

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 1 876 391 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

09.01.2008 Patentblatt 2008/02

(51) Int Cl.:

F22G 1/00 (2006.01)**F28D 3/02** (2006.01)**F22G 3/00** (2006.01)**F28F 13/06** (2006.01)(21) Anmeldenummer: **06014059.7**(22) Anmeldetag: **06.07.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK YU(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH****40882 Ratingen (DE)**(72) Erfinder: **Bruckmann, Wilhelm****46049 Oberhausen (DE)**(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al****Patentanwälte Lang & Tomerius****Postfach 15 13 24****80048 München (DE)**(54) **Wärmetauscher und ein Verfahren zu dessen Herstellung**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher (1) und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Bei dem Wärmetauscher (1) handelt es sich insbesondere um einen dampfbeheizten Zwischenüberhitzer, der sich erfindungsgemäß jedoch von den herkömmlichen Bauarten darin unterscheidet, dass die Wärmetauscherrohre (4) als ringförmiges Rohrbündel (5) mit einem unberohrten Zentralbereich (10) angeordnet sind. Außerdem ist im Kanal (3) erfindungsgemäß wenigstens ein äußeres Umlenkmittel (11) zur Erzielung einer auf den unberohrten Zentralbereich (10) gerichteten Querströmung im zu erhitzenden Medium vorgesehen.

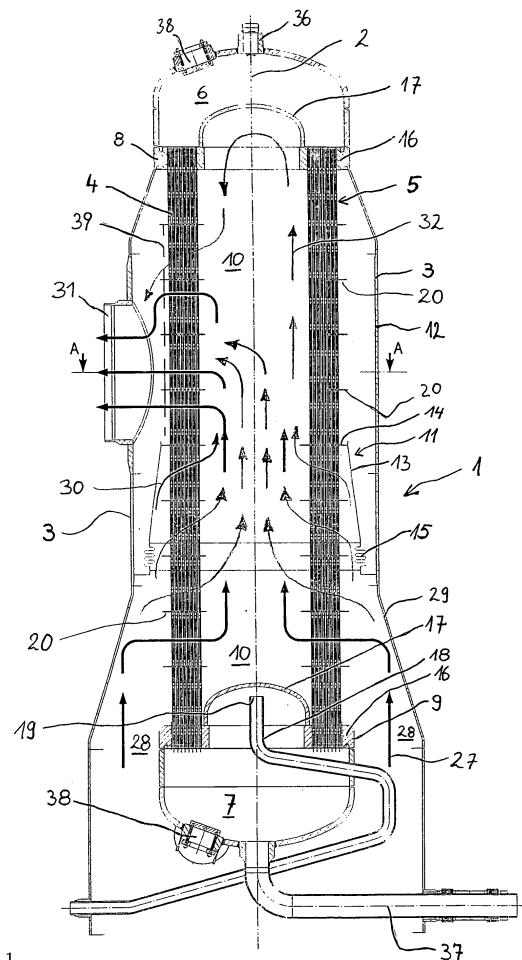


Fig. 1

EP 1 876 391 A1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen Wärmetauscher und ein Verfahren zu dessen Herstellung. Dabei handelt es sich beim Wärmetauscher insbesondere um einen dampfbeheizten Zwischenüberhitzer, mit einem sich in einer Längsrichtung erstreckenden Kanal, der von einem zu erheizenden Medium durchströmbar ist. Das zu erheizende Medium ist üblicherweise Wasserdampf, wobei es sich aber ganz allgemein um entsprechend geeignete Medien wie Gase, Flüssigkeiten oder deren Gemische handeln kann.

[0002] Im Kanal ist eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren angeordnet, die sich ebenfalls in Kanallängsrichtung erstrecken und die von einem Heizmedium durchströmbar sind. Bei dem Heizmedium handelt es sich in der Regel ebenfalls um Wasserdampf, der jedoch eine höhere Temperatur aufweist als das aufzuheizende Medium. Aber auch hier kann es sich ganz allgemein um entsprechend geeignete Medien wie Gase, Flüssigkeiten oder deren Gemische handeln.

[0003] Bei den bekannten Zwischenüberhitzern strömt der aufzuheizende Wasserdampf im Kanal in Kanallängsrichtung, außen an den Wärmetauscherrohren entlang und wird dabei durch die heißeren Wärmetauscherrohre aufgeheizt. Dabei sind die Wärmetauscherrohre als Rohrbündel zwischen wenigstens einer Verteilkammer und wenigstens einer Sammelkammer angeordnet und über Rohrböden mit den jeweiligen Kammern verbunden. In dem meist eine kreisförmige Grundflächen abdeckenden Rohrbündel sind die Wärmetauscherrohre so dicht zu einander beabstandet, dass das aufzuheizende Medium zwischen ihnen eintreten und im weiteren Verlauf in Längsrichtung an den Rohren entlang strömen kann. Demgegenüber strömt das Heizmedium aus der Verteilkammer in die Wärmetauscherrohre und verlässt diese in die Sammelkammer. Bei den Rohrböden handelt es sich um massiv ausgeführte Bauteile, in denen die Wärmetauscherrohre in entsprechenden Ausnehmungen gehalten werden.

[0004] Diese bekannten, längs durchströmten Rohrbündelwärmetauscher wurden insbesondere in der ersten Generation deutscher Kernkraftwerke als Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer verwendet. Ein solcher bekannter Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer ist zum Beispiel in der Patentschrift DE 3544517 C1 beschrieben. Diese bekannten Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer weisen jedoch konstruktionsbedingt relativ hohe Druckverluste auf.

[0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Wärmetauscher mit deutlich reduzierten Druckverlusten und ein Herstellungsverfahren für einen solchen Wärmetauscher anzugeben.

[0006] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit einem Wärmetauscher, der die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist und mit einem Herstellungsverfahren, das die Merkmale des Anspruchs 31 aufweist.

[0007] Erfindungsgemäß handelt es sich also um ei-

nen Wärmetauscher, insbesondere dampfbeheizten Zwischenüberhitzer, der eingangs geschilderten Art, der sich jedoch von den herkömmlichen Bauarten darin unterscheidet, dass die Wärmetauscherrohre als ringförmiges Rohrbündel mit einem unberohrten Zentralbereich angeordnet sind. Unter ringförmig wird in diesem Zusammenhang nicht nur ein kreisringförmiges Rohrbündel verstanden. Es kann sich auch um elliptische oder eckige Ringe handeln. Entscheidend ist, dass dieses ringförmige Rohrbündel in seiner Mitte einen Zentralbereich aufweist, der unberohrt ist. So bilden die bündelförmig, zwar dicht, aber immer noch beabstandet nebeneinander angeordneten Wärmetauscherrohre mit dem unberohrten Zentralbereich einen sich in Kanallängsrichtung erstreckenden, im Inneren gelegenen, strömungskanalartigen Bereich. Außerdem ist im Kanal erfindungsgemäß wenigstens ein äußeres Umlenkmittel zur Erzielung einer auf den unberohrten Zentralbereich gerichteten Querströmung im zu erheizenden Medium vorgesehen. Dadurch streicht das zu erheizende Medium nach einer Umlenkung durch das Umlenkmittel quer von außen nach innen über die Wärmetauscherrohre und nicht wie bei den gattungsgemäßen Wärmetauschern in Längsrichtung am Wärmetauscherrohr entlang. Durch die Ausführung des Rohrbündels als quer durchströmtes, ringförmiges Rohrbündel mit unberohrtem Zentrum lässt sich der Druckverlust gegenüber längsdurchströmten Rohrbündeln mit berohrtem Zentrum auf ca. 25 % der bisherigen Werte absenken. Der daraus erzielte Leistungsgewinn kann bei einem 1300 MWe-Kernkraftwerk bis zu 8 MWe betragen.

[0008] Zweckmäßigerweise hat der unberohrte Zentralbereich des Rohrbündels eine minimale Breite, die größer ist als die maximale Ringstärke des Rohrbündels. Unter der maximalen Ringstärke des Rohrbündelrings ist bei einem symmetrischen Kreisring die Hälfte der Differenz von Außen- und Innendurchmesser des Kreisrings zu verstehen. Dieser Verhältniswert stellt sicher, dass ein genügend großer, zentraler, unberohrter Bereich vorhanden ist, in dem das aufzuheizende Medium, das quer über die Wärmetauscherrohre in diesen Zentralbereich eintritt, seine Strömungsrichtung ohne größere Reibungsverluste verändern kann. Es wird also bei seiner Richtungsänderung nicht durch in Kanallängsrichtung verlaufende Wärmetauscherrohre behindert.

