

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
24. Dezember 2014 (24.12.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/202182 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F28D 9/02 (2006.01) F28F 9/02 (2006.01)
F28D 7/16 (2006.01) A23L 3/22 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/001469

(22) Internationales Anmeldedatum:
30. Mai 2014 (30.05.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 010 460.2 22. Juni 2013 (22.06.2013) DE

(71) Anmelder: GEA TDS GMBH [DE/DE]; Voss-Strasse
11/13, 31157 Sarstedt (DE).

(72) Erfinder: ROLLE, Ulrich; Münsterstrasse 10, 48351
Everswinkel (DE). LÜTKEBRUNS, Günter; Dinkelblick
16, 48599 Gronau-Epe (DE). SCHWENZOW, Uwe;
Bolderkamp 2b, 48683 Ahaus (DE). ASSING, Hubert;
Sabstätte 23a, 48683 Ahaus (DE). GRIMM, Markus; Alte
Markstrasse 5, 23883 Klein-Zecher (DE). SPEEMANN,
Ralf; Grüner Weg 55a, 48341 Altenberge (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

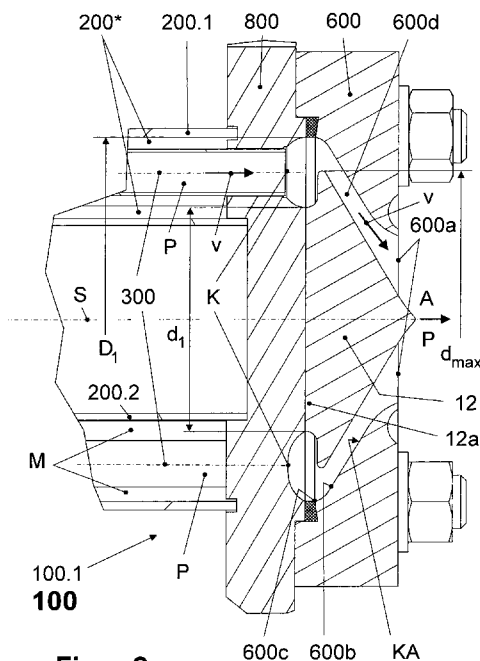
Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: APPARATUS FOR INFLUENCING THE OUTFLOW REGION OF A TUBE CARRIER PLATE OF A TUBE
BUNDLE HEAT EXCHANGER

(54) Bezeichnung : VORRICHTUNG ZUR EINFLUSSNAHME AUF DEN ABSTRÖMBEREICH EINER
ROHRTRÄGERPLATTE EINES ROHRBÜNDEL-WÄRMEAUSTAUSCHERS



Figur 2

(57) Abstract: The invention relates to an apparatus for influencing the
outflow region of a tube carrier plate of a tube bundle heat exchanger, in
particular for the food and beverage industry, and in this case in particular
for temperature-sensitive and/or viscous food products in the dairy industry,
for example desserts, sauces or concentrates, according to the preamble of
claim 1. The object of the present invention is to develop an apparatus of the
generic type in such a way that the tendency for deposits to form in the
region of the tube carrier plate through which a product has flowed out is
considerably reduced. This is achieved in that the annular space-like outlet
channel (600d) has, at least overall in the region thereof between a maximum
outside diameter ($d_{\max}$) of the outlet-side displacement body (12) and the
second connection opening (600a), a channel passage cross section (A_s)
which has a constant passage cross section over the entire length of the
defined region and which, in this region, corresponds to a total passage cross
section (NA_i) of all of the inner tubes (300), through which a product flows
in parallel, of the number (N), which inner tubes each have an individual
passage cross section (A_i) (figure 2).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einflussnahme auf den Abströmbereich einer Rohrträgerplatte eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers, insbesondere für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, und hier insbesondere für temperatursensible und/oder viskose Lebensmittelprodukte der Molkereiindustrie, beispielsweise Desserts, Soßen oder Konzentrate, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, dass die Neigung zur Bildung von Ablagerungen im Bereich der abgeströmten Rohrträgerplatte deutlich reduziert wird. Dies wird dadurch erreicht, dass der ringraumförmige austrittsseitige Kanal (600d) wenigstens überall in seinem Bereich zwischen einem größten Außendurchmesser ($d_{\max}$) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) und der zweiten Anschlussöffnung (600a) einen Kanaldurchtrittsquerschnitt (A_s) aufweist, der einen konstanten Durchtrittsquerschnitt über die gesamte Länge des definierten Bereichs besitzt und der in diesem Bereich einem Gesamtdurchtrittsquerschnitt (NA_i) aller parallel durchströmten Innenrohre (300) der Anzahl (N), die jeweils einen Einzeldurchtrittsquerschnitt (A_i) besitzen, entspricht (Figur 2).

