



**PCT**  
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro  
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

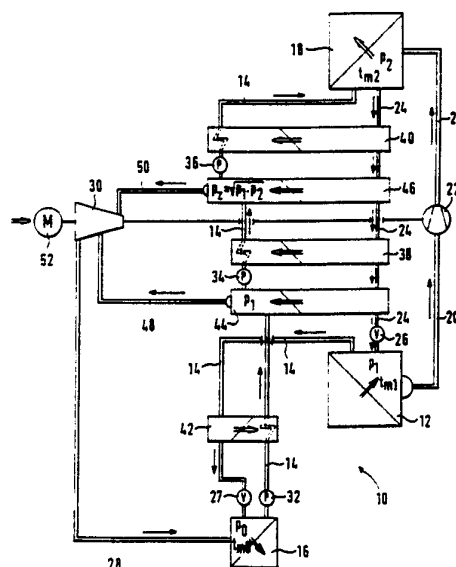
<b>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>5</sup> :</b> <b>F25B 25/02, 15/12</b>	<b>A1</b>	<b>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 92/14977</b> <b>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:</b> 3. September 1992 (03.09.92)
<b>(21) Internationales Aktenzeichen:</b> PCT/EP91/02019 <b>(22) Internationales Anmeldedatum:</b> 24. Oktober 1991 (24.10.91)  <b>(30) Prioritätsdaten:</b> P 41 04 263.8 13. Februar 1991 (13.02.91) DE  <b>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):</b> TCH THERMO-CONSULTING-HEIDELBERG GMBH [DE/DE]; Im Neuenheimer Feld 517, D-6900 Heidelberg 1 (DE).  <b>(72) Erfinder; und</b> <b>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US) :</b> MUCIC, Vinko [DE/DE]; Finkenweg 1A, D-6909 Walldorf (DE).  <b>(74) Anwälte:</b> ZENZ, J., K. usw. ; Scheuergasse 24, D-6144 Zwingenberg (DE).		<b>(81) Bestimmungsstaaten:</b> AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), DK (europäisches Patent), ES (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), GR (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.  <b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>

**(54) Title:** HIGH-TEMPERATURE HEAT PUMP TRANSFORMER

**(54) Bezeichnung:** HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPENTRANSFORMATOR

**(57) Abstract**

A high-temperature heat pump transformer (10) has a feed line branch (14) and a return line branch (24) which are connected, via pumps (32; 34; 36) or at least one choke element (26), a desorber (12) and a resorber (18) operated at a higher pressure than the latter, to a solution circuit through which a two-component working fluid flows. Heat is supplied to the desorber (12) to expel a component of the working fluid which is gaseous, at the lower temperature. The component is conveyed under pressure through a compressor (22) to the resorber (18), where it is resorbed at the higher temperature with absorption of heat. The solution circuit comprises additional degassing devices (44; 46) in which the additional gaseous component of the working fluid is expelled at medium pressure by heat transfer from the two-component working fluid flowing in the return line branch (24) to that flowing in the forward line branch and returned to the solution circuit. An absorber (16) in the feed line branch (14) is connected downstream of the outlet of the desorber (12) to an intermediate second choke element (27). In this absorber (16), when the pressure is further reduced as heat energy is withdrawn at lower temperature, and the gaseous component of the working fluid expelled into the additional degassing devices (44; 46) is resorbed because it was previously passed through an expansion machine (30) which generates mechanical energy and its pressure reduced to the level of that of the absorber (16).



**(57) Zusammenfassung** Hochtemperatur-Wärmepumpentransformator (10) mit einem Vorlauf-Leitungsweig (14) und einem Rücklauf-Leitungsweig (24), welche über Pumpen (32; 34; 36) bzw. wenigstens ein Drosselorgan (26), einen Desorber (12) und einen auf demgegenüber höheren Druckniveau betriebenen Resorber (18) zu einem von einem Zweistoff-Arbeitsmittel durchströmten Lösungskreislauf verbunden sind, wobei im Desorber (12) unter Wärmezufuhr auf niedrigerem Temperaturniveau eine gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und unter Druckerhöhung durch einen Kompressor (22) zum Resorber (18) geführt und dort unter Abfuhr von Wärme auf höherem Temperaturniveau resorbiert wird. Im Lösungskreislauf sind weitere Entgasern (44; 46) vorgesehen, in welchen auf einem mittleren Druckniveau durch Wärmeübertragung von dem im Rücklauf-Leitungsweig (24) strömenden, auf das im Vorlauf strömende Zweistoff-Arbeitsmittel eine zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und in den Lösungskreislauf zurückgeführt wird. Dem Auslaß des Desorbers (12) ist im Vorlauf-Leitungsweig (14) unter Zwischenschaltung eines weiteren Drosselorgans (27) ein Absorber (16) nachgeschaltet, in welchem bei weiter abgesenktem Druck unter Abfuhr von Wärmeenergie auf niedrigem Temperaturniveau die in den zusätzlichen Entgasern (44; 46) ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente resorbiert wird, nachdem sie zuvor durch eine mechanische Energie erzeugende Expansionsmaschine (30) geführt und so ihr Druck auf das Druckniveau des Absorbers (16) abgesenkt wurde.

#### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Osterreich	FI	Finnland	MN	Mongolei
AU	Australien	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
BB	Barbados	GA	Gabon	MW	Malawi
BE	Belgien	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GN	Guinea	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	GR	Griechenland	PL	Polen
BJ	Benin	HU	Ungarn	RO	Rumänien
BR	Brasilien	IE	Irland	RU	Russische Föderation
CA	Kanada	IT	Italien	SD	Sudan
CF	Zentrale Afrikanische Republik	JP	Japan	SE	Schweden
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SN	Senegal
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SU	Sowjet Union
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	TD	Tschad
CM	Kamerun	LK	Sri Lanka	TG	Togo
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DE*	Deutschland	MC	Monaco		
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
ES	Spanien	ML	Mali		

5

10

---

### Hochtemperatur-Wärmepumpentransformator

---

15

Die Erfindung betrifft einen Hochtemperatur-Wärmepumpen-  
20 transformator mit einem Lösungskreislauf eines Zweistoff-  
Arbeitsmittels, insbesondere eines Ammoniak-Wasser-Gemischs  
mit einem Vorlauf-Leitungsweig, in welchem eine arme Lö-  
sung des Arbeitsmittels durch Pumpen stufenweise von nied-  
rigem auf hohen Druck angehoben und durch Wärmezufuhr von  
25 einem niedrigeren auf ein höheres Temperaturniveau ge-  
bracht, einem Resorber zuströmt, welchem von einem Kompres-  
sor auf Resorberdruck erhöhte gasförmige Arbeitsmittelkom-  
ponente zugeführt und unter Abgabe von Resorptionswärme in  
der Lösung resorbiert wird, wodurch reiche Lösung hohen  
30 Drucks entsteht, die in einen Rücklauf-Leitungsweig des  
Lösungskreislauf mit wenigstens einem eingeschalteten Dros-  
selorgan unter Druckabsenkung und Wärmeabfuhr einem Desor-  
ber zuströmt, in welchem unter Zufuhr von Wärmeenergie gas-  
förmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und dem Kom-  
35 pressor zugeführt wird, wobei im Lösungskreislauf weitere  
Entgaser vorgesehen sind, in welchen durch Wärmeübertragung  
von der im Rücklauf-Leitungsweig strömenden reichen Lösung  
auf die im Vorlauf-Leitungsweig strömende arme Lösung aus

dieser zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und in den Lösungskreislauf zurückgeführt wird.

Aus der DE-PS 37 16 642 ist eine Zweistoff-Wärmepumpe (oder  
5 Kältemaschine) dieser Art bekannt, deren Leistungsziffer gegenüber älteren bekannten Zweistoff-Wärmepumpen dadurch erhöht ist, daß bei einem zwischen Resorber- und Desorberdruck liegenden Zwischendruck mittels eines zusätzlichen Entgasers durch Übertragung von Wärmeenergie aus der im  
10 Rücklauf-Leitungszweig strömenden reichen Lösung auf die im Vorlauf-Leitungszweig strömende arme Lösung zusätzlich gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und unter Druckerhöhung durch den Kompressor dem Resorber zugeführt wird, wobei die Antriebsleistung des Kompressors für die im  
15 zusätzlichen Entgaser ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente entsprechend dem geringeren Druckunterschied zwischen dem zusätzlichen Entgaser und dem Resorber geringer ist, als in dem Fall, in dem die Entgasung (wie bei den älteren bekannten Zweistoff-Wärmepumpen) ausschließlich auf  
20 dem niedrigen Druck des Haupt-Desorbers oder Entgasers unter Zufuhr von aus der Umgebung, z.B. einem Fließgewässer oder von Umweltwärme, erfolgen würde. Da die am Haupt-Desorber zur Entgasung der reichen Lösung zur Verfügung stehende Wärmeenergie aus der Umwelt bzw. einem Fließgewässer  
25 ser relativ niedrige Temperatur hat, ist das Temperaturniveau der im Resorber gewonnenen Resorptionswärme bei der bekannten Wärmepumpe immer noch relativ niedrig, so daß die gewonnene Resorptionswärme in der Regel nur für Heizzwecke verwendbar ist. In vielen Fällen ist jedoch Wärme auf einem  
30 deutlich höheren Temperaturniveau, beispielsweise als Prozeßwärme, erforderlich, wobei Abwärme aus dem Prozeß oder von anderen Wärmequellen auf niedrigerem, aber deutlich über der Umweltwärme oder der Wärme von Fließgewässern liegenden Temperaturniveau zur Verfügung steht. Anstelle des  
35 Einsatzes einer Wärmepumpe bietet sich bei diesen Temperaturbedingungen der Einsatz von Wärmetransformatoren (DE-PS 33 44 599, Fig. 3 und 4) zur Gewinnung der Nutz- bzw. Prozeßwärme auf erhöhtem Temperaturniveau an.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das System der bekannten Wärmepumpe so weiterzuentwickeln, daß sie nach Art eines Wärmetransformators bei höheren Temperaturniveaus einsetzbar ist und dabei ein im Vergleich zu bekannten Wärmetransformatoren noch verbessertes Wärmeverhältnis erbringt.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in den an den Auslaß des Desorbers anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs ein Drosselorgan für eine weitere Druckabsenkung eingeschaltet und der Teilabschnitt dann zum Einlaß eines auslaßseitig an den anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs angeschlossenen Absorbers geführt ist, dem außerdem zum Zwecke der Voranreicherung der Lösung die über die weiteren Entgaser ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente zugeführt und unter Abgabe von Absorptionswärme auf einem unteren Temperaturniveau gelöst wird, daß in die die in den weiteren Entgasern ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente in den Absorber führende(n) Verbindungsleitung(en) wenigstens eine den Druck im gasförmigen Arbeitsmittel absenkende und in mechanische Energie umwandelnde Expansionsmaschine eingeschaltet ist, und daß dem Auslaß des Absorbers in dem anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs eine den Druck der im Absorber vorangereicherten armen Lösung wenigstens auf den Desorberdruck erhöhende Pumpe nachgeschaltet ist.