[0009] Dabei kann das äußere Umlenkmittel ringförmig ausgebildet sein, wobei es besonders bevorzugt zumindest bereichsweise konisch geformt ist. So erzeugt das äußere Umlenkmittel eine gleichmäßig umgelenkte Strömung im Kanal und insbesondere bei einer in Bezug auf die Kanallängsachse symmetrischen Anordnung auch eine symmetrische Umlenkung. Das bedeutet, dass das zu erheizende Medium in Bezug auf die Kanallängsachse von allen Seiten gleich in den unberohrten Zentralbereich einströmt. Die jeweils in die Mitte gerichteten, quasi ringförmigen, Ströme strömen also in radialer Richtung aufeinander zu und treffen sich im unberohrten Zentralbereich des Rohrbündels, wo sie sich gegen-

seitig in Richtung auf die Kanallängsachse umlenken. In Strömungsrichtung hinter dem äußeren Umlenkmittel stellt sich dann also eine in Kanallängsrichtung ausgerichtete Strömung im unberohrten Zentralbereich des Rohrbündels ein.

[0010] Zweckmäßigerweise erstreckt sich das äußere Umlenkmittel von einer Kanalwand des Kanals nach innen bis wenigstens zum äußeren Umfangsbereich des Rohrbündels, vorzugsweise sogar bis zu dessen unberohrten Zentralbereich und geringfügig darüber hinaus. Dies hat den Vorteil, dass das äußere Umlenkmittel dann sicherstellt, dass es zu einer Querströmung über die einzelnen Wärmetauscherrohre des Rohrbündels kommt und sich die Querströmung erst im unberohrten Zentralbereich in eine Längsströmung verändert.

[0011] Bevorzugt ist das äußere Umlenkmittel an der Kanalwand befestigt. So wird sichergestellt, dass das zu erhitzende Medium nicht außen um das äußere Umlenkmittel herum strömen kann. Dies hätte den Nachteil, dass Teile der Strömung nicht vom äußeren Umlenkmittel erfasst würden. Außerdem lässt sich das Umlenkmittel an der Kanalwand gut befestigen, da diese in der Regel ausreichend stabil ist, um die aus dem äußeren Umlenkmittel eingeleiteten Kräfte tragen zu können.

[0012] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Wärmetauschers hat wenigstens eine der Kammern, also entweder die Sammelkammer oder die Verteilkammer, einen Rohrboden, der einen ringförmigen, berohrten Bodenbereich aufweist. Das Berohrungsmuster dieses berohrten Bodenbereichs korrespondiert mit dem des Rohrbündelrings, da die Rohre durch den Rohrboden geführt und vom Rohrboden im Wärmetauscher gehalten werden. Der berohrte Bodenbereich umgibt einen unberohrten Bodenbereich, wobei der unberohrte Bodenbereich dünner ist als der berohrte Bodenbereich. Der berohrte Bodenbereich dient also der Halterung der Wärmetauscherrohre um diese mit der sich jeweils anschließenden Kammer zu verbinden und der unberohrte Bodenbereich dient der Abdichtung. Dabei hat der unberohrte Bodenbereich eine größere Elastizität als der berohrte Bodenbereich. Er kann also aus einem weichen Material mit geringerem E-Modul hergestellt werden als der berohrte Bereich.

[0013] Bevorzugt ist der unberohrte Bodenbereich dünner ausgeführt als der berohrte Bodenbereich. Diese Maßnahme kann die Ausführung des unberohrten Bodenbereichs aus weicherem Material ergänzen oder sie ersetzen. Insbesondere wenn sowohl der Rohrboden der Sammelkammer als auch der Rohrboden der Verteilkammer gleichartig ausgebildet sind, hat die erfindungsgemäße Ausführung der Rohrböden den Vorteil, dass An- bzw. Abfahrvorgänge des erfindungsgemäßen Wärmetauschers wesentlich schneller möglich sind als bei gattungsgemäßen herkömmlichen Wärmetauschern. Der Wärmetauscher und damit die Gesamtanlage bzw. das Kraftwerk kann also wesentlich flexibler betrieben werden.

[0014] Dies liegt daran, dass durch den unberohrten

Bodenbereich unvorteilhafte Spannungen in den Rohrböden vermieden oder abgebaut werden. So wird durch den dünner ausgeführten, Bodenbereich ein großer, unberohrter und dickwandiger Bereich des Rohrbodens vermieden. Da bei jedem An- oder Abfahrvorgang der berohrte Bereich aufgrund der Durchsetzung mit den Wärmetauscherrohren sehr schnell aufgewärmt oder abgekühlt wird, würden sich in einem gleichdicken inneren unberohrten Bereich nur sehr langsam diese Temperaturen einstellen, da dieser Bereich eine große Masse darstellt, welche nur durch Wärmeleitung innerhalb des Rohrbodens aufgeheizt werden würde. Dies führt zu temporären Temperaturunterschieden zwischen den berohrten und unberohrten Bereichen und somit zu Wärmespannungen, welche die Anzahl bzw. Gradienten der An- und Abfahrvorgänge begrenzen. Wird nun stattdessen ein dünneres oder weniger steifes Bauteil für den unberohrten Bereich verwendet, können sich entweder weniger Wärmespannungen einstellen, oder weil sich dieser Bereich leichter verformt, besser abgebaut werden.

[0015] Dieser Effekt wird noch zusätzlich verstärkt, wenn der unberohrte Bodenbereich einen gewölbten Bereich aufweist. Die Wölbung kann dabei mit einem konstanten Radius oder einem veränderlichen Radius erfolgen. Wichtig ist nur, dass die Verformbarkeit des unberohrten Bodenbereiches durch diese Formgebung so verstärkt wird, dass möglichst wenige Spannungen aus dem unberohrten Bodenbereich in den berohrten Bodenbereich eingeleitet werden. Vorzugsweise sind die gewölbten Bereiche beider Rohrböden in gleicher Richtung ausgewölbt, wobei es zweckmäßig ist, wenn der gewölbte Bereich des Rohrbodens der Sammelkammer in Richtung der Verteilkammer ausgewölbt ist.

[0016] Auch kann in der Sammelkammer eine Entlüftung mit einer Ansaugöffnung angeordnet sein, die zur Absaugung beispielsweise inerter Gase aus dem Heizmedium dient. Dabei soll sich die Ansaugöffnung bevorzugt im Bereich des gewölbten Bodenbereichs befinden. Dadurch wird der Raum der Sammelkammer vergrößert, der unterhalb der Ansaugöffnung liegt. Dieser Raum kann bei bestimmten Ausführungsformen des Wärmetauschers zur Sammlung von Kondensatflüssigkeit dienen, wobei sich auf dem Kondensat die inertesten Gase ansammeln. Wird nun dieser Raum vergrößert, ergibt sich ein größerer Puffer für sich etwa ansammelndes Kondensat, ohne dass dadurch der Raum für die Absaugung von Inertgasen reduziert wird.

[0017] Besonders bevorzugt ist die Ansaugöffnung der Entlüftung zwischen maximaler Auswölbung des gewölbten Bodenbereichs und berohrtem Bodenbereich des Rohrbodens der Sammelkammer angeordnet. Dann liegt die Ansaugöffnung oberhalb des Rohrbodens, also höher als bislang üblich. Dies hat den Vorteil, dass sich der Raum zur Sammlung von Kondensat in der Sammelkammer gegenüber herkömmlichen Sammelkammern nochmals vergrößert.

[0018] Zweckmäßigerweise besteht der unberohrte

Bodenbereich aus einem Pressblech. Auch ist es vorteilhaft, wenn der berohrte Bodenbereich aus einem Schmiedeteil besteht. Das Pressblech lässt sich einfach formen und ist kostengünstig, während das Schmiedeteil eine hohe Festigkeit aufweist, die vor allem für das sichere Halten der Rohre vorteilhaft ist. Dabei handelt es sich zweckmäßiger Weise um einen Schmiedestahl.