Vorrichtung zur Einflussnahme auf den Abströmbereich einer Rohrträgerplatte eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers

TECHNISCHES GEBIET

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Einflussnahme auf den Abströmbereich einer Rohrträgerplatte eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers, insbesondere für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, und hier insbesondere für temperatur-
5 sensible und/oder viskose Produkte der Molkereiindustrie, beispielsweise Desserts, Soßen oder Konzentrate, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

STAND DER TECHNIK

10 Die indirekte Produktbeheizung, beispielsweise in UHT-Anlagen (UHT: Ultra-Hoch-Temperatur) durch einen Wärmeaustausch an einer Wand kann sowohl mit sogenannten Platten-Wärmeaustauscheranlagen oder auch, wie in der nachfolgend beschriebenen Erfindung, mit sogenannten Rohrbündel-Wärmeaustauschern erfolgen, bei denen die Wärmenergie durch die Rohrwände einer Gruppe von In-
15 nenrohren übertragen wird. Dabei strömt das zu behandelnde Lebensmittelprodukt in den Innenrohren, während ein Wärmeträgermedium, nachfolgend im Rahmen der Erfindung auch als Heizmedium bezeichnet, in der Regel Wasser oder Dampf, im Ringspaltraum des Mantelrohres, welches die parallel geschalteten Innenrohre umgibt, strömt. Ein diesbezüglicher Rohrbündel-Wärmeaustauscher ist aus der
20 **DE 94 03 913 U1** bekannt.

Besonders temperatursensible Produkte, wie beispielsweise Desserts, Soßen oder Konzentrate, insbesondere mit hoher Viskosität und ggf. mit feststoffhaltigen Bestandteilen wie ganzen Stücken, Pulpe oder Fasern, erfordern eine genaue und
25 zügige Temperaturanpassung des Produkts an die geforderten Temperaturverhältnisse. Darüber hinaus ist bei der Erfüllung der vorg. Zielsetzung gleichzeitig eine thermisch und mechanisch schonende Behandlung des Produkts erforderlich. Aus der Forderung nach einer thermisch schonenden Behandlung folgt, dass alle Teilmengen eines der Wärmebehandlung der in Rede stehenden Art zu unterzie-
30 henden Produkts zeitgleich und über die gleiche Zeitdauer den erforderlichen gleichen Temperatur-Niveau-Verlauf durchlaufen. Anders ausgedrückt bedeutet dies,

dass alle Teilmengen bei gleicher Verweilzeit gleichen thermischen und strömungsmechanischen Bedingungen unterliegen.

- Mechanisch schonende Behandlung bedeutet, dass die mechanische Belastung des Produkts so niedrig wie möglich gehalten wird. Eine diesbezügliche Belastung tritt insbesondere immer dann auf, wenn das Produkt Scherkräften unterworfen wird. Letztere treten notorisch bei Umlenkungen, unstetigen Querschnittsübergängen, Verzweigungen und Vereinigungen von Strömungsführungen auf.
- 10 Dem Verzweigungsproblem der Strömung im Eintrittsbereich der Rohrträgerplatten eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers (z.B. **DE 94 03 913 U1**), wie er in UHT-Anlagen bevorzugt Verwendung findet, widmet sich die **DE 103 11 529 B3**. Die unter der dort angegebenen Aufgabenstellung vorgeschlagenen zielführenden Maßnahmen betreffen ausschließlich die Verzweigung eines Produkts auf eine
- 15 Anzahl Teilmengen dieses Produkts aufnehmende Innenrohre des Rohrbündel-Wärmeaustauschers, wobei u.a. ein Verdrängerkörper vorgesehen ist, der axial-symmetrisch und konzentrisch zur Rohrträgerplatte angeordnet ist. Dieser Stand der Technik betrifft damit ausschließlich eine Vorrichtung zur Einflussnahme auf den Anströmbereich einer Rohrträgerplatte eines in Rede stehenden Rohrbündel-
- 20 Wärmeaustauschers. Dabei sind die Innenrohre über die gesamte Kreisfläche der Rohrträgerplatte, in der Regel auf mehr als einem Teilkreis, ausschließlich eines eng begrenzten zentralen Bereichs, verteilt. Unter diesen Voraussetzungen liegen von vornherein sowohl im Eintritts- als auch im Austrittsbereich der jeweiligen Rohrträgerplatte, demnach bei der Verzweigung und der Vereinigung der Strömung, unterschiedlich lange Strömungswege zum Eintritt in die Innenrohre bzw.
- 25 vom Austritt aus diesen vor. Schon allein dadurch kommen unterschiedliche Verweilzeiten für die die jeweiligen Innenrohre durchströmenden Teilmengen des Produkts zustande.
- 30 Ausweislich der Beschreibung der **DE 103 11 529 B3** erfolgt die querschnittsmäßige Auslegung der bekannten Rohrbündel-Wärmeaustauscher in der Regel derart, dass die mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Innenrohr auch in einem Verbindungsbogen vorliegt, der einerseits mit einem festlagerseitigen Austauschflansch und andererseits mittelbar mit einem mit einer loslagerseitigen Rohrträger-

