

(19)



(11)

EP 2 381 202 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
26.10.2011 Patentblatt 2011/43

(51) Int Cl.:
F28D 7/16 ^(2006.01) **F28F 9/26** ^(2006.01)
F28F 13/06 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11162949.9**

(22) Anmeldetag: **19.04.2011**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(72) Erfinder:
• **Justl, Johann**
93049, Regensburg (DE)
• **Pörringer, Michael**
93080, Pentling (DE)

(30) Priorität: **22.04.2010 DE 102010028117**

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey,
Stockmair & Schwanhäusser**
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(71) Anmelder: **Krones AG**
93073 Neutraubling (DE)

(54) Verbindungselement für Röhrenwärmetauscher

(57) Verbindungselement (7,17,27) zur Verbindung eines Wärmetauscherelements (1) eines Röhrenwärmetauschers mit wenigstens einem produktführenden Rohr

(13) zu einem Strömungssystem, wobei das Verbindungselement (7,17,27) eine Durchgangsöffnung aufweist, wobei am Umfang der Durchgangsöffnung eine Strömungsabrisskante (7',17',27') ausgebildet ist.

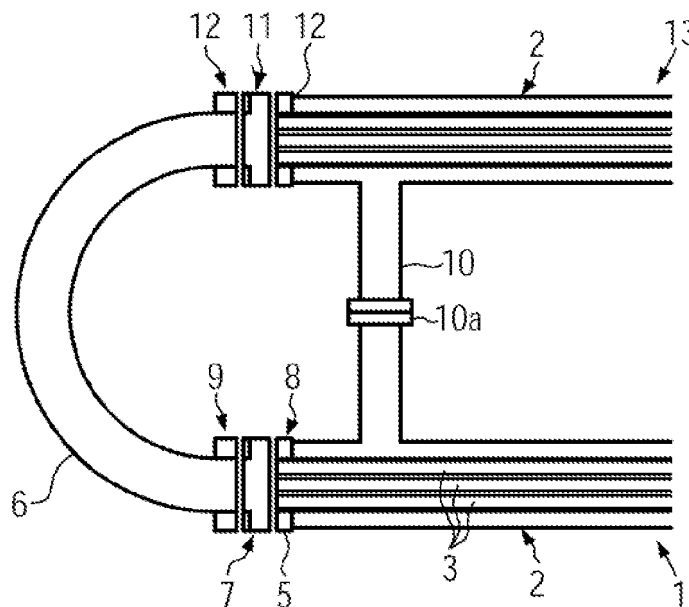


FIG. 1

EP 2 381 202 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verbindungselement zur Verbindung eines Wärmetauscherelements eines Röhrenwärmetauschers mit wenigstens einem produktführenden Rohr zu einem Strömungssystem nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Wenn Röhrenwärmetauscher mit ein oder mehreren Wärmetauscherelementen für faserige Produkte verwendet werden, kommt es vor, dass die Fasern den Zulauf eines Wärmetauscherelements im Bereich der das Röhrenbündel bildenden Innenrohre, welche die Strömungskanäle für ein Produkt bilden, verstopfen. Um dies zu verhindern wurde im Stand der Technik bereits vorgeschlagen, im Zuströmkanal im Einlaufbereich in der Mitte Wirbelbildner anzuordnen, um mit Hilfe der dadurch erzeugten Wirbel Ablagerungen zu vermeiden.

[0003] So sind z.B. aus EP 1 604 162 B1 sowie DE 10 2005059 463 B4 Röhrenwärmetauscher bekannt, bei welchen eine Strömung im Einlaufbereich einer Rohrträgerplatte mittels eines vom Produkt zu umströmenden Verdrängungskörpers beeinflusst wird.

[0004] Aus DE 696 12 998 T2 sind Röhrenwärmetauscher bekannt, bei denen an den angeströmten Enden von Wärmeübertragungsrohren eine mit Flussverteilern ausgelegte Ablenkplatte angeordnet ist, wobei die dem Produktstrom zugewandte Fläche der Flussverteiler konvex ist.

[0005] Nachteilig an diesen bekannten Verdrängungskörpern ist jedoch, dass diese Körper kompliziert zu fertigen sind, häufig komplizierte, dem Produktstrom unterschiedliche zu- und abgewandte Formen aufweisen müssen und dass insbesondere auch unerwünschte und störende Abschattungseffekte auftreten können.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verbindungselement für einen Röhrenwärmetauscher mit wenigstens einem Wärmetauscherelement und wenigstens einem produktführenden Rohr zu gestalten, bei dem Faserablagerungen im Einlaufbereich des Wärmetauscherelements des Röhrenwärmetauschers reduziert oder vermieden werden können.

[0007] Diese Aufgabe wird mit einem Verbindungselement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Nach der Erfindung wird im Einlaufbereich des Wärmetauscherelements ein modulares Bauteil als Verbindungselement vorgeordnet, das eine außen umlaufende, vorzugsweise, aber nicht unbedingt kreisförmige Strömungsabrisskante zur Verwirbelung bildet. Dadurch wird eine deutliche Verringerung oder Vermeidung von Faserablagerungen erzielt, so dass ein entsprechend ausgerüstetes oder nachgerüstetes System längere Laufzeiten erzielt, entsprechende Wartungsintervalle länger sein können und bei Wartung das System im Einlaufbereich des Wärmetauscherelements des Röhrenwärmetauschers einfacher zu reinigen ist. Das Verbindungselement ist zudem entsprechend einfach zu fertigen und sowohl bei neuen Röhrenwärmetauschern auszurüsten als auch bei bestehenden Röhrenwärmetauschern ein-

fach nachzurüsten.