[0019] Bevorzugt weist das äußere Umlenkmittel einen Dehnungskompensator zum Ausgleich unterschiedlicher Dehnungen auf. Solche Dehnungsunterschiede können sich beispielsweise aus den unterschiedlichen Längenänderungen des Umlenkmittels oder der Wärmetauscherrohre in Bezug auf die Kanalwände ergeben. Der Dehnungskompensator ist also mit anderen Worten eine entsprechend geeignete Ausgleichsfeder, die eine übermäßige Belastung des Umlenkmittels verhindert. Bevorzugt weist der Dehnungskompensator daher ein Ringblech mit coaxial zu dessen Längsachse verlaufenden Wellen auf. Es handelt es sich also um ein ringförmig gebogenes Wellblech, dessen Wellen entweder parallel zur Längsachse oder quer zur Längsachse, sprich radial, verlaufen. Jedenfalls wird durch eine solche Anordnung sichergestellt, dass durch Strecken bzw. Stauchen der Wellen genügend Verformungsweg vorhanden ist, um Dehnungsunterschiede zwischen dem Umlenkmittel und der Kanalwand bzw. den Wärmetauscherrohren sicherzustellen.

[0020] Während die meisten Komponenten des Wärmetauschers, insbesondere die Umlenkmittel und die Wärmetauscherrohre, aus Kohlenstoffstahl bestehen, ist der Dehnungskompensator bevorzugt aus Edelstahl ausgeführt. Damit wird den erhöhten Beanspruchungen, insbesondere aus vielen Verformungswechseln unter permanenter Dampfbeanspruchung, Rechnung getragen.

[0021] In einer weiteren Weiterbildung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers ist im unberohrten Zentralbereich des Rohrbündels wenigstens ein inneres Umlenkmittel zur Erzielung einer Querströmung im zu erheizenden Medium angeordnet. Damit kann sichergestellt werden, dass eine vom äußeren Umlenkmittel in den inneren unberohrten Zentralbereich gelenkte Strömung des zu erheizenden Mediums wieder aus dem unberohrten Zentralbereich zur Kanalwand hin zurückgelenkt wird. Daher sind bevorzugt innere und äußere Umlenkmittel entlang der Kanallängsachse im Wechsel angeordnet. So ergibt sich eine schlangenlinienartige, mäandrierende Durchströmung des Wärmetauschers, die bevorzugt mindestens ein bis vier quer zur Kanallängsachse verlaufende Strömungswege aufweist.

[0022] Zweckmäßiger Weise erstreckt sich das innere Umlenkmittel wenigstens über den gesamten unberohrten Zentralbereich des Rohrbündels. Dabei kann es in der einfachsten Ausführungsform eine Scheibe sein. Diese lässt sich besonders gut und einfach herstellen.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Weiterbildung werden die Wärmetauscherrohre in ihrem Verlauf durch wenigstens ein ringförmiges Stützmittel quer zu ihren

Längsachsen abgestützt. Dies verhindert übermäßige Verformungen oder Schwingungen der Wärmetauscherrohre aufgrund der Querströmung des zu erheizenden Mediums. Zudem wird ein Ausknicken einzelner Wärmetauscherrohre aufgrund größerer Normalspannungen verhindert. Dabei kann die Breite des Stützmittels etwa der Ringbreite des Rohrbündels entsprechen, da es dann ebenfalls zu einer Umlenkung der Strömung quer über die Wärmetauscherrohre beiträgt. Zudem kann das Stützmittel auch geringfügig über die Ringbreite des Rohrbündels sowohl nach innen wie nach außen überstehen, um stabiler zu sein und noch mehr Teile der Strömung des zu erheizenden Mediums umzulenken.

[0024] Zweckmäßigerweise ist an wenigstens einem Stützmittel ein Umlenkmittel befestigt. Dies hat den Vorteil, dass man bereits vorhandene Stützmitteln zur Befestigung des Umlenkmittels nutzt.

[0025] Bevorzugt ist wenigstens ein Stützmittel und/oder ein Umlenkmittel an zumindest einem Wärmetauscherrohr befestigt. So bleibt das Stützmittel bzw. Umlenkmittel stets in seiner Position bezogen auf das Wärmetauscherrohr festgelegt. Dies bedingt jedoch bei einem an der Kanalwand festgelegten äußeren Umlenkmittel, dass es einen Dehnungskompensator aufweist, der die Dehnungsunterschiede der Wärmetauscherrohre gegenüber der Kanalwand ausgleicht, um Beschädigungen am äußeren Umlenkmittel zu verhindern.

[0026] Bevorzugt weist wenigstens ein Stützmittel und/oder ein Umlenkmittel wenigstens eine Ausnehmung zur Durchführung eines Wärmetauscherrohres auf. Das heißt, dass das Wärmetauscherrohr durch das Stützmittel oder das Umlenkmittel hindurch geführt wird, wobei es zweckmäßig ist, wenn alle Wärmetauscherrohre durch das Stützmittel oder Umlenkmittel durchgeführt werden. Werden alle Wärmetauscherrohre durch eigene Ausnehmungen durchgeführt, so stützt das Stützmittel oder das Umlenkmittel die Wärmetauscherrohre gegeneinander ab. Auch können das Stützmittel oder das Umlenkmittel im Bereich der Ausnehmungen mit den Wärmetauscherrohren verbunden werden.

[0027] Wenn bei einem äußeren Umlenkmittel die Ausnehmungen so ausgeführt werden, dass die Wärmetauscherrohre das Umlenkmittel nicht oder nur kaum berühren, kann das Umlenkmittel ohne einen Dehnungskompensator direkt an der Kanalwand befestigt werden. Dann können Wärmedehnungen der Wärmetauscherrohre nicht auf das Umlenkmittel übertragen werden. Es kann also nicht zu schädlichen Spannungen zwischen dem Umlenkmittel und der Kanalwand kommen.

[0028] Bevorzugt sind die Wärmetauscherrohre Rippenrohre. Damit wird die von dem zu erheizenden Medium umspülte Oberfläche der Wärmetauscherrohre vergrößert. Vorzugsweise handelt es sich jedoch um niedrig berippte Rippenrohre, da sich durch deren Verwendung das Gewicht des Wärmetauschers insgesamt reduzieren lässt. Dies ist vor allem beim Transport und bei der Montage vorteilhaft. Auch ist es zweckmäßig, wenn die Rippen der Wärmetauscherrohre nicht parallel zur Längs-

achse der Rohre verlaufen. Damit senkt sich der Strömungswiderstand der Wärmetauscherrohre und die Umlenkung der Strömung quer zur Rohrlängsachse wird durch die Oberfläche der Rohre unterstützt.

[0029] Erfindungsgemäß wird die oben genannte Aufgabe auch durch ein Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers gelöst, bei dem ein bestehender Wärmetauscher herkömmlicher Bauart umgebaut wird. Hierbei wird in einem ersten Schritt ein bestehendes Rohrbündel ausgebaut, in einem zweiten Schritt werden die ursprünglichen Rohrböden zu den zuvor beschriebenen erfindungsgemäßen Rohrböden mit ringförmig berohrtem Bodenbereich umgebaut, und in einem dritten Schritt wird ein ringförmiges Rohrbündel mit neuen Wärmetauscherrohren und wenigstens ein Umlenkmittel zur Erzielung einer Querströmung im Wärmetauscher eingebaut. Dem erfindungsgemäßen Herstellungsverfahren liegt also die verblüffende Erkenntnis zu Grunde, dass es möglich ist, einen in herkömmlicher Weise längs und im Wesentlichen parallel zur Kanalachse durchströmten Wärmetauscher als Ausgangsprodukt für die Herstellung eines völlig anders durchströmten Wärmetauschers verwenden zu können. Dementsprechend gelingt der Umbau, ohne dass sich ein größerer Platzbedarf einstellt. Daher ist es möglich, Wasserabscheider und Zwischenüberhitzer der ersten Generation zu Wasserabscheidern und Zwischenüberhitzern erfindungsgemäßer Bauart an Ort und Stelle, sprich im Kraftwerk, herzustellen. In einem solchen Fall ist also der Wasserabscheider und Zwischenüberhitzer der ersten Generation das Ausgangsprodukt für die Herstellung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers, wobei seine Außenhülle, sprich Kanalwand, im Wesentlichen bestehen bleibt und nur das Innere ausgetauscht wird.