- platte fest verbundenen loslagerseitigen Anschlussstutzen verbunden ist. Die strömungsmechanische Auslegung des Strömungszugs zwischen dem Verbindungsbogen und dem Eintritt in die Innenrohre in der festlagerseitigen Rohrträgerplatte ist durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet. Die über den Verbindungsbogen mit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit zugeführte Strömung wird in einem düsenartig verengten Ringspaltquerschnitt, der zwischen dem Verdrängerkörper und dem festlagerseitigen Austauscherflansch gebildet ist, beschleunigt. Die daraus resultierende Strömungsgeschwindigkeit findet ihre maximale Strömungsgeschwindigkeit in einem minimalen Ringspaltquerschnitt (engste Stelle des Ringspaltquerschnittes). Hinter der engsten Stelle des Ringspaltquerschnittes erweitert sich letzterer infolge eines erweiternden Durchtrittsquerschnittes, da diese Erweiterung durch einen vorderen Teil des Verdrängerkörpers, der sich in Anströmrichtung erweitert, nicht in gleichem Maße kompensiert werden kann. Damit erfährt die Strömung hinter der engsten Stelle des Ringspaltquerschnittes nunmehr eine Verzögerung. An einer Strömungsabrissstelle am beispielsweise größten Außendurchmesser des vorderen Teils des Verdrängerkörpers löst die Strömung bestimmungsgemäß ab. Hinter der Strömungsabrissstelle reduziert sich der Querschnitt des Verdrängerkörpers in einem hinteren Teil stetig bis auf einen minimalen Querschnitt eines Schaftes, sodass im Zusammenwirken mit dem erweiternden Durchtrittsquerschnitt ein sich stetig erweiternder Durchtrittsquerschnitt für die Strömung zur Verfügung steht. Die Strömung wird somit im Bereich des hinteren Teils des Verdrängerkörpers weiter verzögert, bis sie mit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit in die Innenrohre eintritt.
- Die **WO 2011/085784 A2** schlägt zur Lösung des vorstehend beschriebenen Problems unterschiedlicher Verweilzeiten bei der Verzweigung und der Vereinigung der Strömung vor, sämtliche Innenrohre des Rohrbündels kreisringförmig, auf einem einzigen Kreis und in einem als Ringraum ausgebildeten Außenkanal des Rohrbündel-Wärmeaustauschers anzuordnen, wobei sich die parallel durchströmten Innenrohre in Längsrichtung des Außenkanals erstrecken und endseitig jeweils in einer Rohrträgerplatte abstützen.

Diese Anordnung der Innenrohre wird kombiniert mit jeweils einem konzentrisch an der Rohrträgerplatte am Eintritt und am Austritt des Produkts fest angeordneten