[0008] Durch die Strömungsabrisskante werden außerdem eine entsprechende Kontrolle der Strömungsgeschwindigkeit und eine Wirbelbildung erreicht, wodurch wiederum Faserablagerungen im Einlaufbereich des Röhrenwärmetauschers reduziert werden. Dabei strömt typischerweise der Produktstrom aus dem produktführenden Rohr in das Wärmetauscherelement hinein. Das heißt, der Produktstrom strömt, bezogen auf das Verbindungselement, von stromaufwärts in das Verbindungselement hinein und strömt aus dem Verbindungselement in das sich beispielsweise unmittelbar stromabwärts des Verbindungselementes befindlichen Wärmetauscherelement des Röhrenwärmetauschers hinein. Dabei kann das produktführende Rohr, aus dem das Produkt durch das Verbindungselement in das Wärmetauscherelement hinein strömt, gekrümmt sein, wie bei einem Verbindungsbogen, oder ein gerades Rohr sein. Typischerweise hat das Verbindungselement einen axialsymmetrischen Querschnitt. Außerdem stimmt bevorzugt die Längsachse des Verbindungselements mit der Längsachse des Wärmetauscherelements des Röhrenwärmetauschers überein. Das Wärmetauscherelement des Röhrenwärmetauschers umfasst dabei beispielhaft eine Mehrzahl von Innenrohren zur Führung des Produkts, wobei die Innenrohre von einer Rohrträgerplatte gehalten werden.

[0009] Dabei kann das Verbindungselement modular zwischen dem Wärmetauscherelement des Röhrenwärmetauschers und dem mindestens einen produktführenden Rohr anbringbar sein. Ein modular anbringbares Verbindungselement lässt sich einfach anbringen, bei bestehenden Anlagen einfach nachrüsten, bei Bedarf einfach warten. Seine Herstellung ist von der Herstellung eines Röhrenwärmetauschers und eines übrigen damit verbundenen Abfüllsystems entkoppelt, entsprechend einfach ist einfach zu fertigen.

[0010] Die Strömungsabrisskante am Umfang der Durchgangsöffnung des Verbindungselements kann zweckmäßigerweise abgeschrägt oder abgerundet sein. Dabei wird durch diese Formen der Strömungsabriss an der Strömungsabrisskante begünstigt.

[0011] Die Strömungsabrisskante kann unter einem Winkel α gemessen zur Längsachse des Verbindungselements ausgebildet sein, wobei α maximal 90° misst. Durch die entsprechende Formung der Strömungsabrisskante werden die Wirbelbildung und der Strömungsabriss weiter begünstigt, wobei die Strömungsabrisskante unter einem Winkel α in Stromrichtung zeigt.

[0012] Die Durchgangsöffnung des Verbindungselements kann beispielsweise symmetrisch zur Längsachse des Verbindungselements ausgebildet sein. Mit einer derartigen Wahl der Form ist das Verbindungselement besonders einfach herzustellen und erzielt dabei die bereits oben genannten strömungstechnischen Vorteile.

[0013] Die Durchgangsöffnung kann dabei kreisförmig ausgebildet sein, wodurch sich neben den strömungstechnischen Vorteilen auch fertigungstechnische Vorteile

le ergeben.

[0014] Die Durchgangsöffnung kann im Bereich der Strömungsabrisskante einen Innendurchmesser, d_i , aufweisen, wobei typischerweise der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung von einer dem Wärmetauscherelement abgewandte Eingangsöffnung mit einem ersten Innendurchmesser, d_1 , zum Innendurchmesser d_i im Bereich der Strömungsabrisskante abnimmt, und danach typischerweise vom Innendurchmesser d_i zu einer dem Wärmetauscherelement zugewandten Ausgangsöffnung mit einem zweiten Innendurchmesser, d_2 , zunimmt. Dabei befindet sich der Bereich der Strömungsabrisskante zwischen der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung, wobei typischerweise d_i kleiner als d_1 und kleiner als d_2 ist. Es kann dabei anschaulich sein, die Fläche der Eingangsöffnung als eine erste Fläche mit einem ersten Innendurchmesser, d_1 , und die Fläche der Ausgangsöffnung als eine zweite Fläche mit einem zweiten Innendurchmesser, d_2 , zu betrachten. Im Bereich der Strömungsabrisskante kann die Fläche der Durchgangsöffnung, welche sich zwischen der ersten und der zweiten Fläche befindet, einen Innendurchmesser, d_i , aufweisen, wobei d_i kleiner als d_1 und kleiner als d_2 ist. Durch die unterschiedlichen Innendurchmesser wird eine entsprechende Kontrolle der Strömungsgeschwindigkeit erreicht und die Wirbelbildung insbesondere im Bereich der Strömungsabrisskante, das heißt der Fläche mit dem Innendurchmesser d_i begünstigt, wodurch wiederum Faserablagerungen im Einlaufbereich des Röhrenwärmetauschers reduziert werden.

[0015] Bei einer zweckmäßigen Ausbildung kann das Verbindungselement symmetrisch zu der Durchgangsöffnung ausgebildet sein, wodurch sich neben den strömungstechnischen Vorteilen auch fertigungstechnische Vorteile ergeben. Dabei kann es anschaulich sein, das Verbindungselement als symmetrisch zu der Fläche ausgebildet zu betrachten, die sich zwischen der ersten Fläche mit dem ersten Innendurchmesser, d_1 , und der Fläche mit dem zweiten Innendurchmesser, d_2 , befindet. Mit einer derartigen Wahl der Form ist das Verbindungselement besonders einfach herzustellen und erzielt trotzdem die bereits oben genannten strömungstechnischen Vorteile.

[0016] In einer weiteren Ausbildung kann der zweite Innendurchmesser, d_2 , größer ist als der erste Innendurchmesser, d_1 sein. Dadurch kann insbesondere das Produkt auf der Seite des Wärmetauscherelements des Röhrenwärmetauschers auf einen größeren Querschnitt verteilt und der Produktstrom entsprechend besser kontrolliert werden.

[0017] Der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung kann sich beispielsweise stetig von der Eingangsöffnung mit dem ersten Innendurchmesser, d_1 , zum Innendurchmesser, d_i , ändern und sich dann stetig vom Innendurchmesser, d_i , zur Ausgangsöffnung mit dem zweiten Innendurchmesser, d_2 , ändern. Es kann dabei anschaulich sein, einen Querschnitt des erfindungsgemäßen Verbindungselement wie oben beschrieben, zu

betrachten, welcher sich beispielsweise stetig vom ersten Innendurchmesser, d_1 , der ersten Fläche zum Innendurchmesser, d_i , verändert und sich ferner stetig vom Innendurchmesser, d_i , zum zweiten Innendurchmesser, d_2 , der zweiten Fläche verändert. Typischerweise haben die erste Fläche und die zweite Fläche dieselbe Orientierung. Dabei begünstigt die stetige, sanfte Veränderung des Innendurchmessers des Verbindungselements weiterhin die Strömungsführung, insbesondere im Bereich vor der Strömungsabrisskante und im Bereich hinter der Strömungsabrisskante.

