

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 500 020 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **92102614.2**

(51) Int. Cl.⁵: **F25D 16/00, F25D 17/02,
F25C 1/12**

(22) Anmeldetag: **17.02.92**

(30) Priorität: **21.02.91 DE 9102050 U**
04.09.91 DE 9110982 U

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.08.92 Patentblatt 92/35

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

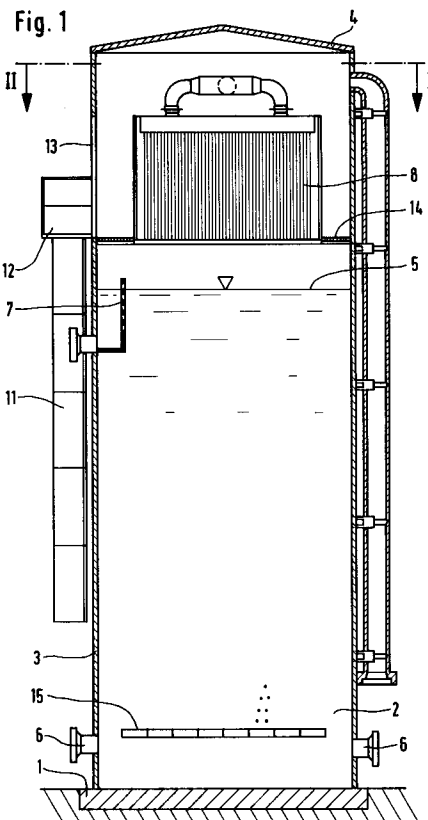
(71) Anmelder: **Klüe, Ulrich, Dipl.-Ing.**
Richtweg 93A
W-2054 Geesthacht(DE)

(72) Erfinder: **Klüe, Ulrich, Dipl.-Ing.**
Richtweg 93A
W-2054 Geesthacht(DE)

(74) Vertreter: **Glawe, Delfs, Moll & Partner**
Patentanwälte
Liebherrstrasse 20
W-8000 München 26(DE)

(54) **Kaltwassererzeugungsanlage.**

(57) Kaltwassererzeugungsanlage mit einem Behälter (2) zur Aufnahme eines Eis-Wasser-Gemischs, einem darüber angeordneten Wärmetauscher (8) zur periodischen Eiserzeugung sowie mit Rohrleitungsanschlüssen (6) für die Zu- bzw. Abfuhr von Wasser. Eine grundflächensparende Anordnung mit günstigem Bauaufwand bei guten wärmewirtschaftlichen Eigenschaften läßt sich dadurch erreichen, daß der vom Behälter (2) getragene Wärmetauscher (8) im Oberraum des Behälters angeordnet ist. Dabei wird zur Verringerung des Durchmessers der Eis-Wasser-Speicherraum im Behälter mit geringen Querdimensionen und entsprechend größerer Höhe (5) ausgeführt. Das sich daraus ergebende Problem der Wärmeschichtung wird durch Bildung einer vertikalen Durchströmung vermieden, die durch Lufteinblasung (15) verstärkt werden kann.