axialsymmetrischen Verdrängerkörper. Der jeweilige Verdrängerkörper greift zentrisch durch einen der Rohrträgerplatte zugeordneten Austauscherflansch hindurch, wobei der Austauscherflansch auf seiner der zugeordneten Rohrträgerplatte abgewandten Seite eine Anschlussöffnung aufweist, die sich vorzugsweise axialsymmetrisch über einen vorzugsweise konisch oder konusförmig ausgebildeten, insbesondere von Unstetigkeitsstellen freien Übergang bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten Durchtrittsquerschnitt öffnet. Der jeweilige Verdrängerkörper bildet mit einer durch die Anschlussöffnung, den konischen oder konusförmigen Übergang und den erweiterten Durchtrittsquerschnitt gebildeten Innenkontur einen ringraumförmigen Kanal aus, der sich von der Anschlussöffnung bis zur Rohrträgerplatte hin in seinem jeweiligen Ringspalt-Durchtrittsquerschnitt stetig erweitert. Die endseitigen Bereiche des bekannten Rohrbündel-Wärmeaustauschers sind, zumindest jeweils im Anschluss an den Außenkanal, spiegelbildlich formidentisch und abmessungsgleich ausgebildet, wobei diese Symmetrie ausdrücklich auch die beiden Verdrängerkörper und die beiden ringraumförmigen Kanäle umfasst.

Dadurch ergeben sich für alle zwischen Produkt-Eintritt und –Austritt in die Innenrohre verzweigenden und sich vereinigenden Teilmengen des Produkts nahezu kongruente Strömungswege und weitestgehend einheitliche Wärmeübergangsbedingungen in allen relevanten Bereichen des Rohrbündelwärmeaustauschers.

Kongruente Strömungswege bedeutet jedoch nicht gleichzeitig, dass die Strömungszüge der einzelnen Teilmengen mit einer unveränderten und eine Beschleunigung bzw. Verzögerung vermeidenden Fließgeschwindigkeit konstruiert sind. Ausweislich der Beschreibung der **WO 2011/085784 A2** ändern sich ein ringförmiger erster Kanal im ersten Austauscherflansch (Bereich des Produkt-Eintritts; Anströmseite) und ein ringförmiger zweiter Kanal im zweiten Austauscherflansch (Bereich des Produkt-Austritts; Abströmseite) und damit die zugeordneten Strömungsgeschwindigkeiten jeweils stetig und stoßfrei. Die auf der Abströmseite verzweigten Teilmengen strömen folglich jeweils mit einer dritten Strömungsgeschwindigkeit aus den Innenrohren der zweiten Rohrträgerplatte in eine zweite Einlaufrinne ab, anschließend erfolgt im Zuge der Vereinigung der Teilmengen eine Verzögerung auf einen Minimalwert der unverzweigten Strömung im größten

Ringspaltquerschnitt dieser zweiten Einlaufrinne, einer zweiten Strömungsgeschwindigkeit, und schließlich wird die unverzweigte Strömung im ringförmigen zweiten Kanal auf eine erste Strömungsgeschwindigkeit in der zweiten Anschlussöffnung beschleunigt.

5

Mit Blick auf die Bildung von Ablagerungen an den Rohrträgerplatten hat sich im praktischen Betrieb gezeigt, dass bei der Erhitzung von viskosen Molkereiprodukten, beispielsweise Konzentraten, die vorstehend dargestellte symmetrische Strömungsgeometrie an der eintrittsseitigen und angeströmten Rohrträgerplatte zu
10 keinen die Standzeit beeinträchtigenden Ablagerungen führt, wohl aber an der austrittsseitigen, der abgeströmten Rohrträgerplatte. Diese Ablagerungen treten am Übergang vom Austritt der Innenrohre in den erweiterten Durchtrittsquerschnitt auf. Im Bereich der eintrittsseitigen Rohrträgerplatte führt der dieser, in Strömungsrichtung gesehen, vorgelagerte erweiterte Durchtrittsquerschnitt, der sich
15 vom Durchtrittsquerschnitt am Produkt-Eintritt durch stetige Erweiterung ausgebildet hat, zu einer Wirbelbildung in diesem Bereich, die die Ablagerungen am Eintritt in die Innenrohre und an den Stegen zwischen den Innenrohren verhindert. Im Bereich der austrittsseitigen und abgeströmten Rohrträgerplatte führt der dort entsprechend vorliegende erweiterte Durchtrittsquerschnitt, der sich anschließend auf
20 den Durchtrittsquerschnitt am Produkt-Austritt stetig reduziert, zu Totraumbereichen, in denen sich Ablagerungen bevorzugt und übermäßig bilden, wodurch sich die Standzeit des Rohrbündel-Wärmeaustauschers reduziert.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art derart weiterzubilden, dass die Neigung zur Bildung von Ablagerungen an
25 der zweiten, der austrittsseitigen Rohrträgerplatte und im zugeordneten zweiten, dem austrittsseitigen Austauscherflansch deutlich reduziert wird.

