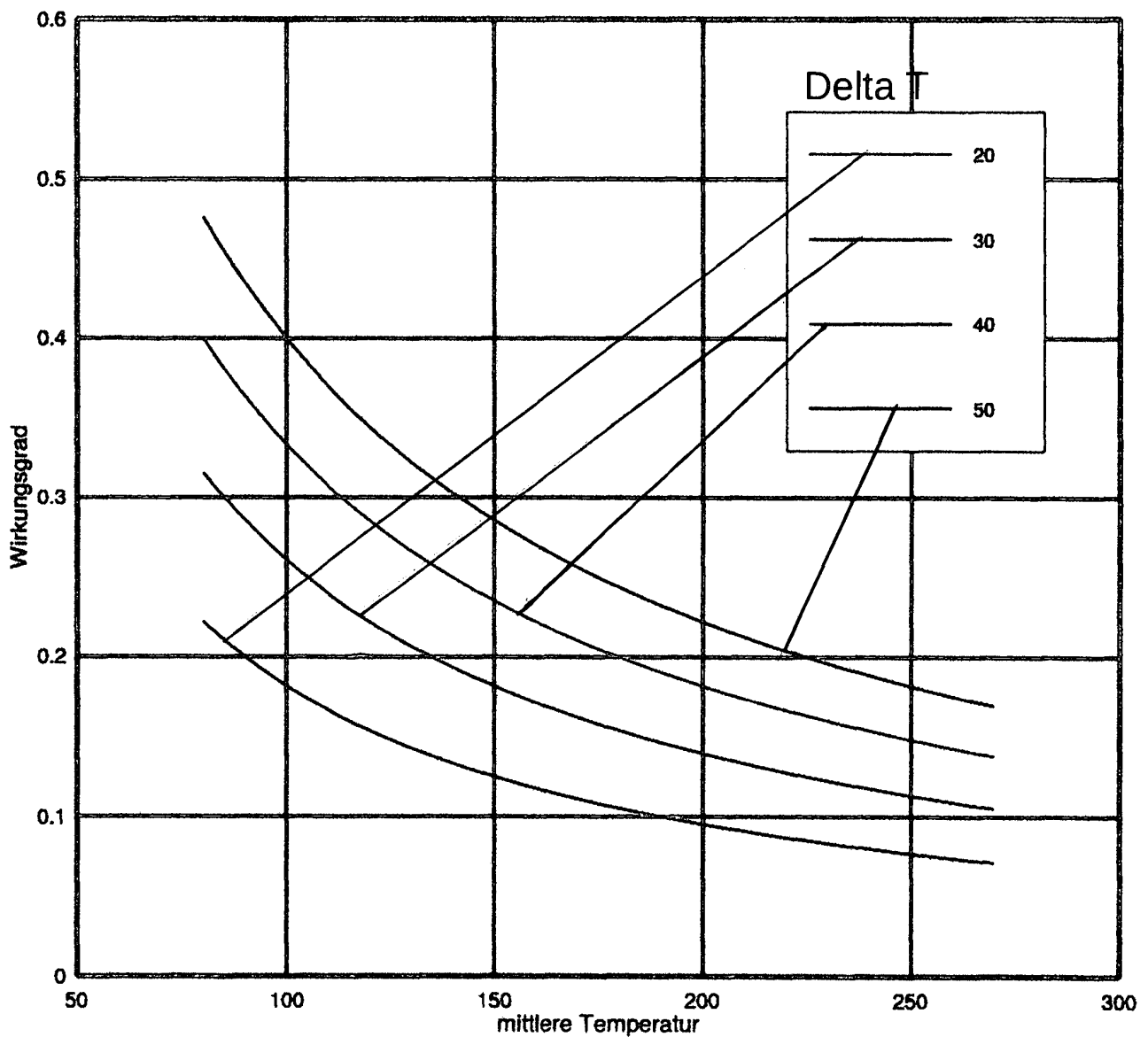


Fig 6

Wirkungsgrad bei verschiedenen Spreizungen im Temperaturbereich 80 bis 270 K



Mittlere Temperatur =  $T_{\text{hoch}} - T_{\text{niedrig}} / 2$