EP 0 500 020 A1

Kaltwasser, das eine Temperatur nahe 0° C hat und bspw. zur Milchkühlung in Molkereien verwendet wird, kann unmittelbar durch Wärmeaustausch mit einer Kältemaschine erzeugt werden. Wenn die Kostendifferenz zwischen Tag- und Nachtstrom beträchtlich ist oder der Bedarf an Kühlleistung stark schwankt, zieht man bei Großanlagen eine Anordnung vor, die aus einem Behälter zur Aufnahme eines Eis-Wasser-Gemischs und einem darüber angeordneten Wärmeaustauscher gebildet wird, der nachts bzw. unabhängig von den Spitzenbedarfszeiten Eis bildet, während das Kaltwasser vom Behälter abgezogen wird, in welchem der Spitzenbedarf an Kühlleistung durch Abschmelzen des darin enthaltenen Eisvorrats befriedigt wird (DE-A-2900372, Fig.3). Demnach befindet sich der Rohrleitungsanschluß für die Abfuhr von Wasser (Vorlauf) an dem Behälter. Der Rücklaufanschluß kann gleichfalls am Behälter vorgesehen sein, und zwar im oberen Bereich von dessen Eis-Wasser-Speicherteils, wo das rücklaufende, wärmere Wasser von dem Eisvorrat abgekühlt wird, bevor es am unteren Ende des Eis-Wasser-Speicherteils wieder zum Vorlauf gelangt (DE-A-2900372, Fig. 3). Wegen thermodynamischer Nachteile dieser Anordnung ist bei bekannten, ausgeführten Anlagen hingegen vorgesehen, daß das erwärmte Wasser dem Wärmeaustauscher aufgegeben. Ein Teil davon verbleibt unter Eisbildung an den Wärmeaustauscherplatten und fällt periodisch in den Behälter ab. Der andere, flüssig bleibende, in den Behälter abtropfende Teil wird an dem Eisbelag der Wärmeaustauscherplatten abgekühlt und gelangt daher mit einer Temperatur, die nicht weit über 0° C liegt, in den Behälter. Erst die weitere Abkühlung auf 0° C findet im Wärmeaustausch mit dem dort befindlichen Eis statt. - In einer anderen Betriebsart, die bei hohem Kälteleistungsbedarf angewendet wird, wird die gesamte Leistung des Wärmeaustauschers ohne Eisbildung zur Abkühlung des ihm aufgegebenen wärmeren Rücklaufwassers verwendet. Auch in diesem Fall erreicht das Rücklaufwasser den Wasser-Eis-Behälter bereits in gekühltem Zustand, so daß nur noch eine geringe Temperaturabsenkung im Wärmeaustausch mit dem dort befindlichen Eis stattfinden muß. In allen diesen bekannten Fällen treten wesentliche Temperaturdifferenzen im Eis-Wasser-Behälter nicht auf, weil das Wasser von oben in den Behälter gelangt und daher erst nach Passieren der schwimmenden Eisschicht und entsprechender Abkühlung tiefere Bereiche erreichen kann. Das Problem einer Temperaturschichtung tritt daher bei den bekannten Anlagen nur in außergewöhnlichen Betriebsfällen auf, treten, sofern die Vertikalabmessungen des Eis-Wasser-Speicherteils nicht groß sind. Deshalb ist man bemüht, die Höhe des Eis-Wasser-Vorrats im Behälter gering zu halten, nämlich in der Größen-

ordnung von 1 bis 3 m, so daß eine etwaige Wärmeschichtung in dem unter der Eisschicht befindlichen Wasser durch das im Normalbetrieb periodisch stattfindende Vordringen des Eisvorrats in tiefere Behälterbereiche bald beseitigt wird. Dabei kommt die begrenzte Höhe der Aufstellung in Gebäudestockwerken entgegen, führt aber bei großen Kühlleistungen zu beträchtlichen Horizontalabmessungen. Eine schlanke Bauart mit großem Verhältnis von Höhe zu Breite kennt man bislang nur bei kleinen Anlagen, bei denen die Höhe des Eis-Wasser-Speicherteils gering ist und aus diesem Grund keine Gefahr störender Temperaturentwicklung vorhanden ist.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Anlage der eingangs genannten Art zu schaffen, die die Möglichkeit zu schlanker Aufstellung im Freien ohne wärmewirtschaftliche Nachteile bietet.