30 ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Vorrichtung sind Gegenstand der Unteransprüche. Die erfindungsgemäße Vorrichtung findet vorteilhaft Verwendung für Produkte der Molkereiindustrie nach Anspruch 15.

Die vorliegende Erfindung widmet sich der Abströmseite eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers, wie er in seinem grundsätzlichen Aufbau in der **WO 2011/085784 A2** beschrieben ist, und schlägt für diese Abströmseite Lösungen vor. Die Anströmseite kann im Rahmen der Erfindung mit einem eintrittsseitigen Verdrängerkörper und einem daraus resultierenden ringraumförmigen eintrittsseitigen Kanal ausgebildet werden, wie die **WO 2011/085784 A2** dies offenbart. Jedoch ist eine diesbezügliche eintrittsseitige Ausgestaltung nicht zwingend zusammen mit der erfinderischen Lehre verbunden; ein Verzicht auf diesbezügliche eintrittsseitige Maßnahmen ist möglich. Mit der vorliegenden Erfindung sollen die dem Stand der Technik gemäß **WO 2011/085784 A2** innewohnenden Prinzipien nicht verlassen werden, die bei gleicher Verweilzeit für alle Teilmengen des Produkts eine thermisch besonders schonende Behandlung sicherzustellen und dessen mechanische Belastung so niedrig wie möglich zu halten.

15

Die Erfindung geht aus von einem Rohrbündel-Wärmeaustauscher nach der **WO 2011/085784 A2** mit wenigstens einem Rohrbündel, das aus einer Gruppe von parallel geschalteten, innenseits jeweils produktdurchströmten Innenrohren besteht, die kreisringförmig, auf einem einzigen Kreis und in einem als Ringraum ausgebildeten Außenkanal angeordnet sind und sich in dessen Längsrichtung erstrecken. Die Innenrohre sind endseitig jeweils in einer ersten und einer zweiten Rohrträgerplatte abgestützt. Der Außenkanal für ein Heizmedium wird von außen durch einen Außenmantel und von innen durch einen Innenmantel begrenzt. Die Anzahl parallel vom Produkt durchströmter Innenrohre bildet gemeinsam einen Innenkanal, der mit einem für alle Innenrohre gemeinsamen, einerseits in einem ersten Austauscherflansch ausgebildeten Produkt-Eintritt und mit einem gemeinsamen, andererseits in einem zweiten Austauscherflansch ausgebildeten Produkt-Austritt versehen ist. Eine erste und eine zweite Anschlussöffnung sind jeweils zentrisch im ersten und im zweiten Austauscherflansch auf dessen der zugeordneten Rohrträgerplatte abgewandten Flanschseite angeordnet. Die zweite Anschlussöffnung erweitert sich, entgegen der Strömungsrichtung, axialsymmetrisch und radial im zweiten Austauscherflansch, setzt sich bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt fort und stellt eine fluidgängige Verbindung zu den Innenrohren her. Ein axialsymmetrischer austritts-

30

seitiger Verdrängerkörper ist coaxial zur zweiten Anschlussöffnung und konzentrisch zur zweiten Rohrträgerplatte angeordnet und mit dieser fest verbunden. Er bildet mit einer durch die zweite Anschlussöffnung und ihre radiale Erweiterung bis zu dem erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt gebildeten austrittsseitigen Innenkontur einen ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal aus.

Der erfinderische Grundgedanke besteht darin, die bekannte Lehre des sich, in Strömungsrichtung gesehen, zum Produkt-Austritt hin stetig verjüngenden ringraumförmigen austrittsseitigen Kanals zu verlassen und diesen derart auszubilden, dass er wenigstens überall in seinem Bereich zwischen einem größten Außendurchmesser des austrittsseitigen Verdrängerkörpers und der zweiten Anschlussöffnung einen Kanaldurchtrittsquerschnitt aufweist, der einen konstanten Durchtrittsquerschnitt über die gesamte Länge des definierten Bereichs besitzt und der in diesem Bereich einem Gesamtdurchtrittsquerschnitt aller, d.h. der insgesamt vorgesehenen Anzahl parallel durchströmten Innenrohre, die jeweils einen Einzeldurchtrittsquerschnitt besitzen, entspricht.