[0030] Dabei werden die ursprünglichen Rohrböden gegen Rohrböden, wie sie zuvor beschrieben wurden, mit ringförmig berohrtem Bodenbereich umgebaut. Dies gelingt insbesondere dann, wenn bei der Ertüchtigung eines Wärmetauschers festgestellt wird, dass der ursprüngliche Rohrboden bzw. die ursprünglichen Rohrböden nur wenig Abnutzungerscheinungen aufweisen, sich also ein Verschleiß vor allem auf die Wärmetauscherrohre konzentriert. Dann muss nur der später unberohrte Bereich des Rohrbodens ausgeschnitten und durch einen elastischeren bzw. dünneren Bodenbereich ersetzt werden. Dies kann an Ort und Stelle im Kraftwerk geschehen und hat zudem den Vorteil, dass man die sehr teuren Rohrböden nicht vollständig neu herstellen muss.

[0031] In einer zweckmäßigen Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die neuen Wärmetauscherrohre als vormontiertes Paket zusammen mit wenigstens einem Stützmittel und/oder Umlenkmittel und/oder wenigstens einem Rohrboden eingebaut. Dies hat den Vorteil, dass die Einbauten eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers unter optimalen Herstellungsbedingungen in einer Werkstatt hergestellt werden können.

[0032] Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in

den Zeichnungen gezeigten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Darin zeigen schematisch:

Fig. 1: einen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers;

Fig. 2: die Draufsicht auf den im Fig. 1 gezeigten Schnitt A-A;

Fig. 3: einen Querschnitt eines Kreuzungspunktes von Umlenkmittel und Wärmetauscherrohr bei dem das Umlenkmittel nicht am Wärmetauscherrohr befestigt ist;

Fig. 4: einen Querschnitt eines Kreuzungspunktes von Umlenkmittel und Wärmetauscherrohr bei dem das Umlenkmittel am Wärmetauscherrohr befestigt ist;

Fig. 5: eine Draufsicht auf den in Fig. 4 gezeigten Kreuzungspunkt;

Fig. 6: eine vergrößerte Darstellung des in Fig. 4 gezeigten Details B;

Fig. 7: einen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers;

Fig. 8: einen Querschnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschers;

[0033] Der in Fig. 1 gezeigte erfindungsgemäße Wärmetauscher 1 ist ein Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer für ein deutsches Atomkraftwerk der ersten Generation, der an Stelle eines herkömmlichen Wasserabscheider-Zwischenüberhitzers eingebaut werden kann, da er dessen Außenabmessungen aufweist. Dieser Wärmetauscher 1 hat daher einen sich in einer Längsrichtung 2 erstreckenden Kanal 3, in dem eine Vielzahl von Wärmetauscherrohren 4 als Rohrbündel 5 zwischen einer oben gelegenen Verteilkammer 6 und einer unten gelegenen Sammelkammer 7 angeordnet ist. Die Wärmetauscherrohre 4 des Rohrbündels 5 sind dabei über einen ersten Rohrboden 8 mit der Verteilkammer 6 und über einen zweiten Rohrboden 9 mit der Sammelkammer 7 verbunden und werden jeweils von diesen in ihrer Position im Wärmetauscher 1 gehalten.

[0034] Die Verteilkammer 6 weist dabei einen Heizedampfeintrittsstutzen 36 auf, durch den der Heizedampf in die Verteilkammer 6 und von dort in die Wärmetauscherrohre 4 eingeleitet wird. Demgegenüber weist die Sammelkammer 7 einen Heizedampfkondensataustritt 37 auf, durch den aus den Wärmetauscherrohren 4 austretendes Kondenswasser und zum Teil auch Restdampf abgeleitet wird. Außerdem ist sowohl in der Verteilkam-

mer 6 wie in der Sammelkammer 7 jeweils ein Mannloch 38 vorgesehen, durch das zum Beispiel Wartungspersonal in die Kammern 6 und 7 zur Wartung einsteigen kann.

[0035] Erfindungsgemäß ist das sich zwischen Verteilungskammer 6 und Sammelkammer 7 erstreckende Rohrbündel 5 ringförmig mit einem unberohrten Zentralbereich 10 ausgeführt, wie auch der Fig. 2 zu entnehmen ist. Vorliegend handelt es sich um ein Ausführungsbeispiel des Rohrbündels 5 mit im Wesentlichen kreisringförmiger Grundfläche. Die Breite des unberohrten Zentralbereichs 10 des Rohrbündels 5 entspricht dabei dem inneren Durchmesser des ringförmigen Rohrbündels 5. Der ist etwa fünfeinhalb mal breiter als die Ringdicke, die über den gesamten Ring gleichbleibend stark gewählt ist.

[0036] Im Kanal 3 des Wärmetauschers 1 ist zudem ein äußeres Umlenkmittel 11 eingebaut. Hierbei handelt es sich um ein bereichsweise konusförmiges Stahlblech, das sich von der Kanalwand 12 nach innen bis in den inneren, unberohrten Zentralbereich 10 erstreckt. Dabei ist das Umlenkmittel 11 so aufgebaut, dass sich am oberen Rand des konusförmigen Bereichs 13 ein ringförmiges, ebenes Blech 14 anschließt, während am unteren Rand des konusförmigen Bereichs 13 ein Kompensator 15 angeordnet ist.

[0037] Der Kompensator 15 ist hier ein zylindrisch gebogener Ring aus einem Edelstahl-Wellblech, dessen eigene, mittige Längsachse koaxial zur Kanallängsachse 2 angeordnet ist. Dementsprechend gleicht der Kompensator 15 Längenänderungsunterschiede zwischen dem Umlenkmittel 11 und der Kanalwand 12 vor allem in dieser Richtung aus. Derartige Längenänderungsunterschiede können sich aufgrund unterschiedlicher Temperaturen in den Wärmetauscherrohren 4 und der Kanalwand 12 ergeben. Da das äußere Umlenkmittel 11 sowohl an den Wärmetauscherrohren 4 wie auch an der Kanalwand 12 befestigt ist, könnten diese Längenänderungen ohne den Kompensator 15 zu einem Zerreißen des Umlenkmittels 11 führen.

[0038] Bei den in den Fig. 1 und Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispielen sind die Rohrböden 8 und 9 sowohl der Verteilerkammer 6 als auch der Sammelkammer 7 beide jeweils so aufgebaut, dass sie einen berohrten Bodenbereich 16 und einen unberohrten Bodenbereich 17 aufweisen. Bei dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Rohrboden 9 der Sammelkammer 7 als im Inneren offener Ring ausgeführt, der nur einen berohrten Bodenbereich 16 aufweist. Unabhängig von der Ausführung des inneren Bereichs ist der berohrte Bodenbereich 16 in allen Ausführungsbeispielen ein massiver und geschmiedeter Ring aus Kohlenstoffstahl, der eine Vielzahl von Bohrungen aufweist, in denen jeweils ein Wärmetauscherrohr 4, beispielsweise durch hydraulische Rohrrinnenaufweitung mit außenliegender Randverschweißung, festgelegt ist. Das Muster der Bohrungen entspricht jeweils dem Bohrungsmusters des Rohrbündels 5. Die unberohrten Bereiche 17 sind in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und Fig. 8 als gewölbte Pressbleche ausgeführt. Dies hat den Vorteil, dass sich die Pressble-

che 17 schnell erhitzen und sich so verformen, dass keine nennenswerten Spannungen in die berohrten Bodenbereiche 16 eingeleitet werden. Daher sind bei den erfindungsgemäßen Wärmetauschern 1 schnellere An- und Abfahrvorgänge als bislang möglich, so dass sie einen flexibleren Betrieb der Gesamtanlage ermöglichen.

[0039] In der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform ist in der Sammelkammer 7 eine Entlüftung 18 angeordnet, deren Ansaugöffnung 19 oberhalb des berohrten Bodenbereichs 16 und unterhalb der maximalen Auswölbung des unberohrten Bodens 17 liegt. Diese Ansaugöffnung 19 ist also höher angeordnet als bei herkömmlichen Wärmetauschern, was mehr Platz zur Sammlung von Kondensat oder für sich oberhalb des Kondensats aufstauende Inertgase schafft. Somit vergrößert sich die Pufferungswirkung des erfindungsgemäßen Wärmetauschers in vorteilhafter Weise.