Die Lösung liegt in der Kombination der Merkmale des Anspruchs 1. Die einfache Bauweise, bei der der Behälter sowohl die Tragkonstruktion als auch die Umhüllung des Wärmeaustauschers bildet, ist nur dann wirtschaftlich, wenn der im Bereich des Wärmeaustauschers von dem Behälter eingeschlossenen Leerraum so gering wie möglich zu halten und also die Horizontalabmessungen des Behälters gleichfalls gering gehalten wird. Dies hat die Konsequenz, daß der Eis-Wasser-Behälter mit geringerer Horizontalausdehnung und größerer Höhe als bislang üblich ausgeführt wird. Die Vermeidung der Temperaturschichtung und die vorteilhafte thermodynamische Verhältnisse werden dadurch erreicht, daß in dem Eis-Wasser-Speicher eine vertikale Durchströmung von unten nach oben durch entsprechende Anordnung der Stutzenanschlüsse für die Zu- bzw. Abfuhr von Wasser am Behälter vorgesehen wird. Durch diesen Kunstgriff wird es möglich, den Eis-Wasser-Speicherraum im Behälter wesentlich höher als bisher üblich auszuführen, vorzugsweise mehr als 4 m hoch. Entsprechend verringert sich der Durchmesser, so daß sich der Behälterdurchmesser an den Horizontalplatzbedarf des Wärmetauschers anpassen läßt und damit nutzloser Leerraum vermieden wird. Die Anordnung des Wärmetauschers im Behälter einerseits und die Herbeiführung einer Vertikalströmung im Eis-Wasser-Vorrat andererseits ergänzen sich somit in überraschender Weise.

Die Vertikalströmung von unten nach oben sowie die Durchmischung von Wasserschichten wird dadurch gefährdet, daß der Behälter mit einer Mischeinrichtung in Form einer Einrichtung zum Einblasen von Luft ausgerüstet wird. Solche Mischung ist bei niedrigen Eis-Wasser-Behältern zwar bekannt; bei höheren Behältern mit geringerer Grundfläche arbeitet sie jedoch im Verhältnis zum Energieaufwand effektiver.

Hinsichtlich der Anspruchsmerkmale, daß das Verhältnis der Höhe zum Durchmesser des Eis-Wasser-Speicherteils des Behälters eine bestimmte Mindestgröße hat tritt dann, wenn der Behälter keine zylindrische Querschnittsgestalt hat, an die Stelle des Durchmessers der hydraulische Durchmesser ($4 \times \text{Grundfläche} / \text{Umfang}$).

Zylindrische Silobauweise führt zu einer besonders günstigen Platzbeanspruchung und günstiger Materialausnutzung im Hinblick auf die Aufnahme des Wärmetauschergewichts. Das Merkmal, daß im Bereich des Wärmetauschers so wenig Leerraum von dem Behälter umgeschlossen sein soll, gilt dann nach der Erfindung bei zylindrischer Bauweise als erfüllt, wenn, der Behälterdurchmesser etwa gleich der Diagonalabmessung des Wärmetauschers (oder der Wärmeaustauschergruppe) oder wenig größer ist (bis etwa zum Faktor 1,5 oder besser 1,2). Dabei führt die Unterbringung des im Horizontalschnitt rechteckig gestalteten Wärmeaustauscherpakets in dem zylindrischen Mantel dazu, daß auf den Hauptseiten des Wärmeaustauschers hinreichend Platz für Wartungsarbeiten verbleibt.

Der Behälter benötigt keinen oberen Abschluß, der gleichzeitig hinreichende Festigkeit zur Aufnahme des Wärmetauschergewichtes aufweisen müßte. Statt dessen sind innen an den über die Höhe des Wärmetauschers hochgezogenen Behälterwänden Halterungen für den Wärmeaustauscher vorgesehen. Die Abdeckung braucht lediglich Witterungsgesichtspunkte zu berücksichtigen. Eine durchgehende Wärmeisolierung der Wände läßt sich einfacher verwirklichen als bei der Ausführung von Behälter und Wärmetauscher in gesonderten Einheiten.

Die Erfindung wird im folgenden näher unter Bezugnahme auf die Zeichnung erläutert, die ein vorteilhaftes Ausführungsbeispiel etwa maßstäblich veranschaulicht. Darin zeigen:

Fig. 1 einen vertikalen Längsschnitt und

Fig. 2 einen horizontalen Querschnitt gemäß den in Fig. 1 angegebenen Pfeilen II-II.