Der im Aufbau der bekannten Wärmepumpe entsprechende Systemteil kann dann - entsprechend den bekannten Wärmetransformatoren - desorber- und resorberseitig bei höheren Temperaturniveaus arbeiten, wobei durch die Absorption der in den zusätzlichen Entgasern ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponenten in einen bei Umgebungstemperatur betriebenen Absorber ein hinreichendes Temperatur- und Druckgefälle erhalten wird, um in der Expansionsmaschine zusätzliche mechanische Energie zu gewinnen, die

entweder zur Erzeugung elektrischer Energie in einem an der Expansionsmaschine angekoppelten Generator oder - bei direkter Ankoppelung am Kompressor - auch zur Verringerung der Antriebsleistung des Antriebsmotors für den Kompressor  
5 des Systems verwendbar ist.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung sind der dem Absorber unmittelbar nachgeschalteten, den Druck auf Desorberdruck erhöhenden Pumpe im anschließenden Teilabschnitt  
10 des Vorlauf-Leitungszeigs wenigstens zwei, den Druck aufeinanderfolgend stufenweise auf Resorberdruck erhöhende Pumpen nachgeschaltet, wobei einer der weiteren Entgaser in dem auf Desorberdruck befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungszeigs zwischen der ersten und der zweiten Pumpe und  
15 ein anderer weiterer Entgaser in dem auf einem Zwischen- druck zwischen dem Desorber- und Resorberdruck befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungszeigs zwischen der zweiten und der dritten Pumpe eingeschaltet ist, und die weiteren Ent- gaser andererseits in einen auf Resorberdruck befindlichen  
20 Abschnitt des Rücklauf-Leitungszeigs eingeschaltet sind.

Die Auslässe für die gasförmig ausgetriebene Arbeitsmittelkomponente der weiteren Entgaser können jeweils mit dem Einlaß einer gesonderten Expansionsmaschine verbunden sein,  
25 deren Auslässe mit dem Anschluß des Absorbers für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden sind.

Alternativ können die Auslässe für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente der weiteren Entgaser mit zwei  
30 unterschiedlichen Druckstufen zugeordneten Einlässen einer gemeinsamen - dann zweckmäßig als mehrstufige Turbine ausgebildeten - Expansionsmaschine verbunden sein, deren Aus- laß mit dem Einlaß des Absorbers für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden ist.

35

Der Druck in dem zwischen der zweiten und der dritten Pumpe im Vorlauf-Leitungszeig angeordneten weiteren Entgaser ist vorzugsweise auf einen, etwa der Wurzel aus dem Produkt des

Desorberdrucks und des Resorberdrucks entsprechenden Zwischendruck eingestellt, da hierdurch - bei Betrachtung als Wärmepumpe - die Leistungsziffer bzw. - bei Betrachtung als Wärmetransformator - das Wärmeverhältnis optimiert wird.

5

Da in der Expansionsmaschine mechanische Energie gewonnen wird und andererseits zum Antrieb des Kompressors entsprechende mechanische Energie von einem Antriebsmotor zur Verfügung gestellt werden muß, ist es sinnvoll, den Kompressor und den ihn antreibenden Antriebsmotor mechanisch mit der Expansionsmaschine zu koppeln. Die Antriebsleistung des den Kompressor antreibenden Motors kann dann um die von der Expansionsmaschine zur Verfügung gestellte Abtriebsleistung niedriger bemessen werden.

15

Die Erfindung ist in der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit der Zeichnung näher erläutert, und zwar zeigt:

20            Fig. 1    einen schematischen Schaltplan eines in der erfindungsgemäßen Weise ausgebildeten Wärmepumpentransformators;

25            Fig. 2    die im Wärmepumpentransformator gemäß Figur 1 ablaufenden Zustandsänderungen des Arbeitsmittels schematisch in einem  $p, \xi$  - Diagramm; und

30            Fig. 3    ein Diagramm, in welchem über der am Desorber des erfindungsgemäßen Wärmepumpentransformators zur Verfügung stehenden Temperatur das Verhältnis der erfindungsgemäß erreichten Leistungsziffer bzw. des erfindungsgemäß erreichten Wärmeverhältnisses zur entsprechenden Carnot-Leistungsziffer bzw. zum entsprechenden Carnot-Wärmeverhältnis aufgetragen ist.

35

Der in Figur 1 veranschaulichte, in seiner Gesamtheit mit 10 bezeichnete erfindungsgemäße Zweistoff-Wärmepumpentransformator weist einen Entgaser oder Desorber 12 auf, in welchem bei einem Druck  $p_1$  durch Zufuhr von Wärmeenergie auf  
5 einem mittleren Temperaturniveau aus einer reichen Zweistoff-Arbeitsmittellösung gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben wird. Bei Verwendung des bevorzugten Ammoniak-Wasser-Gemischs als Arbeitsmittel wird im Desorber 12 also Ammoniak gasförmig aus der Lösung ausgetrieben. Die  
10 zur Entgasung der reichen Lösung erforderliche Wärmeenergie möge beispielsweise als Abwärme mit Temperaturen zwischen 40 und 100°C - in jedem Falle aber noch deutlich über der Umgebungswärme - zur Verfügung stehen. Die dabei entstehende arme Lösung wird über einen ersten Leitungszweig 14  
15 zunächst unter Druckabsenkung zu einem Absorber 16, dessen Funktion später noch im einzelnen erläutert wird, und dann unter mehrstufiger Druckerhöhung auf einen Druck  $p_2$  zu einem Resorber 18 gepumpt, während die gasförmige Arbeitsmittelkomponente dem Resorber über eine Leitung 20 mit eingeschaltetem Kompressor 22 zugeführt wird. Die im Resorber 18  
20 bei der Resorption des gasförmigen Arbeitsmittels in der armen Lösung auf hohem Temperaturniveau anfallende Resorptionswärme kann beispielsweise als Prozeßwärme in Arbeitsprozessen Verwendung finden. Die durch Resorption des gasförmigen Arbeitsmittels wieder reiche Lösung wird aus dem  
25 Resorber 18 über einen zweiten Leitungszweig 24 unter Druckabsenkung auf das Druckniveau  $p_1$  des Desorbers in einem Drosselorgan 26 wieder in den Desorber 12 zurückgeführt und dort wieder entgast.