[0018] In einer weiteren zweckmäßigen Ausbildung kann ein erfindungsgemäßes Verbindungselement in einem Bereich, der sich zwischen der Eingangsöffnung und der Strömungsabrisskante befindet, Einbuchtungen (Ausparungen), insbesondere teilkreisförmige Einbuchtungen (Ausparungen), umfassen. Durch derartige Einbuchtungen (Ausparungen) kann die Strömungsabrisskante in dem genannten Bereich effektiv verlängert werden, so dass die Wirbelbildung entsprechend verstärkt werden kann, was sich positiv auf die Reduzierung von Faserablagerungen stromabwärts im Einlaufbereich des Röhrenwärmetauschers auswirkt.

[0019] Dabei können die teilkreisförmigen Einbuchtungen (Ausparungen) axialsymmetrisch zur Längsachse des Verbindungselements angeordnet sein.

[0020] Beispielhaft kann der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung zwischen der Eingangsöffnung mit dem Innendurchmesser d_1 und dem Bereich der Strömungsabrisskante mit dem Innendurchmesser d_i außerhalb, insbesondere zwischen den jeweiligen teilkreisförmigen Einbuchtungen vom ersten Innendurchmesser d_1 zum Innendurchmesser d_i stetig abnehmen. Damit kann zwischen den teilkreisförmigen Einbuchtungen (Ausparungen), also im nicht ausgesparten Bereich, sich der Innendurchmesser ähnlich verhalten, wie in der vorher beschriebenen Ausführungsform. Durch die stetige Änderung vom Innendurchmesser d_1 zum Innendurchmesser d_i kann insbesondere die Wirbelbildung auf den Bereich der Strömungsabrisskante konzentriert werden. Die stetige, sanfte Veränderung des Innendurchmessers des Verbindungselements kann dabei die Strömungsführung begünstigen.

[0021] Die Erfindung stellt außerdem einen Röhrenwärmetauscher mit mindestens einem Wärmetauscherelement mit einem Mantelrohr und wenigstens einem Innenrohr und mit einem erfindungsgemäßen Verbindungselement, wie oben beschrieben, bereit. Der Vorteil eines derartigen Röhrenwärmetauschers ist die entsprechende Kontrolle und Verringerung von Faserablagerungen im Zuströmbereich eines Wärmetauscherelements, dem ein erfindungsgemäßes Verbindungselement vorgeordnet ist.

[0022] Ferner stellt die Erfindung ein Verfahren zum Nachrüsten eines Strömungssystems mit einem Röhrenwärmetauscher mit mindestens einem Wärmetauscherelement und mindestens einem produktführenden Rohr bereit, umfassend Verbinden eines Endes des Wärme-

tauschererelement mit einem Verbindungselement an einer dem Wärmetauschererelement zugewandten Seite des Verbindungselements, und Verbinden des Verbindungselements auf der dem Wärmetauschererelement abgewandten Seite mit dem produktführenden Rohr. Durch ein derartiges Nachrüstverfahren können die Effektivität, Wartung und Einsatzzeiten eines Röhrenwärmetauschers günstig beeinflusst werden.

[0023] Ausführungsformen des Erfindungsgegenstandes werden anhand der Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt eines Moduls eines beispielhaften Röhrenwärmetauschers mit mindestens einem Wärmetauschererelement mit einem Verbindungselement entsprechend der Erfindung.
- Fig. 1a eine Röhrenträgerplatte im Zulaufbereich eines Wärmetauschererelements eines Röhrenwärmetauschers aus Fig. 1.
- Fig. 1b eine Verwendung eines erfindungsgemäßen Verbindungselements bei der Verbindung von mehreren Wärmetauschererelementen.
- Fig. 2 eine schematische Darstellung einer ersten Ausführungsform entsprechend der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 2a einen Schnitt der Ausführungsform aus Fig. 2 entlang der eingezeichneten Schnittrlinie.
- Fig. 3 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform entsprechend der vorliegenden Erfindung.
- Fig. 3a einen Schnitt der Ausführungsform aus Fig. 3 entlang der eingezeichneten Schnittrlinie.
- Fig. 4 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform entsprechend der vorliegenden Erfindung, als Variation der Ausführungsform aus Fig. 3.
- Fig. 4a einen Schnitt der Ausführungsform aus Fig. 4 entsprechend der eingezeichneten Schnittrlinie.

[0024] Figur 1 verdeutlicht einen Röhrenwärmetauscher mit mindestens einem Wärmetauschererelement 1 und ein weiteres, produktführendes Rohr 13, die mit einem weiteren, produktführenden Rohr, das gekrümmt ist, einem Verbindungsbogen 6, verbunden sind. Der Röhrenwärmetauscher mit dem mindestens einen Wärmetauschererelement 1, das produktführende Rohr 13 und der Verbindungsbogen 6 sind von der Art, wie sie beispielsweise in der Abfüllindustrie für flüssige Lebensmit-

telprodukte (z.B. Wasser, Säfte, Milch) bei der Wärmebehandlung (Erwärmen oder Abkühlen) eines Lebensmittelproduktes verwendet werden. In dem Röhrenwärmetauscher können mehrere Module, Wärmetauschererelemente 1, eingebaut sein, um möglichst lange Strömungswege für das Produkt zu erzielen. Die Verbindung des weiteren, produktführenden Rohres 13 mit dem Verbindungsbogen 6 ist in Figur 1 durch entsprechende endseitige Befestigungsflansche 12 ausgeführt. Zwischen den Flanschen 12 wird in Figur 1 ein Verbindungselement 11 zur Verbindung eingesetzt. Dabei kann das Verbindungselement 11 beispielsweise ein weiteres erfindungsgemäßes Element von der Art wie das erfindungsgemäße Verbindungselement 7 sein, oder es kann ein einfaches Adapter- oder Distanzstück sein.