Auf dem Fundament 1 erhebt sich der siloförmige Behälter 2 mit einer Höhe von bspw. 10 m und einem Durchmesser seiner zylindrischen Seitenwände von bspw. etwa 4 m. Seine Seitenwände 3 bestehen aus geeignetem Material, bspw. Edelstahl mit Wärmedämmschicht. Seine Haube 4 dient lediglich dem Wetter- und Wärmeschutz und stellt daher keine besonderen statischen Anforderungen. Der untere Teil des Behälters ist für die Speicherung von Eis-Wassergemisch vorgesehen und zwar bis zu der bei 5 angedeuteten maximalen Füllhöhe bei 6 m, die durch einen nicht dargestellten Sensor und ggfs. Überlauf gesichert wird. Geeignete Stutzenanschlüsse 6, 7 dienen der Zu- bzw. Abfuhr von Wasser. Sie können - wie bei 7 angedeutet - durch ein Lochblechwehr vor dem Abzug von stückigem

Eis geschützt werden. Da zwischen dem tief angeordneten Zufuhrstutzen 6 (Rücklauf) und dem nahe der Oberfläche des Eis-Wasser-Vorrats angeordneten Abfuhrstutzen 7 (Vorlauf) eine Höhendifferenz vorhanden ist, ergibt sich eine vertikale Durchströmung des Eis-Wasser-Vorrats von unten nach oben.

Oberhalb des Eis-Wasser-Speicherraums ist der Wärmetauscher 8 vorgesehen, der über geeignete Halterungen 9 von der Wand 3 getragen wird. Er hat quadratische Gestalt, so daß sich zwischen seinen Seitenflächen und der Wand 3 Zugangsräume 10 zu Wartungszwecken bilden, die über eine Leiter 11, eine Bühne 12 und eine Türöffnung 13 zugänglich sind, wobei ein Gitterrost 14 zur Bildung einer Standfläche vorgesehen sein kann.

Die zylindrische Silobauweise verbindet hohes Aufnahmevervolumen mit geringem Stellplatzbedarf und geringem konstruktiven Aufwand; denn die Tragfähigkeit der zylindrischen Wände in bezug auf das Wärmetauschergewicht ist größer als die von anderen Behälterformen, zumal dann, wenn der Behälterdurchmesser kaum größer als die Diagonalabmessung des Wärmetauschers ist und das Verhältnis der maximalen Eisspeicherhöhe 5 zum Durchmesser größer als 1 und insbesondere größer als 1,3 ist. Das Verhältnis der Gesamthöhe zum Durchmesser ist zweckmäßigerweise größer als 2. Dies steht insofern im Gegensatz zu bisher üblichen Eisspeicheranordnungen großer Kapazität, als man bemüht war, wenigstens eine Horizontalabmessung groß und die vertikale Abmessung gering zu halten. Dies hängt damit zusammen, daß die durch das Aufschwimmen des Eises im Wasser verursachte Entmischung eine mehr horizontale Durchströmung des Behälters nahezu legen schien, während die erfindungsgemäße Anordnung eine mehr vertikale Durchströmung erzielt. Besonders vorteilhaft ist deshalb die Kombination der erfindungsgemäßen Anordnung mit einer im Eisspeicherteil des Behälters vorgesehenen Mischeinrichtung, die vorzugsweise von einer Einrichtung zum fein verteilten Einblasen von Luft in Bodennähe des Behälters gebildet wird. Eine solche Einrichtung ist bei 15 angedeutet, nämlich ein Rohr oder mehrere Rohre mit Wandungsbohrungen, aus denen Luft austritt und nach oben perlt.

Patentansprüche

1. Kaltwassererzeugungsanlage mit einem Behälter (2) zur Aufnahme eines Eis-Wasser-Gemischs, einem darüber angeordneten Wärmeaustauscher (8) zur periodischen Eiserzeugung sowie mit Rohrleitungsanschlüssen (6, 7) für die Zu- bzw. Abfuhr von Wasser, wobei der vom Behälter (2) getragene Wärmeaustauscher (8) im Oberraum des Behälters (2) ange-

ordnet ist und daß die Rohrleitungsanschlüsse (6, 7) für die Zu- bzw. Abfuhr von Wasser an dem Behälter (2) einen Höhenabstand aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß der Eis-Wasser-Speicherteil des Behälters (2) mindestens 4 m hoch ist und ein Verhältnis seiner Höhe zu seinem Durchmesser größer als 1, vorzugsweise größer als 1,3 hat und daß der Vorlaufanschluß im oberen Bereich und der Kühllaufanschluß im unteren Bereich des Eis-Wasser-Speicherteils vorgesehen sind.