30

Wie bereits erwähnt, wird die aus dem Desorber austretende arme Lösung zunächst in einem ersten Teilabschnitt des Leitungszweigs 14 unter Druckabsenkung durch ein Drosselorgan  
27 einem Absorber 16 zugeführt, in welchem die arme Lösung  
35 durch Wärmeabfuhr an die Umgebungsatmosphäre bzw. ein Fließgewässer auf die Temperatur  $t_{m0}$  abgekühlt wird. Dadurch ist es möglich, eine gewisse Menge von über eine Leitung 28 von einer - beispielsweise als Turbine 30 ausge-



bildeten - Expansionsmaschine zugeführten gasförmigen Arbeitsmittelkomponente in der armen Lösung im Absorber 16 zu absorbieren, so daß die Lösung gegenüber der vom Desorber 12 zuströmenden Lösung bereits etwas angereichert ist.

5 Über eine dem Absorber 16 im Leitungszweig 14 nachgeschaltete Pumpe 32 und weitere Pumpen 34 und 36 wird dann der Druck stufenweise auf den Resorberdruck  $p_2$  erhöht, wobei der Druck in dem zwischen der ersten Pumpe 32 und der folgenden Pumpe 34 liegenden Teilabschnitt des Leitungszweigs

10 14 etwa gleich dem im Desorber 12 herrschenden Druck  $p_1$  sein möge, während dann folgerichtig in dem zwischen der zweiten und dritten Pumpe 34 bzw. 36 liegenden Teilabschnitt des Leitungszweigs 14 ein zwischen dem Desorberdruck  $p_1$  und dem Resorberdruck  $p_2$  liegender Druck

15 herrscht.

Wie auch beim Stande der Technik üblich, sind zwischen den auf Resorberdruck  $p_2$  befindlichen Abschnitt des reiche Lösung führenden Leitungszweigs 24, d.h. den Rücklauf-Leitungszweig und den Vorlauf-Leitungszweig 14 Temperatur-

20 wechsler 38 und 40 eingeschaltet, in denen durch Wärmeübertragung von der reichen auf die arme Lösung im Bereich des Zwischendrucks bzw. des Resorberdrucks  $p_2$  des Vorlauf-Leitungszweigs 14 die reiche Lösung abgekühlt wird. Ein entsprechender Temperaturwechsler 42 ist außerdem noch zwischen den den Desorber 12 mit dem Absorber 16 und dem zwischen der ersten und der zweiten Pumpe 32 bzw. 34 liegenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs 14 geschaltet. Die dem Absorber 16 - wie oben erwähnt - von der Expansions-

25 schine 30 über die Leitung 28 zugeführte gasförmige Arbeitsmittelkomponente stammt von zwei weiteren, zwischen den Vorlauf- und den Rücklauf-Leitungszweig 14 bzw. 24 geschalteten Entgasern 44 bzw. 46, in welchen durch Wärmeübertragung von der reichen Lösung auf die arme Lösung gas-

30 förmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und über Leitungen 48 bzw. 50 der Expansionsmaschine 30 zugeführt wird.

35

Es ist ersichtlich, daß der Druck der im weiteren Entgaser 44 aus der armen Lösung ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente etwa dem Desorberdruck  $p_1$  entspricht und der Druck der aus dem weiteren Entgaser 46 ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente bei einem höheren Druck - zwischen dem Desorber- und dem Resorberdruck  $p_1$  bzw.  $p_2$  - liegt. In der Expansionsmaschine 30 wird die in den Entgasern 44, 46 ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente unter Entspannung auf den Absorber-Druck  $p_0$  in mechanische Energie umgewandelt, welche durch mechanische Kopplung mit dem Kompressor 22 und dem Antriebsmotor 52 des Kompressors einen Teil der für die Förderung und Druckerhöhung der im Desorber 12 ausgetriebenen gasförmigen Arbeitsmittelkomponente zum Resorber erforderlichen Antriebsenergie übernimmt. Alternativ könnte die Expansionsmaschine 30 auch einen Generator zur Gewinnung von elektrischer Energie antreiben. Da die in den weiteren Entgasern 44, 46 ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente mit unterschiedlichen Drücken, nämlich dem Druck  $p_1$  und dem zwischen  $p_1$  und  $p_2$  liegende Zwischendruck  $p_z$  anfällt, werden die Leitungen 48 und 50 getrennt an entsprechend unterschiedlichen Druckstufen zugeordnete Einlässe der (mehrstufigen) Expansionsmaschine 30 geführt. Alternativ ist die Verwendung gesonderter Expansionsmaschinen denkbar, welche die unterschiedlichen Druckniveaus zwischen  $p_1$  und  $p_0$  bzw.  $p_2$  und  $p_0$  verarbeiten. Berechnungen mit unterschiedlich angenommenen Werten für die Höhe des Zwischendrucks  $p_z$  haben ergeben, daß ein Optimum erreicht wird, wenn

$$p_z = \sqrt{p_1 \cdot p_2}$$

In dem in Figur 2 gezeigten Diagramm sind die Änderungen der Zustandsgrößen des Arbeitsmittels im vorstehend beschriebenen Wärmepumpentransformator 10 schematisch in einem  $p, \xi$ -Diagramm veranschaulicht.