[0025] Das Wärmetauschererelement 1 des Röhrenwärmetauschers in Figur 1 weist ein Mantelrohr 2, vorteilhafter Weise z.B. aus rostfreiem Stahl (jedoch auch aus anderen Legierungen oder beispielsweise auch aus Titan, Zink oder speziellen Kunststoffen), auf, das jeweils endseitige Befestigungsflansche 8, hier nur linksseitig gezeigt, zur Montage des Wärmetauschererelements 1 in einem System wie in Figur 1 gezeigt, besitzt. Im Mantelrohr 1 sind ein oder mehrere Innenrohre 3 vorgesehen, die sich im Wesentlichen achsparallel zum Mantelrohr 1 zwischen Befestigungsflanschen 8 erstreckt. Typischerweise sind in der Ausführungsform in Figur 1 mehrere Innenrohre 3 zu einem Rohrbündel zusammengefasst. In den Innenrohren 3 zirkuliert ein primärer Strom, also ein flüssiges Lebensmittelprodukt, das zusätzliche Fasern wie Fruchtfleisch oder faserige Stückchen enthalten kann. In dem Mantelrohr 1 zirkuliert typischerweise ein sekundärer Strom, so dass ein Temperatúraustausch (Kühlen oder Erwärmen) mit dem primären Strom, welcher in den Innenrohren 3 fließt, geschehen kann.

[0026] Das Bündel von ein oder mehreren Innenrohren 3 im Zulaufbereich des Wärmetauschererelements wird von einer Rohrträgerplatte 5 gehalten, wobei die Rohrträgerplatte 5 im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Wärmetauschererelements 1 befestigt ist. Figur 1A zeigt eine schematische Aufsicht auf eine Rohrträgerplatte 5, die in diesem Beispiel sieben Innenrohre zusammenfasst.

[0027] Das in Figur 1 gezeigte Rohr 13 kann ein weiteres Wärmetauschererelement von der Art wie das Wärmetauschererelement 1 sein. Die Strömungsrichtung des primären Stroms ist beispielsweise vom Rohr 13 in den Verbindungsbogen 6 hinein und von dort in das Wärmetauschererelement 1 hinein, welches mit dem Verbindungsbogen 6 mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verbindungselements 7 verbunden ist. Das Verbindungselement 11 am stromseitigen Ende des Rohres 13 kann dabei ein weiteres erfindungsgemäßes Verbindungselement von der Art wie das Verbindungselement 7 sein. Darüber hinaus ist es ebenfalls möglich, dass das Verbindungselement 11 lediglich eine Adapterfunktion besitzt und keine blendenartige Verengung, wie unten beschrieben, aufweist. Figur 1B zeigt ein Beispiel für die

Verbindung mehrerer Wärmetauscherelemente in einem Röhrenwärmetauschersystem, wobei in diesem Beispiel die Verbindungsbögen 6 die primären Ströme jeweils um 180° umlenken. Dabei können die Verbindungselemente 7 und 11, wie in Figur 1 und 1B gezeigt, jeweils im Einström- und Ausströmbereich der Rohre 1 und 13 angebracht sein, es wäre aber ebenso möglich (hier nicht gezeigt), dass erfindungsgemäße Verbindungselemente 7 sowohl im Ein- als auch im Ausströmbereich der Elemente 1 und 13 angebracht sein können.

[0028] In Figur 1 und Figur 1B wird der sekundäre Strom, der aus einem geeigneten Wärmeaustauschmedium, z.B. Wasser, besteht, nicht über Verbindungsbögen 6 umgelenkt, sondern mit Hilfe eines Verbindungsrohres 10 und einem Verbindungsstück mit Flanschen 10a, das auch ein Ventil beinhalten kann, direkt zum nächsten Wärmetauscherelement umgelenkt. Das sekundäre Medium wird in der Regel im Gegenstrom zum primären Medium geführt. Der Verbindungsbogen 6 lenkt also in diesem Falle nur den primären Strom um. In Figur 1 ist beispielhaft gezeigt, wie ein Verbindungsrohr 10 direkt an das Mantelrohr 2 anschließt. Es ist ebenso möglich, wie in Figur 1B gezeigt, dass das Verbindungsrohr über seitliche Verbindungsanschlüsse 10b angeschlossen wird, um den sekundären Strom weiterleiten zu können. Ferner ist es möglich (nicht gezeigt), dass ein Verbindungsbogen auch den sekundären Strom mit umlenkt, wobei Verbindungsrohre 10 entfallen können, und der sekundäre Strom an den erfindungsgemäßen Verbindungselementen geeignet vorbei geleitet wird.

[0029] Figuren 1, 1A und 1B zeigen Verbindungselemente 7 und 11 als separate, modulare Elemente ausgeführt. Es ist jedoch ebenso möglich, ein erfindungsgemäßes Verbindungselement von der Art wie Element 7, 17 und 27, welche in Bezug auf Figuren 2-4 beschrieben werden, in den Verbindungsbogen 6 oder in das Rohrbündel in dessen Einströmbereich, beispielsweise in Verbindung mit der Rohrträgerplatte 5, zu integrieren. Röhrenwärmetauscher wie in Figur 1 und 1B gezeigt können eine gesamte Länge von ungefähr 3,0 m, 6,0 m oder sogar länger aufweisen. Figur 2 und Figur 2A zeigen eine beispielhafte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verbindungselements 7 zur Kopplung des Verbindungsbogens 6 mit dem Wärmetauscherelement 1 des Röhrenwärmetauschers. Figur 2 zeigt einen Schnitt durch das Verbindungselement 7 quer zu dessen Längsachse, und damit typischerweise quer zur Längsachse des Wärmetauscherelements 1. Das Produkt strömt beispielsweise durch den Verbindungsbogen 6 in das Wärmetauscherelement 1 mit seinen Innenrohren 3 hinein, wodurch die Stromrichtung gegeben ist. Im Kopplungsbereich wird modular zwischen dem Ausgangsflansch 9 des Verbindungsbogens 6 und dem Eingangsflansch 8 des Wärmetauscherelements 1 das Verbindungselement 7 eingefügt, indem es mit den jeweiligen Flanschen 9 und 8 geeignet befestigt wird. Das Verbindungselement 7 kann einen geeigneten Befestigungsträger 14 zur Befestigung zwischen den Flanschen 8 und 9 besitzen, fer-