5

10

2. Kaltwassererzeugungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälterdurchmesser etwa gleich der Diagonalabmessung des Wärmeaustauschers oder wenig größer ist.
3. Kaltwassererzeugungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (2) eine Mischeinrichtung (15) in Form einer Einrichtung zum Einblasen von Luft enthält.
4. Kaltwassererzeugungsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Behälter (2) zylindrisch ist.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

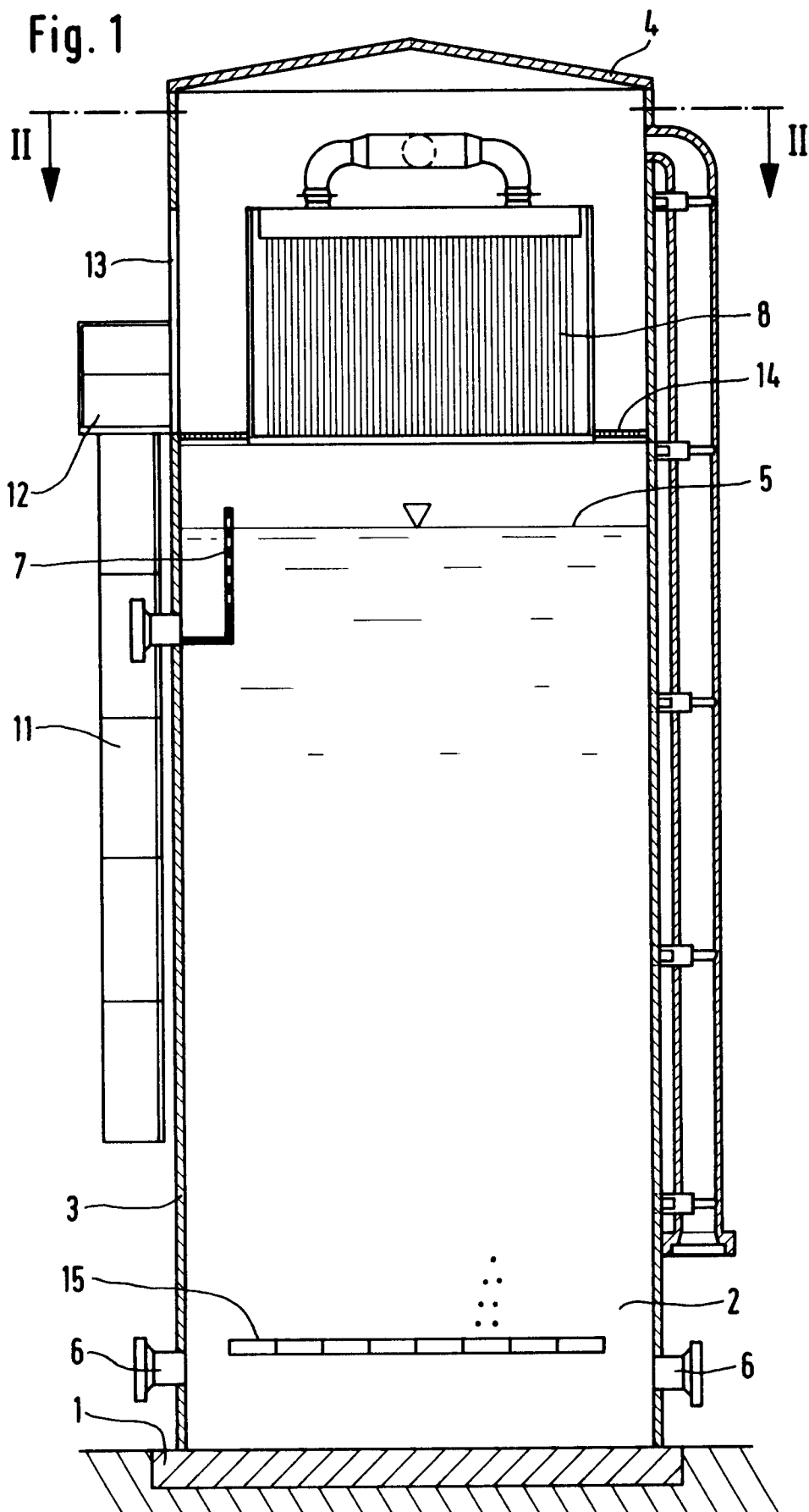
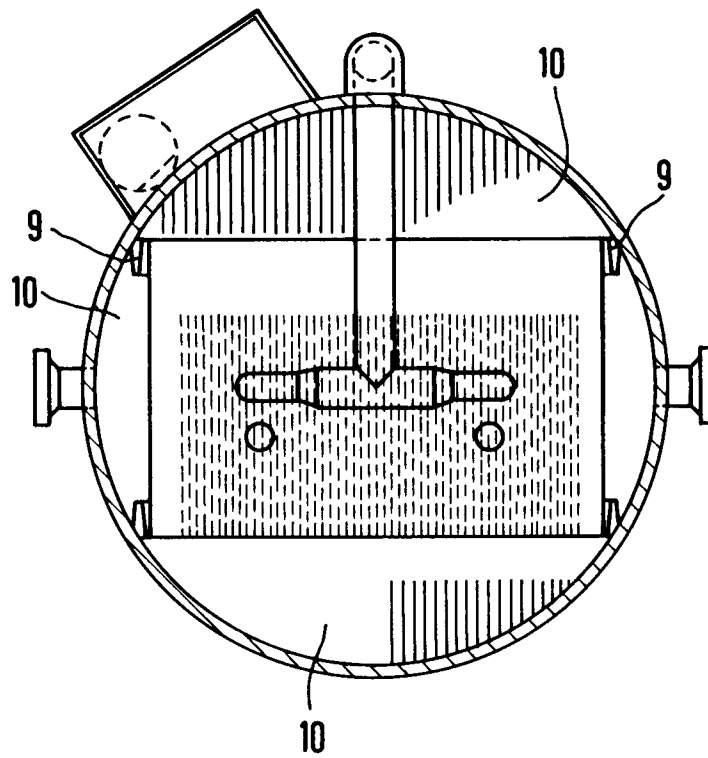