In Figur 3 ist schließlich noch ein Diagramm gezeigt, in welchem das Verhältnis der Leistungsziffer  $\epsilon$  bzw. des

Wärmeverhältnisses  $\xi$  zur entsprechenden Leistungsziffer  $\epsilon_c$  bzw. dem Wärmeverhältnis  $\xi_c$  des Carnot-Prozesses Abhängigkeit von unterschiedlichen, am Desorber 12 zur Verfügung stehenden Temperaturen dargestellt ist, wenn für die Temperatur  $t_{m0}$  am Absorber  $25^{\circ}\text{C}$ , d.h. Umgebungstemperatur, und für die am Resorber - beispielsweise zur Erzeugung von Prozeßdampf - geforderte Temperatur  $150^{\circ}\text{C}$  angenommen wird. Es ist ersichtlich, daß der erfindungsgemäße Wärmepumpentransformator 10 bei den angenommenen Temperaturen rechnerisch eine Verbesserung zwischen Mitteltemperaturen von  $t_{m1} = 30^{\circ}\text{C}$  bis  $t_{m1} = 120^{\circ}\text{C}$  erbringt, wobei das Optimum bei etwa 65 bis  $70^{\circ}\text{C}$  liegt.

Der Investitionsaufwand für den erfindungsgemäßen Wärmepumpentransformator ist also durchaus lohnend, wenn Abwärme im günstigen Temperaturbereich, beispielsweise zwischen  $50$  und  $90^{\circ}\text{C}$  zur Verfügung steht.

## P a t e n t a n s p r ü c h e

=====

- 5 Hochtemperatur-Wärmepumpentransformator mit einem Lösungs-  
kreislauf eines Zweistoff-Arbeitsmittels, insbesondere ein-  
nes Ammoniak-Wasser-Gemischs mit einem Vorlauf-Leitungs-  
zweig (14), in welchem eine arme Lösung des Arbeitsmittels  
durch Pumpen stufenweise von niedrigem auf hohen Druck an-  
10 gehoben und durch Wärmezufuhr von einem niedrigeren auf ein  
höheres Temperaturniveau gebracht einem Resorber (18) zu-  
strömt, welchem von einem Kompressor auf Resorberdruck er-  
höhte gasförmige Arbeitsmittelkomponente zugeführt und dort  
(18) unter Abfuhr von Resorptionswärme in der Lösung resor-  
15 biert wird, wodurch reiche Lösung hohen Drucks entsteht,  
die in einen Rücklauf-Leitungsweig (24) des Lösungs-  
kreislaufs mit wenigstens einem eingeschalteten Drossel-  
organ unter Druckabsenkung und Wärmeabfuhr einem Desorber  
(12) zuströmt, in welchem unter Zufuhr von Wärmeenergie  
20 gasförmige Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und dem  
Kompressor (22) zugeführt wird, wobei im Lösungskreislauf  
weitere Entgaser (44;46) vorgesehen sind, in welchen durch  
Wärmeübertragung von der im Rücklauf-Leitungsweig (24)  
strömenden reichen Lösung auf die im Vorlauf-Leitungsweig  
25 (14) strömende arme Lösung aus dieser zusätzlich gasförmige  
Arbeitsmittelkomponente ausgetrieben und in den Lösungs-  
kreislauf (28) zurückgeführt wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß in den an den Auslaß des Desorbers (12) anschließenden  
30 Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungsweigs (14) ein Drossel-  
organ (27) für eine weitere Druckabsenkung eingeschaltet  
und der Teilabschnitt dann zum Einlaß eines auslaßseitig an  
den anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungsweigs  
(14) angeschlossenen Absorbers (16) geführt ist, dem außer-  
35 dem zum Zwecke der Voranreicherung der Lösung die über die  
weiteren Entgaser (44; 46) ausgetriebene gasförmige Ar-  
beitsmittelkomponente zugeführt und dort (16) unter Abgabe

- von Absorptionswärme auf einem unteren Temperaturniveau ( $t_{m0}$ ) in der armen Lösung gelöst wird, daß in die Verbindungsleitung (28), welche die in den weiteren Entgasern (44; 46) ausgetriebene gasförmige Arbeitsmittelkomponente dem Absorber (16) zuführt, wenigstens eine den Druck im gasförmigen Arbeitsmittel absenkende und in mechanische Energie umwandelnde Expansionsmaschine (30) eingeschaltet ist, und daß dem Auslaß des Absorbers (16) in dem anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs (14) eine den Druck der im Absorber (16) vorangereicherten armen Lösung wenigstens auf den Desorberdruck ( $p_1$ ) erhöhende Pumpe (32) nachgeschaltet ist.
- 15 2. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der dem Absorber (16) unmittelbar nachgeschalteten, den Druck auf Desorberdruck erhöhenden Pumpe (32) im anschließenden Teilabschnitt des Vorlauf-Leitungszweigs (14) wenigstens zwei, den Druck aufeinanderfolgend stufenweise auf Resorberdruck ( $p_2$ ) erhöhende Pumpen (34; 36) nachgeschaltet sind, daß einer der weiteren Entgaser (44) in dem auf Desorberdruck ( $p_1$ ) befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungszweigs (14) zwischen der ersten (32) und der zweiten Pumpe (34) und ein anderer weiterer Entgaser (46) in dem auf einem Zwischendruck ( $p_z$ ) zwischen dem Desorber- und Resorberdruck ( $p_1$  bzw.  $p_2$ ) befindlichen Bereich des Vorlauf-Leitungszweigs (14) zwischen der zweiten und der dritten Pumpe (34; 36) eingeschaltet ist, und daß die weiteren Entgaser (44; 46) andererseits in einen auf Resorberdruck ( $p_2$ ) befindlichen Abschnitt des Rücklauf-Leitungszweigs (24) eingeschaltet sind.
3. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß Auslässe der weiteren Entgaser (44; 46) für die gasförmig ausgetriebene Arbeitsmittelkomponente jeweils mit dem Einlaß einer gesonderten Expansionsmaschine (30) verbunden sind, deren Auslässe mit dem Anschluß des

Absorbers (16) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden sind.