ner eine Strömungsabrisskante (Verengung) 7', die blendenartig wirken kann und die zum Beispiel axialsymmetrisch zur Längsachse der Flansche 8 und 9, sowie des Wärmetauscherelements 1 liegt. Figur 2A zeigt eine entsprechende Schnittzeichnung entlang der Linie IIA durch das Verbindungselement 7. Die Strömungsabrisskante 7' ist am Umfang der Durchgangsöffnung des Verbindungselements 7 ausgebildet. Die Strömungsabrisskante 7' umläuft die Durchgangsöffnung. Die Strömungsabrisskante kann axialsymmetrisch und kreisförmig ausgebildet sein und, wie in Figur 2 gezeigt, einen Innendurchmesser d_1 besitzen. Ferner besitzt das Verbindungselement eine Eingangsöffnung, die dem Wärmetauscherelement 1 des Röhrenwärmetauschers abgewandt ist, sowie eine Ausgangsöffnung, die dem Wärmetauscherelement 1 zugewandt ist. Auf der Seite der Eingangsöffnung ergibt sich dadurch eine erste, dem Röhrenwärmetauscher abgewandte Fläche der Öffnung mit einem ersten Innendurchmesser d_1 und auf der Seite der Ausgangsöffnung eine zweite Fläche der Öffnung mit einem Innendurchmesser d_2 . Bezogen auf den Produktstrom liegt also vom Verbindungselement aus betrachtet die erste Fläche stromaufwärts, während die zweite Fläche stromabwärts liegt. Der Innendurchmesser d_1 auf der dem Wärmetauscherelement 1 des Röhrenwärmetauschers fernen Seite entspricht etwa dem Innendurchmesser des Verbindungsbogens 6. Der Innendurchmesser d_2 entspricht etwa dem Innendurchmesser des Mantelrohrs des Wärmetauscherelements 1 des Röhrenwärmetauschers, wobei die Innendurchmesser jeweils auf die Längsachsen bezogen werden. Wie in Figur 2A angedeutet, nimmt der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung vorzugsweise symmetrisch und stetig (sanft) ab, bis im Bereich der Strömungsabrisskante der Innendurchmesser d_1 erreicht wird. Die durch die Abnahme entstehende Form ist ähnlich etwa einem Kugeloberflächensegment (Kugelkalotte). Die Strömungsabrisskante 7', an der vorzugsweise die Strömung der durch das Element strömenden Flüssigkeit abreißen soll, ist typischerweise abgeschrägt oder abgerundet. Im Falle einer Abschrägung ist diese Schrägung in Stromrichtung ausgebildet. Dabei zeigt die vorzugsweise abgerundete Strömungsabrisskante 7' im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse des Verbindungselements. Beispielhaft sind auf der dem Wärmetauscherelement zugewandten Seite O-Ring-Nuten 18 eingezeichnet, die einen geeigneten O-Ring aufnehmen können. In Figur 2A sind diese Nuten etwa kreisförmig gezeichnet, es sind jedoch auch andere geeigneten Formen der Nuten denkbar. Ebenso können auf der stromaufwärts liegenden Seite O-Ring-Nuten vorhanden sein (hier nicht gezeichnet).

[0030] Figur 3 zeigt eine weitere Ausbildung eines Verbindungselements 17, das weitere strömungstechnische Vorteile aufweist. Figur 3 zeigt einen Schnitt quer zur Längsachse durch das Verbindungselement 17. In Figur 3 ist das Verbindungselement 17 vom Aufbau her dem in Figur 2 gezeigten Verbindungselement 7 ähnlich. Verbindungselement 17 kann ähnlich wie Verbindungsele-

ment 7 zur Verbindung von Verbindungsbögen und Wärmetauscherelementen wie in Figur 1, 1 A und 1 B gezeigt, verwendet werden. Es besitzt einen Befestigungsträger 16, eine O-Ring Nut 15 und eine Strömungsabrisskante (Verengung) 17', welche eine Fläche (Öffnung) umläuft, die einen Innendurchmesser d_i besitzt. Ferner sind auf der dem Wärmetauscherelement 1 des Röhrenwärmetauscher fernen Seite eine Eingangsöffnung mit einer Fläche mit einem Innendurchmesser d_1 und auf der dem Röhrenwärmetauscher nahen Seite eine Ausgangsöffnung mit einer Fläche mit einem Innendurchmesser d_2 ausgebildet. Figur 3A zeigt einen Schnitt durch das Element aus Figur 3a entlang der eingezeichneten Schnittlinie IIIA. Ähnlich wie in Figur 2A angedeutet, nimmt die Durchgangsöffnung von der Eingangsöffnung, mit dem Innendurchmesser d_1 , her, vorzugsweise symmetrisch zu Längsachse, stetig, becherförmig oder ähnlich einem Kugeloberflächensegment (Kugelkalotte), ab bis zur Strömungsabrisskante 17' mit dem Innendurchmesser d_i . Auf der dem Wärmetauscherelements 1 des Röhrenwärmetauschers nahen Seite nimmt der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung wieder zu bis im Bereich der Ausgangsöffnung der Innendurchmesser d_2 erreicht wird. Vorteilhafterweise ist der Innendurchmesser d_2 entsprechend der Größe des Mantelrohres des Röhrenbündels abgestimmt und damit größer als der Innendurchmesser d_1 . In Figur 3A sind entsprechend Figur 2A O-Ring-Nuten 18 auf der stromabwärts liegenden Seite des Verbindungselements eingezeichnet.