[0040] Weiterhin weist der in Fig. 1 und Fig. 2 gezeigte Wärmetauscher 1 acht Stützmittel 20 auf. Dies sind gelochte Blechringe, deren Lochmuster dem des Rohrbündels 5 entsprechen. In den Ausnehmungen 21 durchdringen die Wärmetauscherrohre 4 die Stützmittel 20.

[0041] Bei den Wärmetauscherrohren 4 handelt es sich um Rippenrohre, die an ihren äußeren Umfangsseiten mit Rippen 22 versehen sind. Wie zum Beispiel der Fig. 3 zu entnehmen ist, handelt es sich dabei um niedrig berippte Rippenrohre. Die Rippen 22 sind also relativ kurz und dicht beabstandet. Dabei erstrecken sich die Rippen 22 quer zur Rohrlängsachse 23, die im Wesentlichen parallel zur Kanallängsachse 2, also ohne größere Abweichung gegenüber der Winkellage der Kanallängsachse 2, verläuft. Diese Form der Berippung reduziert den Strömungswiderstand und macht die Rohre 4 leichter.

[0042] Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel eines Kreuzungspunktes zwischen einem Wärmetauscherrohr 4 und dem äußeren Umlenklech 11 handelt es sich um einen Knotenpunkt, der den Entfall eines Kompensators 15 am Umlenklech 11 ermöglicht. Dies liegt daran, dass das Umlenklech 11 nicht am Wärmetauscherrohr 4 befestigt ist. Vielmehr ist hier die Ausnehmung 21 breiter als der Außendurchmesser des Wärmetauscherrohrs 4. Damit sich das Umlenkmittel 11 nicht an den Rippen 21 des Wärmetauscherrohrs 4 verkeilen oder festklemmen kann, ist ein dem Umlenklech 4 zugeordneter Durchdringungsbereich 24 der Außenhaut des Wärmetauscherrohrs 4 unberippt und glatt ausgeführt. Dieser Durchdringungsbereich 24 ist länger als das Umlenkmittel 11 dick ist, um auch bei Änderung der Relativlage der beiden Bauteile Wirkung entfalten zu können.

[0043] In Fig. 4 ist eine alternative Ausführungsform eines solchen Kreuzungsbereiches gezeigt. Hierbei ist das Umlenkmittel 11 am Wärmetauscherrohr 4 über halbschalenförmige Befestigungsschuhe 25 angebracht. Die halbschalenförmigen Befestigungsschuhe 25 sind am Umlenkmittel 11 und dort am oberen Ring 14 angeschweißt und weisen auf ihrer zum Wärmetau-

scherrohr 4 weisenden Innenseite eine dem Berippungsmuster des Wärmetauscherrohrs 4 entsprechende Rippenstruktur auf. Daher greifen die Rippen 26 der Befestigungsschuhe 24 in die Rippen 21 des Wärmetauscherrohrs 4 ein und verhindern ein Verdrehen oder Verschieben des Umlenkmittels 11. In einem solchen Ausführungsbeispiel muss das Umlenkmittel 11, wenn es an die Kanalwand 12 angeschlossen werden soll, über einen Kompensator 15 verfügen, da es ansonsten durch unterschiedliche Wärmedehnungen der Kanalwand 12 und der Wärmetauscherrohre 4 zu Schäden am Umlenkmittel 11 kommen würde.

[0044] Im Betrieb wird der in Fig. 1 gezeigte Wasserabscheider-Zwischenüberhitzer 1 von zu erhaltendem Dampf 27 durchströmt. Dabei tritt der zu erhaltende Dampf 27 im Eintrittsbereich 28 in den Zwischenüberhitzer 1 ein und strömt zunächst vertikal nach oben auf die Auslassöffnung 31 zu. Im Bereich der Sammelkammer 7 wird der zu erhaltende Dampf 27 durch eine konusförmige Verjüngung 29 des Kanals 3 auf die Wärmetauscherrohre 4 gerichtet. In der Folge strömt der zu erhaltende Dampf 27 quer über die Wärmetauscherrohre 4 des ringförmigen Rohrbündels 5 in den inneren unberohrten Zentralbereich 10 ein. Auf Grund der in diesem Bereich symmetrischen Ausführung der Kanalwand 12 des Wärmetauschers 1 treffen dort gegenläufig nach innen strömende Querströmungen aufeinander und lenken sich gegeneinander so ab, dass der Dampf 27 in der Folge vertikal nach oben aufsteigt. Da dies erfindungsgemäß im unberohrten Zentralbereich 10 geschieht, ist bei diesem Wärmetauscher der Reibungsverlust gegenüber einem herkömmlichen Rohrbündel mit berohrtem Zentralbereich reduziert. Außerdem weist der erfindungsgemäße Wärmetauscher 1 zusätzlich ein äußeres Umlenkblech 11 auf, das weitere Dampfstrahlen 30 so umlenkt, dass der Kanal 3 auch in der Folge im Wesentlichen nicht längs sondern mäandrierend quer durchströmt wird.

[0045] Da das Umlenkmittel 11 unterhalb einer Auslassöffnung 31 angeordnet ist, strömt der zu erhaltende Dampf 30, nachdem er durch das Umlenkmittel 11 auf den unberohrten Zentralbereich 10 gerichtet wurde, erst nach innen und dann seitlich nach außen auf die Auslassöffnung 31 zu, über die der dann erhitzte Dampf den Zwischenüberhitzer 1 verlässt. Zur Vergleichmäßigung der Strömung des erhitzten Dampfes ist vor der Auslassöffnung 31 ein sich vertikal erstreckendes Lochblech 39 angeordnet. Dieses Lochblech 39 ist an Stützringen 20 angebracht.

[0046] Da die Auslassöffnung 31 etwas unterhalb der oberen Verteilkammer 6 angeordnet ist, strömen oberhalb des Umlenkmittels 11 einige Dampfstrahlen 32 insbesondere dann vertikal nach oben, wenn diese einen großen seitlichen Abstand zur Auslassöffnung 31 haben. Durch die seitlich über die Wärmetauscherrohre 4 überstehenden Stützbleche 20 wird diese Längsströmung aber im Bereich des ringförmigen Rohrbündels 5 wieder aufgelöst, so dass sich auch oberhalb des Umlenkmittels

11 eine meandrierende Querströmung bildet. Da jedoch jede Dampfsträhne das Rohrbündel 5 wenigstens zweimal quer zur Kanallängsachse 2 durchströmen muss, spricht man bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel des Wärmetauschers 1 von einem Zwei-Wege-Wärmetauscher.

[0047] In Fig. 7 und Fig. 8 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Wärmetauscher 1 gezeigt, in denen der Wasserdampf, wie in Fig. 7 zu erkennen, mindestens drei Querwege über die Wärmetauscherrohre 4 zurücklegen oder wie in Fig. 8 gezeigt, mindestens viermal die Wärmetauscherrohre 4 queren muss. Dies wird in beiden Ausführungsbeispielen dadurch erreicht, dass äußere, bereichsweise konisch geformte Umlenkmittel 11 im Wechsel mit inneren Umlenkmitteln 33 entlang der Kanallängsachse 2 angeordnet sind. Bei dem in Fig. 7 gezeigten Ausführungsbeispiel genügt ein einzelnes inneres Umlenkmittel 33 und ein darüber angeordnetes äußeres Umlenkmittel 11 um drei Querströmungswege zu erzielen, wie dies durch den Pfeil 34 symbolisiert wird. Dabei tritt der zu erhaltende Dampf 27 zentral in der Mitte des Kanals 3 ein, da hier die unten gelegene Sammelkammer 7 ringförmig ausgeführt ist.