4. Wärmepumpentransformator nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Auslässe der weiteren Entgaser (44; 46) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente mit zwei unterschiedlichen Druckstufen zugeordneten Einlässen einer gemeinsamen Expansionsmaschine (30) verbunden sind, deren Auslaß mit dem Einlaß des Absorbers (16) für die gasförmige Arbeitsmittelkomponente verbunden ist.

5. Wärmepumpentransformator nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Druck in dem zwischen der zweiten und der dritten Pumpe (34; 36) im Vorlauf-Leitungszweig (14) angeordneten weiteren Entgaser (46) auf einen etwa der Wurzel aus dem Produkt des Desorberdrucks ( $p_1$ ) und des Resorberdrucks ( $p_2$ ) entsprechenden Zwischen-  
druck ( $p_z$ ) eingestellt ist.

6. Wärmepumpentransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kompressor (22) und der ihn antreibende Antriebsmotor (52) mechanisch mit der Expansionsmaschine (30) gekoppelt sind.

1 / 3

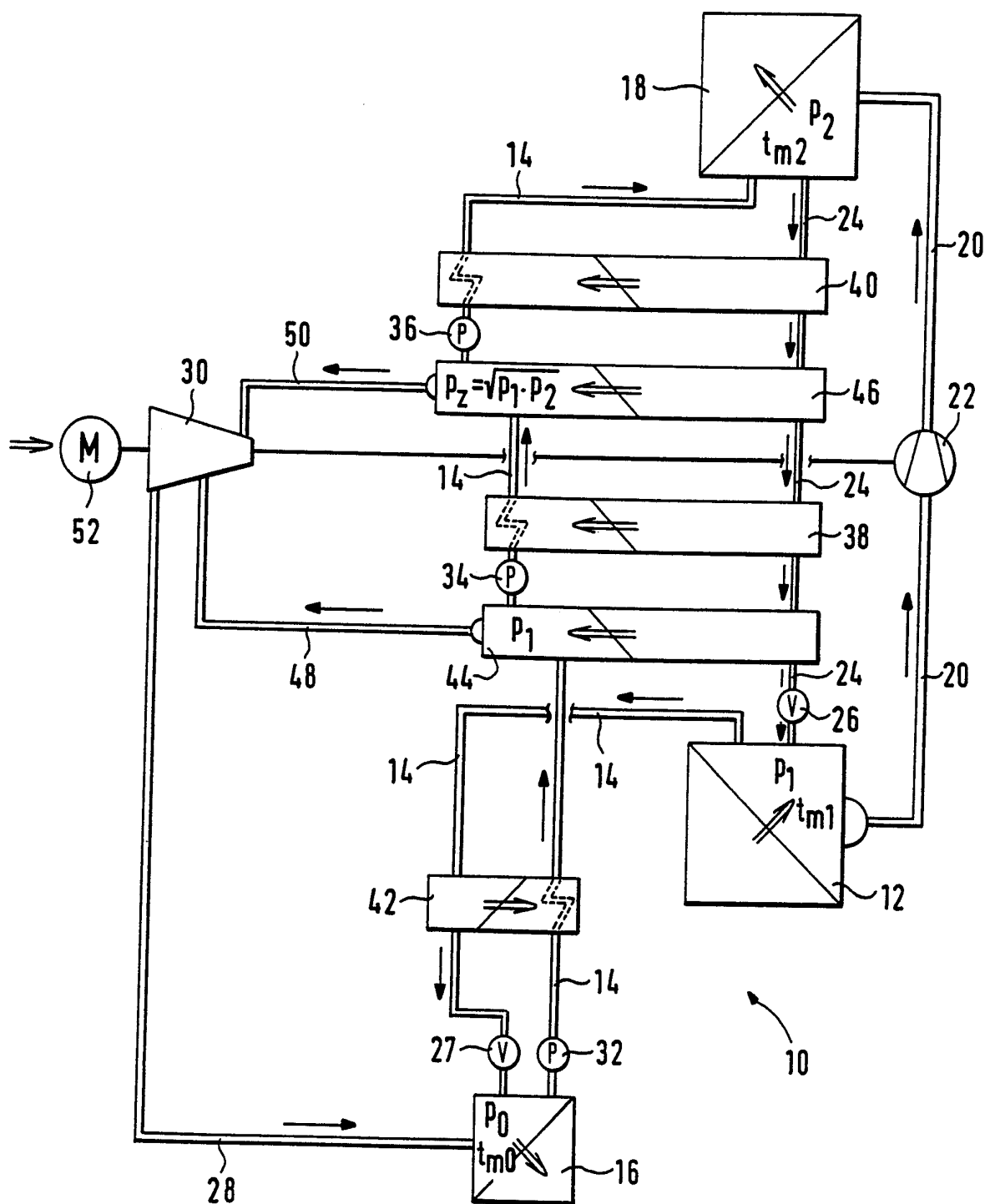
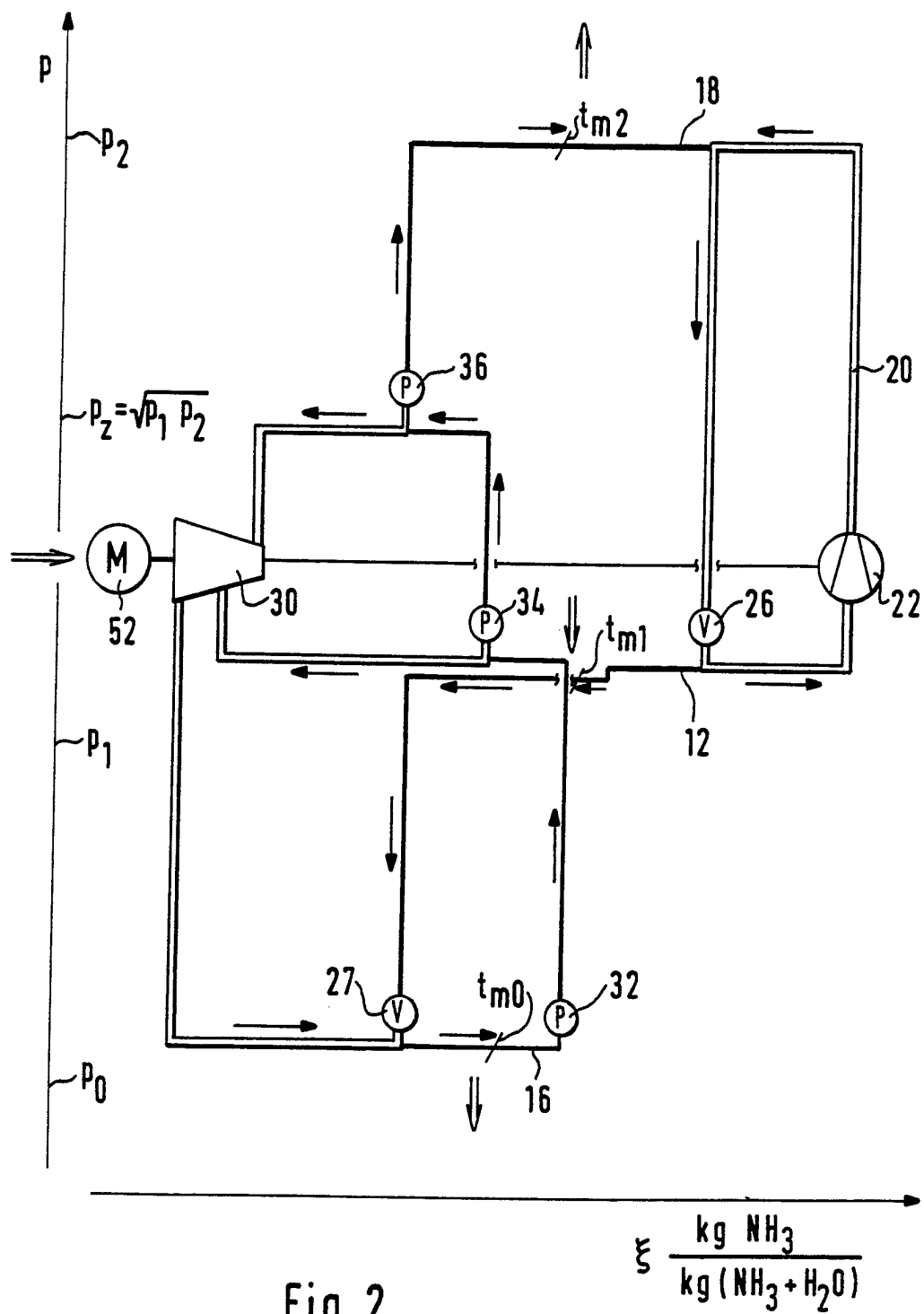