[0031] Dabei weist aber die umlaufende Strömungsabrisskante 17', die wiederum abgeschrägt oder abgerundet sein kann, unter einem Winkel α , gemessen zur Längsachse wie eingezeichnet, in Stromrichtung. Dabei kann der Winkel α den Umständen entsprechende Werte annehmen, im beispielhaft gezeigten Fall z.B. ungefähr 45 - 60°, wobei auch andere Werte für diesen Winkel bis maximal 90° möglich sind. In Figur 3A ist der Innendurchmesser des durch das Verbindungselement 17 mit dem Verbindungsbogen zu verbindenden Wärmetauscherelements 1 des Röhrenwärmetauschers größer als der Innendurchmesser des Verbindungsbogens. Entsprechend begünstigt die Form und Ausrichtung der Strömungsabrisskante (Verengung) 17' den Strömungsabriss und damit die Kontrolle und Verminderung von Faserablagerungen im Einlassbereich des Wärmetauscherelements des Röhrenwärmetauschers 1.

[0032] Figur 4 zeigt eine weitere Ausbildung eines Verbindungselements 27, das zusätzliche strömungstechnische Vorteile aufweist. Verbindungselement 27 kann ähnlich wie Verbindungselement 7 zur Verbindung von Verbindungsbögen und Wärmetauscherelementen wie in Figur 1, 1A und 1B gezeigt, verwendet werden. Figur 4 zeigt einen Schnitt quer zur Längsachse durch das Verbindungselement 27. Figur 4A zeigt einen Schnitt durch das Element aus Figur 3a entlang der eingezeichneten Schnittlinie IVA. Das Verbindungselement 27 besitzt wiederum einen geeigneten Befestigungsträger 26. Eine O-Ring Nut 25 ist ähnlich wie in Figur 3 gezeigt. Basierend

auf dem Verbindungselement aus Figur 3 und Figur 3A ist, wie in Figur 4 schematisch angedeutet, der Bereich zwischen einer Eingangsöffnung mit einem Innendurchmesser d_1 und dem Bereich der Strömungsabrisskante 27' zunächst ähnlich wie in Figur 3 und Figur 3A geformt. Zusätzlich sind in diesem Bereich mehrere, beispielsweise teilkreisförmige, vorzugsweise symmetrische Einbuchtungen (Ausparungen) ausgebildet. Figur 4 zeigt beispielsweise 6 teilkreisförmige Einbuchtungen (Ausparungen). Dabei nimmt zwischen den jeweiligen Einbuchtungen (Ausparungen), also im nicht ausgesparten Bereich, der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung, wie in Figur 4A angedeutet, entlang der Längsachse in Stromrichtung ab, bis zur Strömungsabrisskante mit dem Durchmesser d_i . Diese Abnahme des Innendurchmessers der Durchgangsöffnung ist, wie bereits in Bezug auf Figuren 3 und 3A beschrieben, becherförmig oder ähnlich einem Kugeloberflächensegment. Die Strömungsabrisskante 27' zeigt, ähnlich wie in Figur 3A, in Stromrichtung und bildet einen Winkel α zur Längsachse des Verbindungselements, der den Umständen entsprechende Werte annehmen kann, beispielsweise ähnlich den Werten wie im Zusammenhang mit Figuren 3 und 3A genannt. Die Strömungsabrisskante 27' kann abgeschrägt oder abgerundet sein, wie bereits im Zusammenhang mit Figuren 3 und 3A diskutiert. In Figur 4A sind wie in Figuren 2A und 3A O-Ring-Nuten 18 auf der stromabwärts liegenden Seite des Verbindungselements eingezeichnet.

[0033] Im den gezeigten Ausführungsbeispielen beträgt die Breite der Verbindungselemente etwas weniger als 50 mm. Bevorzugte Innendurchmesser der Wärmetauscherelemente der Röhrenwärmetauscher können 140 mm betragen, es können jedoch auch Formen mit größeren Innendurchmessern auftreten. Innendurchmesser der Verbindungsbögen betragen zum Beispiel 80 mm, doch sind auch Formen mit größeren Innendurchmessern möglich.

[0034] Die in den Figuren gezeigten erfindungsgemäßen Verbindungselemente können modular bei bestehenden Röhrenwärmetauschern nachgerüstet werden, wobei im Rahmen des Verfahrens zur Nachrüstung die Verbindungselemente zwischen ein produktführendes Rohr und einem Ende eines Wärmetauscherelements eines Röhrenwärmetauschers, eingesetzt werden und entsprechend auf der dem Wärmetauscherelement abgewandeten Seite mit dem produktführenden Rohr, respektive weiteren Wärmetauscherelementen, verbunden werden, während sie auf der dem Wärmetauscherelement zugewandeten Seite mit dem Wärmetauscherelement verbunden werden. Dabei sind auch Anwendungen in Systemen mit mehreren Wärmetauscherelementen wie in Figur 1B denkbar, bei denen verschiedene der erfindungsgemäßen Verbindungselemente 7, 17 und 27 zum Einsatz kommen, zusätzlich zu Adapterelementen von der Art wie Element 11.