[0048] Bei dem in Fig. 8 gezeigten Ausführungsbeispiel tritt der zu erhaltende Wasserdampf 27 als ringförmiger Strahl zwischen der zylindrischen Außenseite der Sammelkammer 7 und der Kanalwand 12 ein. Da auch bei diesem Ausführungsbeispiel nur ein inneres Umlenkmittel 33 vorgesehen ist, das sich jedoch zwischen zwei äußeren Umlenkmitteln 11 befindet, muss hier der zu erhaltende Dampf 27 mindestens viermal quer über das ringförmige Rohrbündel 5 hinwegstreichen, bevor er den Wärmetauscher 1 über die Auslassöffnung 31 verlässt, wie dies durch den Pfeil 35 symbolisiert wird. Man spricht hier also von einem Vier-Wege-Wärmetauscher.

Patentansprüche

1. Wärmetauscher (1), insbesondere dampfbeheizter Zwischenüberhitzer, mit einem sich in einer Längsrichtung (2) erstreckenden Kanal (3), der von einem zu erhaltenden Medium durchströmbar ist und einer Vielzahl von darin angeordneten und sich in Kanallängsrichtung (2) erstreckenden Wärmetauscherrohren (4), die von einem Heizmedium durchströmbar sind und die als Rohrbündel (5) zwischen wenigstens einer Verteilkammer (6) und wenigstens einer Sammelkammer (7) angeordnet und über Rohrböden (8, 9) mit den jeweiligen Kammern (6, 7) verbunden sind,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmetauscherrohre (4) als ringförmiges Rohrbündel (5) mit einem unberohrten Zentralbereich (10) angeordnet sind und dass im Kanal (3) wenigstens ein äußeres Umlenkmittel (11) zur Erzielung einer auf den unberohrten Zentralbereich

- (10) gerichteten Querströmung im zu erheizenden Medium vorgesehen ist.
2. Wärmetauscher nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der unberohrte Zentralbereich (10) des Rohrbündels (5) eine minimale Breite hat, die größer ist als die maximale Ringstärke des Rohrbündels (5). 5
 3. Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass das äußere Umlenkmittel (11) ringförmig ausgebildet ist. 10
 4. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das äußere Umlenkmittel (11) bereichsweise konisch geformt ist. 15
 5. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das äußere Umlenkmittel (11) von einer Kanalwand (12) des Kanals (3) nach innen bis wenigstens zum äußeren Umfangsbereich des Rohrbündels (5), vorzugsweise bis zu dessen unberohrten Zentralbereich (10), erstreckt. 20
 6. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das äußere Umlenkmittel (11) an der Kanalwand (12) befestigt ist. 25
 7. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens eine der Kammern (6, 7) einen Rohrboden (8, 9) hat, der einen ringförmigen, berohrten Bodenbereich (16) aufweist, dessen Berohrungsmuster mit des Rohrbündels (5) korrespondiert und der einen unberohrten Bodenbereich (17) umgibt, wobei der unberohrte Bodenbereich (17) eine größerer Elastizität hat als der berohrte Bodenbereich (16). 30
 8. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der unberohrte Bodenbereich (17) dünner ist als der berohrte Bodenbereich (16). 35
 9. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der unberohrte Bodenbereich (17) einen gewölbten Bereich aufweist. 40
 10. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Rohrboden (8) der Verteilerkammer (6) und der Rohrboden (9) der Sammelkammer (7) gleichartig ausgebildet sind. 45
 11. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die gewölbten Bereiche beider Rohrböden (8, 9) in gleicher Richtung ausgewölbt sind. 50
 12. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der gewölbte Bereich des Rohrbodens (9) der Sammelkammer (7) in Richtung der Verteilerkammer (6) ausgewölbt ist. 55
 13. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in der Sammelkammer (7) eine Entlüftung (18) mit einer Ansaugöffnung (19) angeordnet ist, wobei sich die Ansaugöffnung (19) im Bereich des gewölbten Bereichs befindet.
 14. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ansaugöffnung (19) der Entlüftung (18) zwischen maximaler Auswölbung des gewölbten Bereichs und berohrtem Bodenbereich (16) des Rohrbodens (9) der Sammelkammer (7) angeordnet ist.
 15. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der unberohrte Bodenbereich (17) aus einem Pressblech besteht.
 16. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der berohrte Bodenbereich (16) aus einem Schmiedeteil besteht.
 17. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das äußere Umlenkmittel (11) einen Dehnungskompensator (15) zum Ausgleich unterschiedlicher Dehnungen aufweist.
 18. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

- dadurch gekennzeichnet,**
dass der Dehnungskompensator (15) ein Ringblech mit koaxial zu dessen Längsachse verlaufenden Wellen aufweist.
19. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Dehnungskompensator (15) aus Edelstahl besteht.
20. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass im unberohrten Zentralbereich (10) des Rohrbündels (5) wenigstens ein inneres Umlenkmittel (33) zur Erzielung einer Querströmung im zu erheizenden Medium angeordnet ist.
21. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich das innere Umlenkmittel (33) wenigstens über den gesamten unberohrten Zentralbereich (10) des Rohrbündels (5) erstreckt.
22. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass das innere Umlenkmittel (33) eine Scheibe ist.
23. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmetauscherrohre (4) im Verlauf durch wenigstens ein ringförmiges Stützmittel (20) quer zu ihren Längsachsen (23) abgestützt werden.
24. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Breite des Stützmittels (20) etwa der Ringbreite des Rohrbündels (5) entspricht.
25. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass an wenigstens einem Stützmittel (20) ein Umlenkmittel (11, 33) befestigt ist.
26. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Stützmittel (20) und/oder Umlenkmittel (33) an zumindest einem Wärmetauscherrohr (4) befestigt ist.
27. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass wenigstens ein Stützmittel (20) und/oder ein Umlenkmittel (33) wenigstens eine Ausnehmung (21) zur Durchführung eines Wärmetauscherrohres (4) aufweist.
28. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass entlang der Kanallängsachse (2) äußere Umlenkmittel (11) und innere Umlenkmittel (33) im Wechsel angeordnet sind.
29. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Wärmetauscherrohre (4) Rippenrohre, vorzugsweise niedrig berippte Rippenrohre, sind.
30. Wärmetauscher nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Rippen (22) quer zur Längsachse (23) des Wärmetauscherrohres (4) verlaufen.
31. Verfahren zur Herstellung eines Wärmetauschers (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem ein bestehender Wärmetauscher herkömmlicher Bauart umgebaut wird, bei dem in einem ersten Schritt ein bestehendes Rohrbündel ausgebaut wird, in einem zweiten Schritt die ursprünglichen Rohrböden zu Rohrböden (8, 9) nach einem der Ansprüche 7 bis 16 mit ringförmig berohrtem Bodenbereich (16) umgebaut werden und in einem dritten Schritt ein ringförmiges Rohrbündel (5) mit neuen Wärmetauscherrohren (4) und wenigstens ein Umlenkmittel (11, 33) zur Erzielung einer Querströmung im Wärmetauscher eingebaut werden.
32. Verfahren nach Anspruch 31,
dadurch gekennzeichnet,
dass die neuen Wärmetauscherrohre (4) als vormontiertes Paket zusammen mit wenigstens einem Stützmittel (20) und/oder Umlenkmittel (11, 33) und/oder wenigstens einem Rohrboden (8, 9) eingebaut werden.