Fig. 2





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 92 10 2614

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)
D, A	DE-A-2 900 372 (SIMON) * Seite 7, Absatz 2 - Seite 8, Absatz 5; Abbildung 3 *	1	F25D16/00 F25D17/02 F25C1/12
A	US-A-2 212 275 (MOJONNIER) * Seite 1, linke Spalte, Zeile 35 - Seite 5, linke Spalte, Zeile 27; Abbildungen 1-7 *	1, 4	
A	DE-A-3 424 549 (THOMAS THS. SABROE) * Seite 8, Zeile 27 - Seite 10, Zeile 25; Abbildung 1 *	1	
A	GB-A-668 001 (THOMAS THS SABROE) * Seite 2, Zeile 18 - Zeile 92; Abbildung 1 *	1	
A	DE-C-668 100 (JULIUS PINTSCH) * Seite 2, Zeile 45 - Seite 3, Zeile 23; Abbildung 1 *	1	
A	LU-A-86 565 (HIROSS INTERNATIONAL) * Seite 3, Zeile 31 - Seite 6, Zeile 20; Abbildung 5 * * Seite 23, Zeile 4 - Seite 25, Zeile 7; Abbildung 12 *	3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
A	US-A-4 829 782 (MUELLER)		F25D F25C
A	DE-A-1 501 225 (ALFA-LAVAL BERGEDORFER EISENWERKE)		
A	DE-C-625 499 (DAUBRON)		
A	GB-A-2 053 434 (DOOMERNIK)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort OEN HAAG	Abschlußdatum der Recherche 19 MAI 1992	Prüfer BOETS A. F. 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 Patentdokument, 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			