Patentansprüche

1. Verbindungselement (7,17,27) zur Verbindung eines Wärmetauscherelements (1) eines Röhrenwärmetauschers mit wenigstens einem produktführenden Rohr (6) zu einem Strömungssystem, wobei das Verbindungselement (7,17,27) eine Durchgangsöffnung aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** am Umfang der Durchgangsöffnung eine Strömungsabrisskante (7',17',27') ausgebildet ist. 5
2. Verbindungselement (7,17,27) nach Anspruch 1, wobei das Verbindungselement (7,17,27) modular zwischen dem Wärmetauscherelement (1) und dem mindestens einen produktführenden Rohr anbringbar ist. 10
3. Verbindungselement (7,17,27) nach Ansprüchen 1 - 2, wobei die Strömungsabrisskante (7',17',27') abgeschrägt oder abgerundet ist. 15
4. Verbindungselement (7,17,27) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Strömungsabrisskante (7',17',27') unter einem Winkel α gemessen zur Längsachse des Verbindungselements (7,17,27) ausgebildet ist, wobei α maximal 90° misst. 20
5. Verbindungselement (7,17,27) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Durchgangsöffnung symmetrisch zur Längsachse des Verbindungselements ausgebildet ist. 25
6. Verbindungselement (7,17,27) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Durchgangsöffnung kreisförmig ausgebildet ist. 30
7. Verbindungselement nach Anspruch 6, wobei die Durchgangsöffnung im Bereich der Strömungsabrisskante (7',17',27') einen Innendurchmesser, d_i , aufweist, wobei der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung von einer dem Wärmetauscherelement (1) abgewandte Eingangsöffnung mit einem ersten Innendurchmesser, d_1 , zum Innendurchmesser d_i im Bereich der Strömungsabrisskante abnimmt, und vom Innendurchmesser d_i zu einer dem Wärmetauscherelement (1) zugewandten Ausgangsöffnung mit einem zweiten Innendurchmesser, d_2 , zunimmt, wobei sich der Bereich der Strömungsabrisskante zwischen der Eingangsöffnung und der Ausgangsöffnung befindet, wobei d_i kleiner als d_1 und kleiner als d_2 ist. 35
8. Verbindungselement (7) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, welches symmetrisch zu der Durchgangsöffnung ausgebildet ist. 40
9. Verbindungselement (17,27) nach Anspruch 7, wobei der zweite Innendurchmesser, d_2 , größer ist als 45
10. Verbindungselement (7,17,27) nach Ansprüchen 6-9, mit einem Innendurchmesser der Durchgangsöffnung, welcher sich stetig vom der Eingangsöffnung mit dem ersten Innendurchmesser, d_1 , zum Innendurchmesser, d_i , ändert und sich stetig vom Innendurchmesser, d_i , zur Ausgangsöffnung mit dem zweiten Innendurchmesser, d_2 , ändert. 50
11. Verbindungselement (27) nach Ansprüchen 6-10, wobei das Verbindungselement (27) in einem Bereich, der sich zwischen der Eingangsöffnung und der Strömungsabrisskante befindet, Einbuchtungen, insbesondere teilkreisförmige Einbuchtungen, umfasst. 55
12. Verbindungselement (27) nach Anspruch 11, wobei die teilkreisförmigen Einbuchtungen axialsymmetrisch zur Längsachse des Verbindungselements (27) angeordnet sind.
13. Verbindungselement (27) nach Ansprüchen 11 - 12, wobei der Innendurchmesser der Durchgangsöffnung zwischen der Eingangsöffnung mit dem Innendurchmesser d_1 und dem Bereich der Strömungsabrisskante mit dem Innendurchmesser d_i außerhalb, insbesondere zwischen den jeweiligen teilkreisförmigen Einbuchtungen vom ersten Innendurchmesser d_1 zum Innendurchmesser d_i stetig abnimmt.
14. Röhrenwärmetauscher mit mindestens einem Wärmetauscherelement (1) mit einem Mantelrohr (1) und wenigstens einem Innenrohr (3) und mit einem Verbindungselement (7,17,27) entsprechend wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche.
15. Verfahren zum Nachrüsten eines Strömungssystems mit einem Röhrenwärmetauscher mit mindestens einem Wärmetauscherelement (1) und mindestens einem produktführenden Rohr (6), umfassend:

Verbinden eines Endes des Wärmetauscherelements (1) mit einem Verbindungselement (7,17,27) gemäß einem der Ansprüche 1 - 11 an einer dem Wärmetauscherelement (1) zugewandten Seite des Verbindungselements (7,17,27); und
Verbinden des Verbindungselements (7,17,27) auf der dem Wärmetauscherelement (1) abgewandten Seite mit dem produktführenden Rohr (6).