Aus dieser Ausgestaltung, die einen konstanten Durchtrittsquerschnitt über die gesamte Länge des ringraumförmigen austrittsseitigen Kanals bedeutet, resultiert eine weitestgehend gleiche, unveränderte, Beschleunigungen und Verzögerungen vermeidende Fließgeschwindigkeit des Produkts im gesamten durchströmten Bereich, beginnend am Austritt der Innenrohre in der zweiten Rohrträgerplatte bis zum Eintritt in einen an den zweiten Austauscherflansch angeschlossenen Verbindungsbogen.

Dabei kann der austrittsseitige Verdrängerkörper mit einer festlegbaren axialen Eingriffstiefe in den realisierten Durchtrittsquerschnitt des Verbindungsbogens eingreifen. Diese axiale Eingriffstiefe hängt auch davon ab, ob der Nenndurchtrittsquerschnitt des Verbindungsbogens, der sich aus seinem Nenndurchmesser bemisst und von dem realisierten Durchtrittsquerschnitt abweichen kann, dem Gesamtdurchtrittsquerschnitt aller parallel durchströmten Innenrohre entspricht oder ggf. etwas größer gewählt wurde. Über die axiale Eingriffstiefe des austrittsseitigen Verdrängerkörpers kann dann bei dem letztgenannten Sachverhalt eine stetige Anpassung der Strömungsgeschwindigkeit im ringraumförmigen austrittsseiti-

gen Kanal an jene im realisierten Durchtrittsquerschnitt des Verbindungsbogens erfolgen.

5 Da es vorteilhaft ist, den ersten und zweiten Austauscherflansch formidentisch und abmessungsgleich auszubilden, um die Teilevielfalt zu reduzieren, wie dies eine vorteilhafte Ausführungsform vorsieht, manifestieren sich in diesem Falle die Maßnahmen zur Bildung des erfindungsgemäßen ringraumförmigen austrittsseitigen Kanals allein an dem austrittsseitigen Verdrängerkörper.

10 Um, in Strömungsrichtung gesehen, nach dem Austritt aus den Innenrohren, und zwar bereits innerhalb des zweiten Austauscherflansches und im Übergangsbereich zum ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal, eine unstetige Vergrößerung des Durchtrittsquerschnittes für das abströmende Produkt zu vermeiden, ist vorgesehen, dass der größte Außendurchmesser des austrittsseitigen Verdrängerkörpers
15 pers mindestens bis an den Durchmesser des Kreises, auf dem die Innenrohre angeordnet sind, heranreicht und ggf. diesen Kreis übergreift. Dadurch wird durch eine zwischen einem Verdrängerfuß und dem größten Außendurchmesser des austrittsseitigen Verdrängerkörpers gebildete Ringfläche eine volumenvermindernde Berandung eines Durchtrittsquerschnittes eines Ringraumes vor Eintritt der
20 Strömung in den ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal erreicht, wodurch die Ausbildung einer gleichförmigen Fließgeschwindigkeit sichergestellt ist.

Bestmögliche Voraussetzungen für die konkrete Realisierung kongruenter Strömungswege werden dadurch geschaffen, dass die Innenrohre des Rohrbündels im
25 größtmöglichen Umfangsbereich der Rohrträgerplatte angeordnet sind. Diese Ausgestaltung wird vorzugsweise so ausgeführt, dass die Spaltbreite des Ringraumes so klein wie für eine hinreichende Umströmung mit Heizmedium nötig und der Kreisdurchmesser, auf dem die Innenrohre angeordnet sind, so groß wie möglich bemessen sind.

30

Ein weiterer Vorschlag sieht vor, dass die Innenrohre des Rohrbündels über den Umfang des Kreises gleichverteilt angeordnet sind. Dadurch und in Verbindung mit den vorstehend beschriebenen Abmessungsverhältnissen werden die Ström-

mungswege von der unverzweigten Gesamtströmung zur jeweils verzweigten Teilströmung in den Innenrohren und umgekehrt absolut kongruent.

Die Realisierung des ringraumförmigen Außenkanals gelingt sehr einfach dadurch,
5 dass der als Ringraum ausgebildete Außenkanal innenseits von einem Innenmantel begrenzt ist, der nach einem ersten Vorschlag in Form eines inneren Rohres oder nach einem zweiten Vorschlag in Form einer Innenstange begrenzt ist, wobei inneres Rohr und Innenstange sich jeweils endseitig in der Rohrträgerplatte abstützen. Dadurch befinden sich die auf einem einzigen Kreis angeordneten Innen-
10 rohre in einem äquidistanten, relativ eng zu bemessenden Ringraum, in dem es keine Toträume und stagnierenden Bereiche der Strömung des Heizmediums gibt.