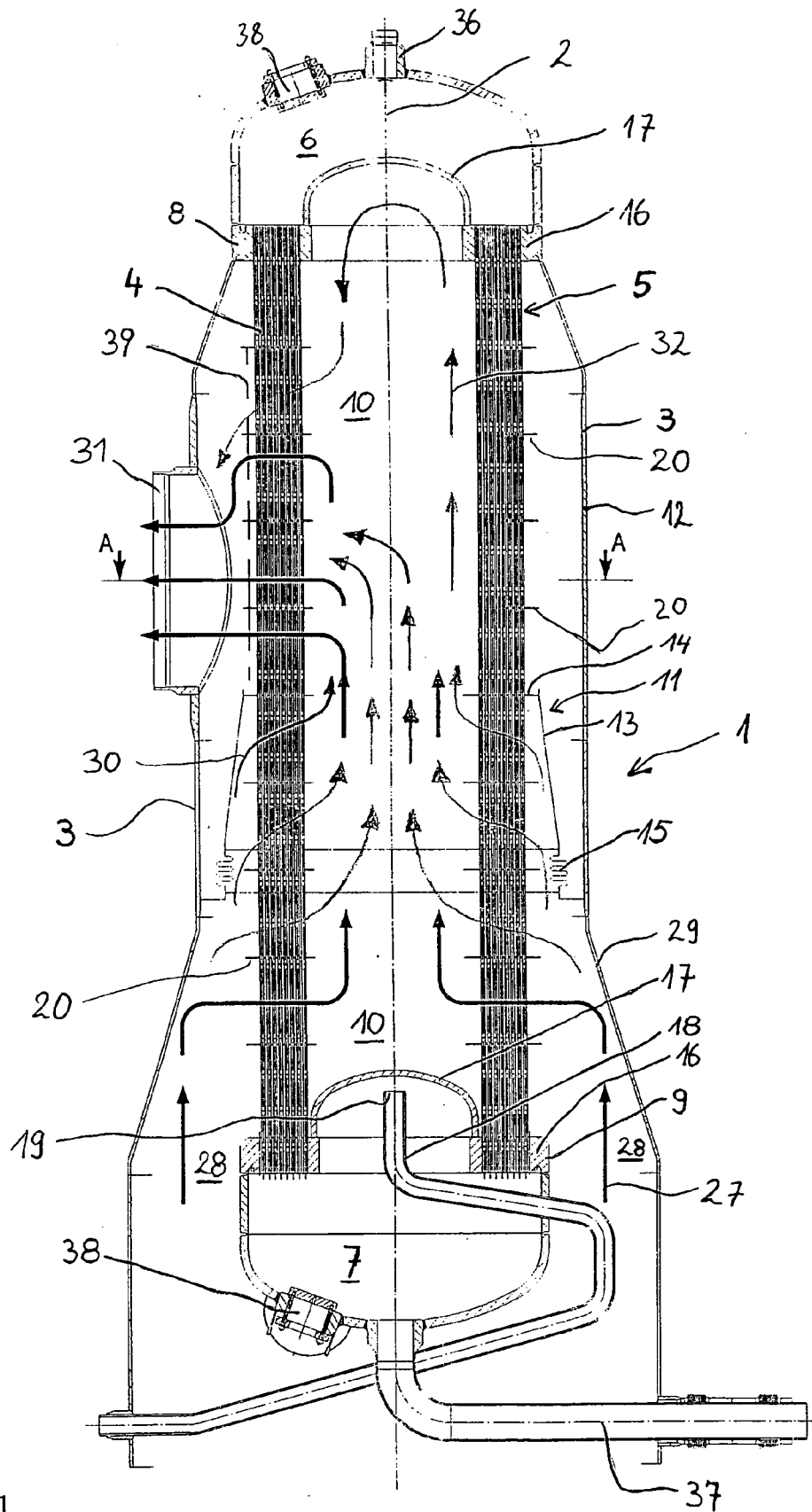


Fig. 1

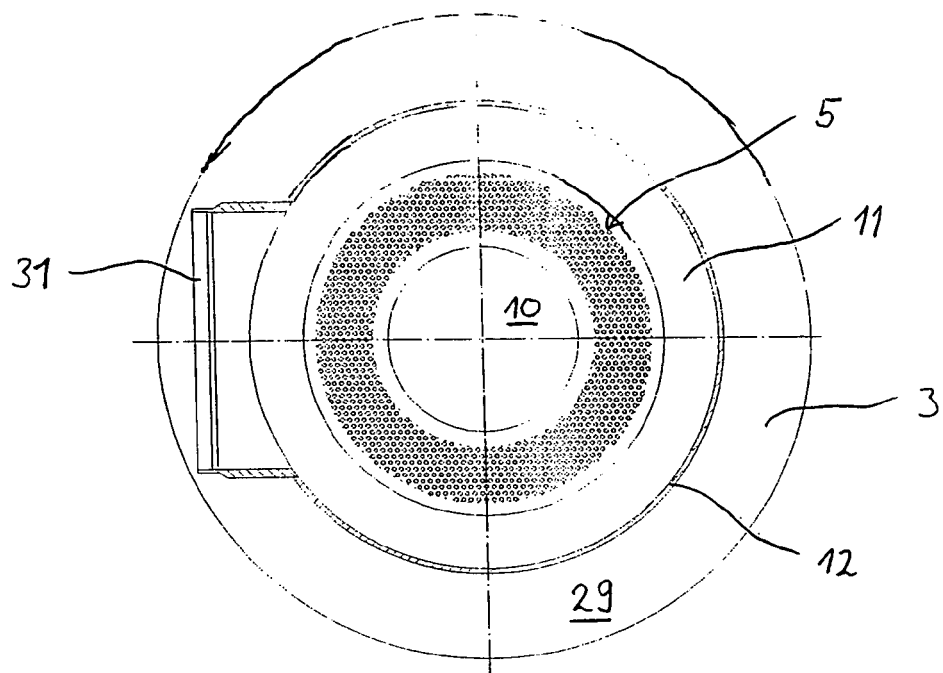


Fig. 2

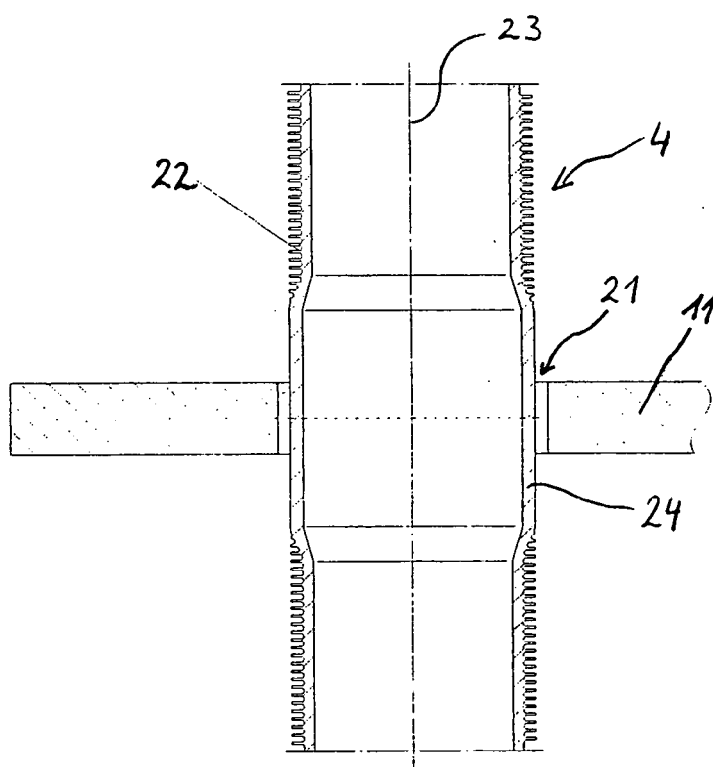


Fig. 3

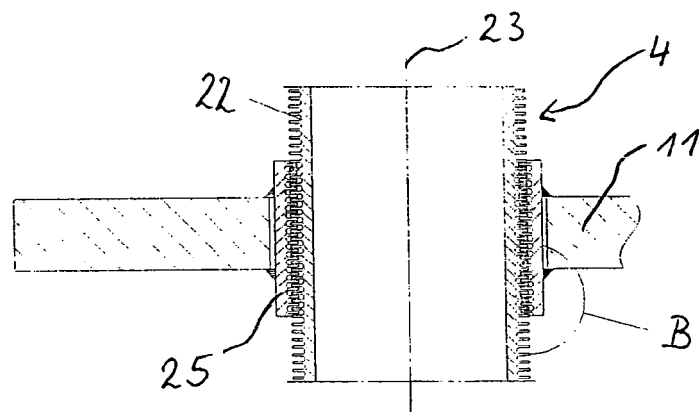


Fig. 4

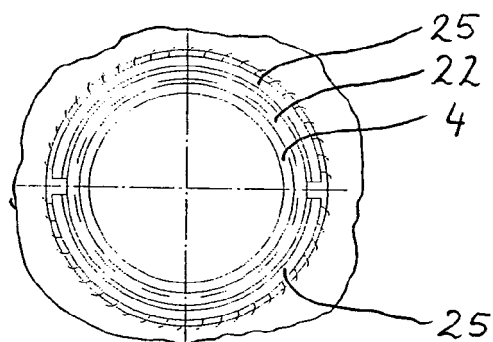


Fig. 5

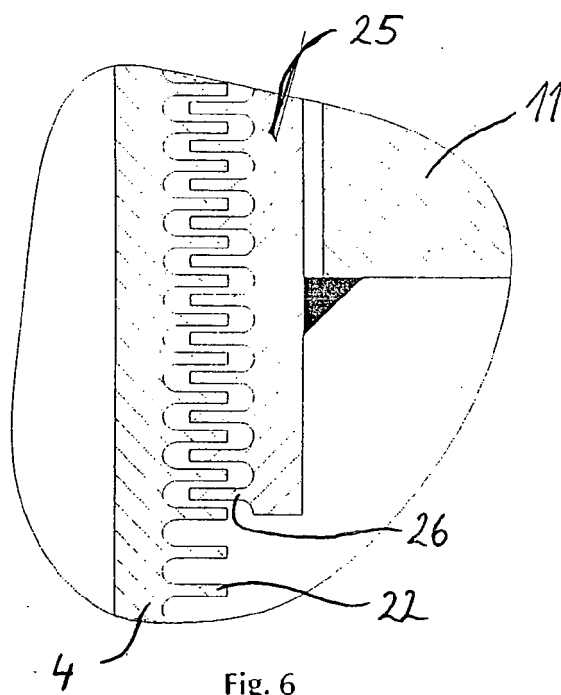


Fig. 6

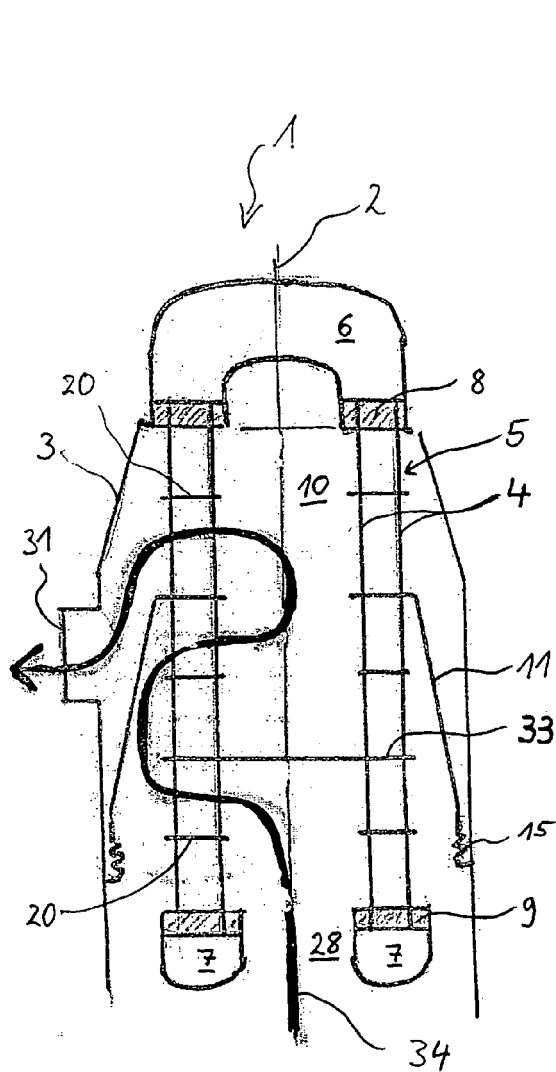


Fig. 7

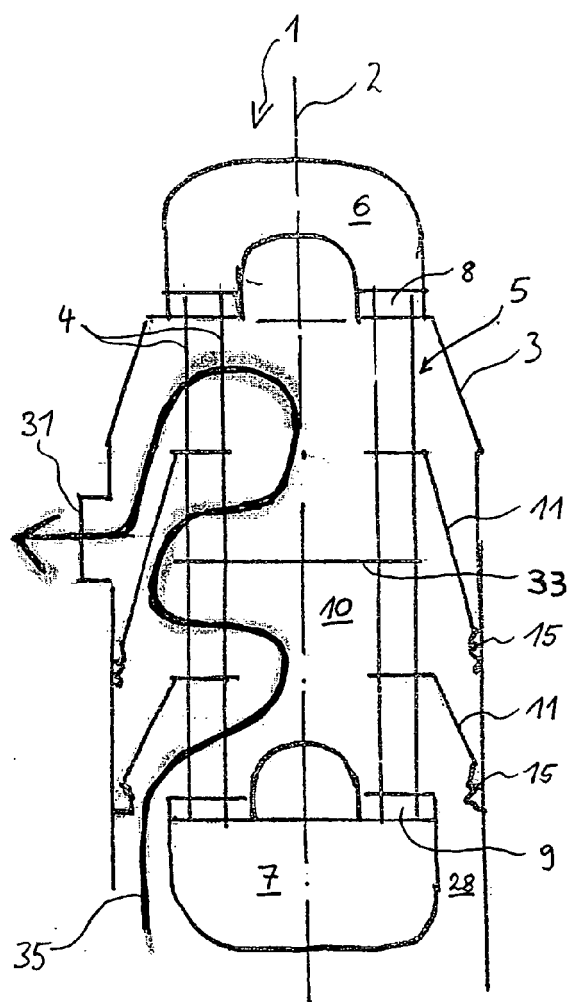


Fig. 8



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 4059

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X Y	DE 32 09 584 A1 (BALCKE DUERR AG [DE]) 29. September 1983 (1983-09-29) * Abbildung 1 * * Zusammenfassung * * Seite 6, Zeile 12 - Seite 8, Zeile 26 * -----	1-12,15, 16,20-27 13,14, 17-19, 28-30	INV. F22G1/00 F22G3/00 F28D3/02 F28F13/06
X	FR 2 525 735 A1 (STAL LAVAL APPARAT AB [SE]) 28. Oktober 1983 (1983-10-28) * Abbildung 1 * * Seite 4, Zeile 8 - Zeile 11 * * Seite 7, Zeile 2 * * Anspruch 1 * -----	1-3,5,7, 9,10,12, 20,21, 23-27	
Y	GB 1 263 253 A (FOSTER WHEELER BROWN BOILERS [GB]) 9. Februar 1972 (1972-02-09) * Abbildung 1 *	13,14, 29,30	
Y	US 4 429 739 A (GENTRY CECIL C [US] ET AL) 7. Februar 1984 (1984-02-07) * Abbildungen 1,4,12 * * Spalte 14, Zeile 37 - Spalte 18, Zeile 40 *	31,32	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) F22G F28D F28F F22B
Y	DE 28 13 808 A1 (HOCHTEMPERATUR REAKTORBAU GMBH) 4. Oktober 1979 (1979-10-04) * Abbildung 4 *	17-19	