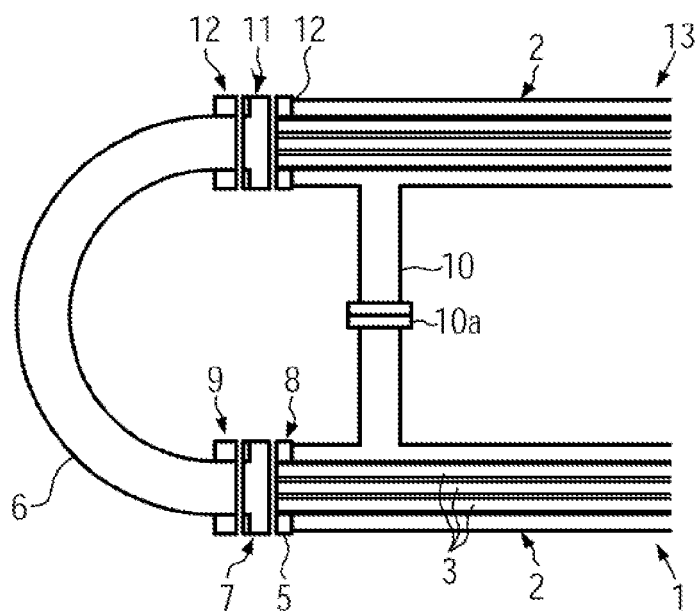


FIG. 1

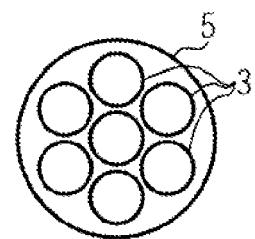


FIG. 1A

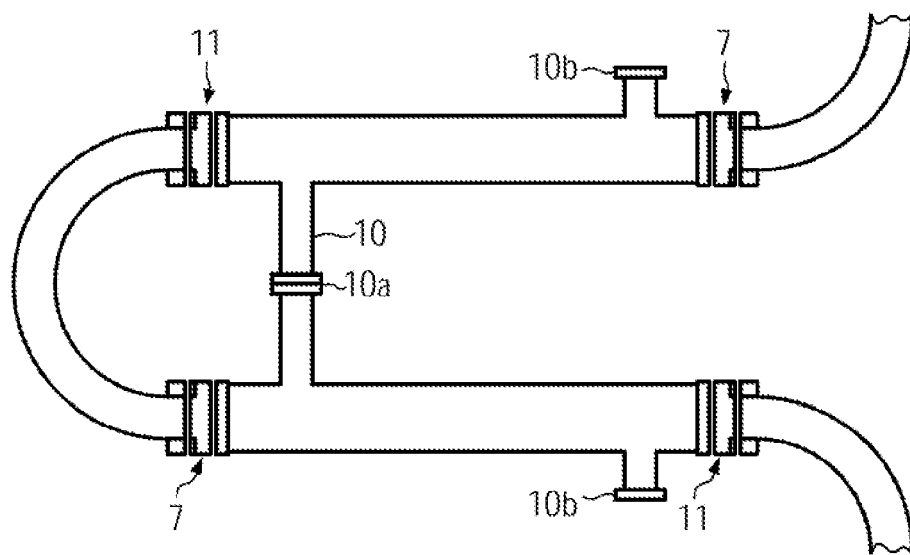


FIG. 1B

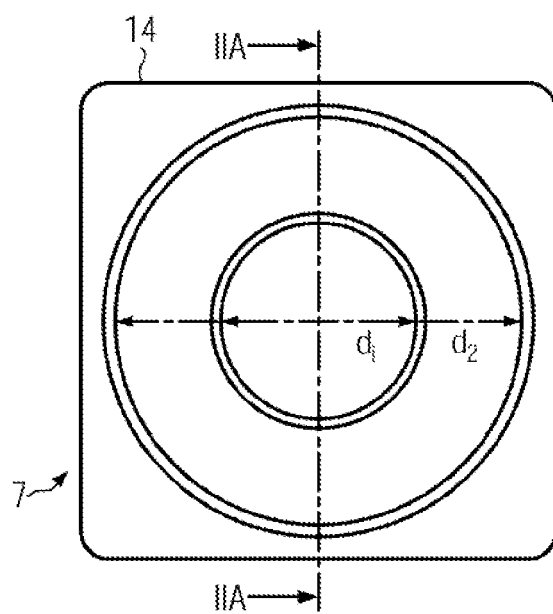


FIG. 2

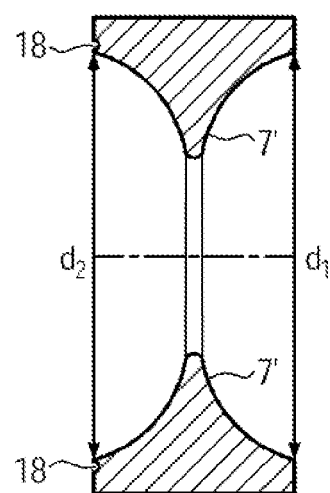


FIG. 2A

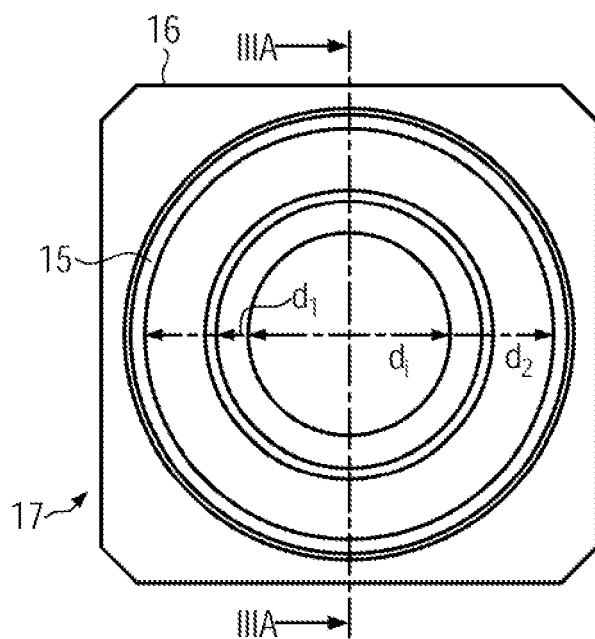


FIG. 3

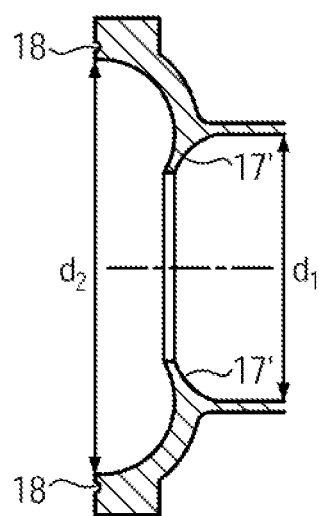


FIG. 3A

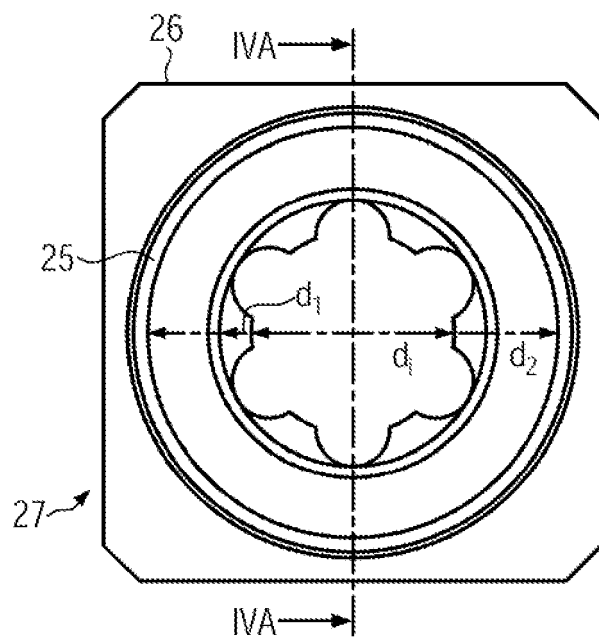


FIG. 4

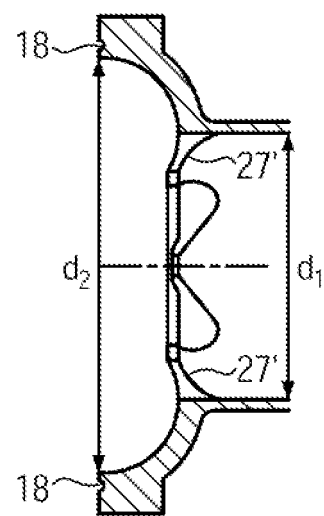


FIG. 4A

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

- EP 1604162 B1 [0003]
- DE 102005059463 B4 [0003]
- DE 69612998 T2 [0004]