Günstige Strömungsverhältnisse im Austrittsbereich der Innenrohre werden gemäß einem weiteren Vorschlag dadurch sichergestellt, dass der austrittsseitige
15 Verdrängerkörper pilzförmig ausgebildet ist, dass er mit seinem Verdrängerfuß unmittelbar an der zweiten Rohrträgerplatte endet, und dass der größte Außendurchmesser des austrittsseitigen Verdrängerkörpers in einer Ebene senkrecht zu einer Symmetrieachse des austrittsseitigen Verdrängerkörpers auf einen Außendurchmesser des Verdrängerfußes reduziert ist, wobei der Übergang zweckmäßig
20 hinreichen ausgerundet ist.

Eine Verstetigung der Durchtrittsquerschnitte im Verlauf der Strömung des Produkts vom Austritt aus den Innenrohren bis zum Eintritt in den ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal wird weiterhin dadurch sichergestellt, dass der ringraum-
25 förmige austrittsseitige Kanal an seinem erweiterten Durchtrittsquerschnitt innerhalb des zweiten Austauscherflansches in einen Ringraum einmündet, der coaxial zu der Symmetrieachse orientiert ist, der radial außen mit einem Innendurchmesser des erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitts bündig fluchtet, der radial innen bis an den Verdrängerfuß heranreicht und der seitlich von einer zwischen dem Verdrängerfuß und dem größten Außendurchmesser des austrittsseitigen Verdrängerkörpers gebildeten Ringfläche begrenzt ist, und dass der Ringraum
30 eine axiale Ringraumbreite aufweist, die mindestens einem Viertel eines Rohrendurchmessers des Innenrohres entspricht. Die diesbezügliche Bemessung der Ringraumbreite schafft annähernd Gleichheit zwischen dem kreisförmigen Zu-

strömquerschnitt, resultierend aus dem Durchtrittsquerschnitt des einzelnen Innenrohres, und einem zylindermantelförmigen Abströmquerschnitt jenes Teils des Ringraumes, der dem jeweiligen Innenrohr zugeordnet ist.

- 5 Eine weitestgehende Verminderung der mechanischen Belastung des Produkts bei dessen Vereinigung in einen Gesamtstrom (Austrittsverluste bei Vereinigung) wird in nicht voraussehbarer Weise erreicht, wenn, wie dies ein weiterer Vorschlag vorsieht, die Innenrohre endseitig jeweils in und bündig mit einem Boden einer Einlaufrinne ausmünden, die von der Seite des zweiten Austauscherflansches in
10 Form einer ringförmigen Vertiefung in die zweite Rohrträgerplatte eingreift. Dabei ist der Boden um einen gleichzeitig auch die Tiefe der Einlaufrinne bestimmenden Rücksprung von der Stirnfläche der zweiten Rohrträgerplatte beabstandet.

- Austrittsverluste im vorstehenden Sinne werden weiter dadurch reduziert, dass
15 sich die Einlaufrinne vorzugsweise symmetrisch zum Außendurchmesser des jeweiligen Innenrohres hin stetig, vorzugsweise mit konkaver Oberfläche, verjüngt.

- Die Austrittsverluste aus den Innenrohren werden minimiert, wenn das jeweilige Innenrohr in einer Anschlussbohrung im Boden der Einlaufrinne Aufnahme findet,
20 die in Form eines in die Einlaufrinne eingreifenden, sich stetig zum Innenrohr hin verjüngenden Einlauftrichters angesenkt ist. Die Formgestalt des Einlauftrichters ist dabei vorzugsweise tulpenförmig, konusförmig, konisch oder kegelförmig.

- Der Übergang zwischen dem ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal im zweiten
25 Austauscherflansch und der Einlaufrinne in der zweiten Rohrträgerplatte gestaltet sich strömungstechnisch besonders günstig, wenn der erweiterte austrittsseitige Durchtrittsquerschnitt mit seinem Innendurchmesser bündig und stetig in eine außenseitige Flanke und der Verdrängerfuß mit seinem endseitigen ausgebildeten Außendurchmesser bündig und stetig in eine innenseitige Flanke der Einlaufrinne
30 übergehen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Vorrichtung sieht vor, dass die Eintrittseite des Rohrbündel-Wärmeaustauschers derart ausgebildet ist, dass sich die erste Anschlussöffnung, in Strömungsrichtung gesehen, im ersten Austauscherflansch axi-