Y	DE 24 30 208 A1 (SULZER AG) 11. Dezember 1975 (1975-12-11) * Abbildungen 3,4 * * Seite 7, letzter Absatz - Seite 8, Absatz 2 * ----- -/--	28	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 2007	Prüfer Lepers, Joachim
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

6
EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 4059

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
Y	DE 199 53 612 A1 (ABB ALSTOM POWER CH AG [CH]) 10. Mai 2001 (2001-05-10) * Abbildungen 1,5 * * Spalte 5, Zeile 14 - Spalte 6, Zeile 17 *	31,32	
A	US 3 254 705 A (PORTER WORTHEN EUGENE ET AL) 7. Juni 1966 (1966-06-07) * Abbildungen 1,5 *	13,14	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 3. Mai 2007	Prüfer Lepers, Joachim
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 : nichtschriftliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

6
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 06 01 4059

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

03-05-2007

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 3209584	A1	29-09-1983	BR	8300953 A	16-11-1983
FR 2525735	A1	28-10-1983	DE	3313543 A1	27-10-1983
			SE	430716 B	05-12-1983
			SE	8202525 A	23-10-1983
			US	4528946 A	16-07-1985
GB 1263253	A	09-02-1972	KEINE		
US 4429739	A	07-02-1984	KEINE		
DE 2813808	A1	04-10-1979	KEINE		
DE 2430208	A1	11-12-1975	CH	579234 A5	31-08-1976
			FR	2274121 A1	02-01-1976
			NL	7408864 A	09-12-1975
			SE	7506400 A	08-12-1975
			US	3979914 A	14-09-1976
DE 19953612	A1	10-05-2001	KEINE		
US 3254705	A	07-06-1966	KEINE		

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 3544517 C1 [0004]