Fig. 1

2 / 3





3 / 3

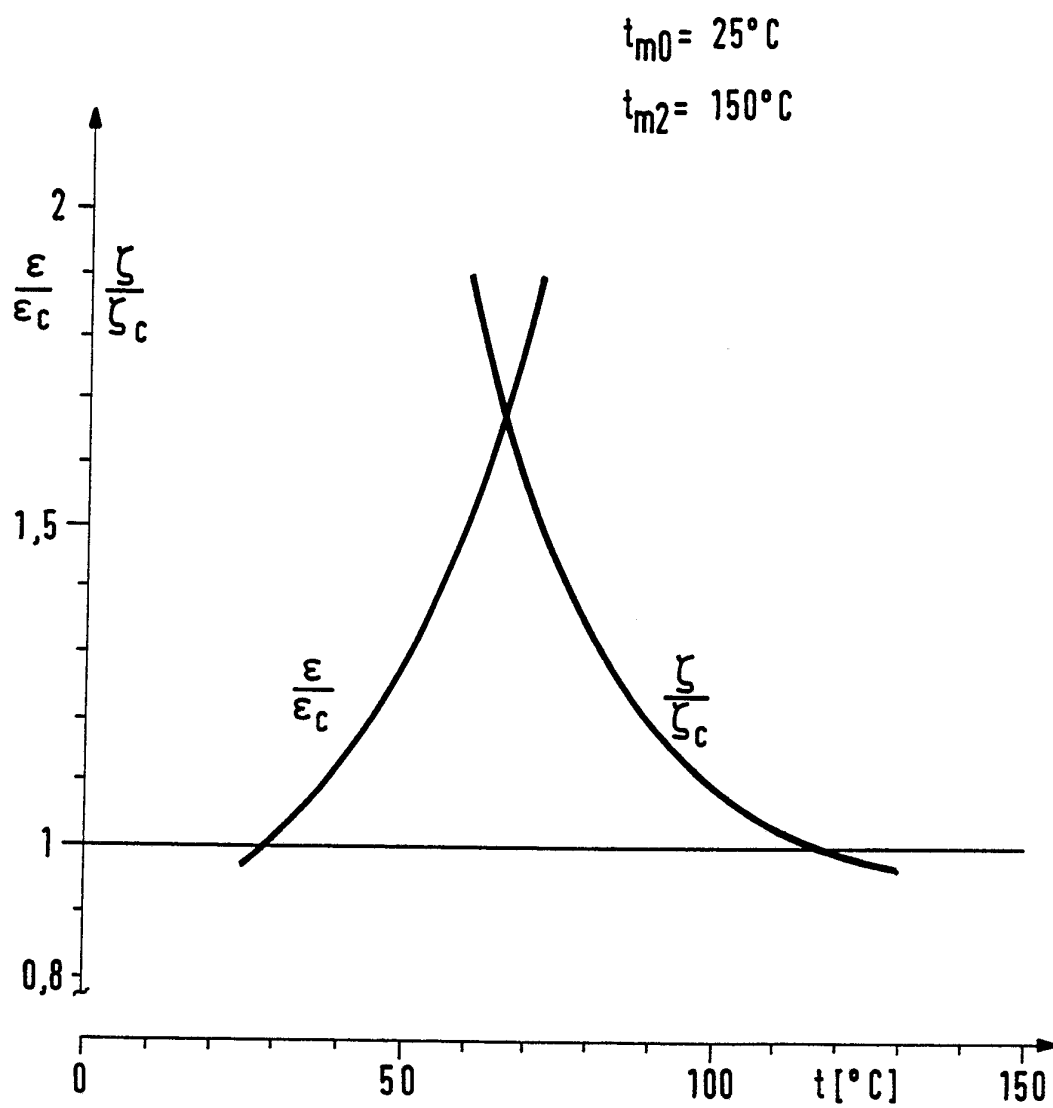


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

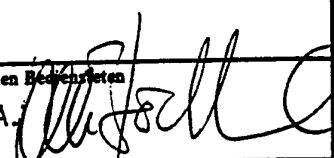
International Application No PCT/EP91/02019

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) *		
According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC Int.Cl.5                      F25B 25/02;    F25B 15/12		
<b>II. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum Documentation Searched 7		
Classification System	Classification Symbols	
Int.Cl.5	F25B	
Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched 8		
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT 9</b>		
Category *	Citation of Document, 11 with indication, where appropriate, of the relevant passages 12	Relevant to Claim No. 13
A	WO, A,8 908 805 (THERMO-CONSULTING-HEIDELBERG) 21 September 1989 see page 9, line 19- page 18; figure 1 ---	1
A	US, A,2 182 098 (SELLEW) 5 December 1939 see page 2, line 7, paragraph 8- page 8, line 35; figure 5 ---	1,2
A	DE, A,3 716 642 (THERMO-CONSULTING-HEIDELBERG) 8 December 1988; cited in the application see column 5, line 53- column 9; figures 2-3 ---	1
A	DE, A,3 408 192 (ROTHMEYER) 19 September 1985 see page 15- page 46; figures 1-3 ---	1
A	DE, C,867 122 (ALTENKIRCH) 16 February 1953 see page 2, line 35- page 3, line 103; figures 2-3	1,2
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: 10</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>		
<b>IV. CERTIFICATION</b>		
Date of the Actual Completion of the International Search		Date of Mailing of this International Search Report
20 January 1992 (20.01.92)		30 January 1992 (30.01.92)
International Searching Authority		Signature of Authorized Officer
European Patent Office		

**ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT  
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO. EP 9102019  
SA 52384**

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report.  
The members are as contained in the European Patent Office EDP file on  
The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information. 20/01/92

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-8908805	21-09-89	DE-C- 3808257	02-03-89
		EP-A- 0364515	25-04-90
		JP-T- 2503466	18-10-90
US-A-2182098		None	
DE-A-3716642	08-12-88	WO-A- 8809468	01-12-88
		EP-A, B 0314719	10-05-89
		JP-T- 1503325	09-11-89
		US-A- 4918945	24-04-90
DE-A-3408192	19-09-85	US-A- 4754805	05-07-88
DE-C-867122		None	

<b>I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGS-GEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int.Kl. 5 F25B25/02; F25B15/12		
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int.Kl. 5	F25B	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN <sup>9</sup></b>		
Art. <sup>9</sup>	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
A	WO,A,8 908 805 (THERMO-CONSULTING-HEIDELBERG) 21. September 1989 siehe Seite 9, Zeile 19 - Seite 18; Abbildung 1 ---	1
A	US,A,2 182 098 (SELLEW) 5. Dezember 1939 siehe Seite 2, Zeile 7, Absatz 8 - Seite 8, Zeile 35; Abbildung 5 ---	1,2
A	DE,A,3 716 642 (THERMO-CONSULTING-HEIDELBERG) 8. Dezember 1988 in der Anmeldung erwähnt siehe Spalte 5, Zeile 53 - Spalte 9; Abbildungen 2-3 ---	1
A	DE,A,3 408 192 (ROTHMEYER) 19. September 1985 siehe Seite 15 - Seite 46; Abbildungen 1-3 ---	1
-/--		
<sup>9</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen <sup>10</sup> : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
20. JANUAR 1992	30. 01. 92	
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevollmächtigten Beauftragten	
EUROPAISCHES PATENTAMT	BAECKLUND O.A. 	

III. EINSCHLAGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN (Fortsetzung von Blatt 2)		
Art °	Kennzeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE,C,867 122 (ALTENKIRCH) 16. Februar 1953 siehe Seite 2, Zeile 35 - Seite 3, Zeile 103; Abbildungen 2-3  ---	1,2

# ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.

EP 9102019  
SA 52384

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen 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.

20/01/92

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO-A-8908805	21-09-89	DE-C- 3808257 EP-A- 0364515 JP-T- 2503466	02-03-89 25-04-90 18-10-90
US-A-2182098		Keine	
DE-A-3716642	08-12-88	WO-A- 8809468 EP-A,B 0314719 JP-T- 1503325 US-A- 4918945	01-12-88 10-05-89 09-11-89 24-04-90
DE-A-3408192	19-09-85	US-A- 4754805	05-07-88
DE-C-867122		Keine	

EPO FORM P0673

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