alsymmetrisch radial erweitert und bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten eintrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt fortsetzt und eine fluidgängige Verbindung zu den Innenrohren herstellt, dass ein axialsymmetrischer eintrittsseitiger Verdrängerkörper koaxial zur ersten Anschlussöffnung und konzentrisch zur ersten Rohrträgerplatte angeordnet und mit dieser fest verbundenen ist, und dass der eintrittsseitige Verdrängerkörper zusammen mit einer durch die erste Anschlussöffnung und ihre radiale Erweiterung bis zu dem erweiterten eintrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt gebildeten eintrittsseitigen Innenkontur einen ringraumförmigen eintrittsseitigen Kanal ausbildet. Insoweit ist diese Ausgestaltung adäquat zur Ausgestaltung auf der Austrittsseite, allerdings unterliegt der ringraumförmige eintrittsseitige Kanal anderen Bemessungskriterien, beispielsweise wie sie in der **WO 2011/085784 A2** vorgeschlagen werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat sich besonders geeignet und als vorteilhaft herausgestellt, wenn sie für temperatursensible und/oder viskose Produkte der Molkereiindustrie, wie beispielsweise Desserts, Soßen oder Konzentrate verwendet wird.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Eine eingehendere Darstellung der Erfindung ergibt sich aus der folgenden Beschreibung und den beigefügten Figuren der Zeichnung sowie aus den Ansprüchen. Während die Erfindung in den verschiedensten Ausführungsformen realisiert ist, werden in der Zeichnung zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele der Vorrichtung dargestellt und nachfolgend nach Aufbau und Funktion beschrieben. Es zeigen

Figur 1 im Meridianschnitt eine erste Ausführungsform der Vorrichtung, realisiert an einem bevorzugt verwendeten Rohrbündel-Wärmeaustauscher, wobei die Darstellung auf den eintritts- und den austrittsseitigen Bereich des Rohrbündel-Wärmeaustauschers beschränkt ist;

Figur 2 im Meridianschnitt und in vergrößerter Darstellung den austrittsseitigen Bereich gemäß **Figur 1**;

- Figur 2a** eine abermals vergrößerte Darstellung eines Ausschnitts aus dem Meridianschnitt gemäß **Figur 2** im Bereich eines ringraumförmigen austrittsseitigen Kanals in Verbindung mit einem Übergangsbereich zu einem Austritt aus einem Innenrohr;
- 5 **Figur 3** im Meridianschnitt die erste Ausführungsform gemäß **Figur 2** im Vergleich zu einer zweiten Ausführungsform nach **Figur 4**, wobei
- Figur 4** im Meridianschnitt einen gegenüber **Figur 3** abgewandelten austrittsseitigen Verdrängerkörper und eine abgewandelte zweite Rohrträgerplatte zeigt.
- 10

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

Ein Rohrbündel-Wärmeaustauscher 100 in einer ersten Ausführungsform, von dem ein Rohrbündel 100.1 dargestellt ist, weist zwischen einem von einem gesamten Produkt P durchsetzten Produkt-Eintritt E und einem Produkt-Austritt A (siehe **Figur 1**) für alle sich zwischen letzteren verzweigenden und vereinigenden Teilmengen des Produkts P kongruente Strömungswege auf. Dies wird gegen-

15 ständlich dadurch erreicht, dass bei dem Rohrbündel 100.1, das aus einer Gruppe von parallel geschalteten, innenseits jeweils produktdurchströmten Innenrohren 300 besteht, sämtliche Innenrohre 300 kreisringförmig, auf einem einzigen Kreis K (**Figur 2**) und in einem als Ringraum ausgebildeten Außenkanal 200* angeordnet sind und sich in dessen Längsrichtung erstrecken und endseitig jeweils in einer ersten und einer zweiten Rohrträgerplatte 700, 800 abstützen. Die Innenrohre 300 sind im größtmöglichen Umfangsbereich der Rohrträgerplatte 700, 800, vorzugs-

20 weise über den Umfang des Kreise K gleichverteilt, angeordnet. Eine Anzahl N der sich achsparallel zu einem Außenmantel 200.1 des Außenkanals 200* durch letzteren erstreckenden, gemeinsam einen Innenkanal 300* bildenden Innenrohre 300 ist endseitig jeweils durch die erste Rohrträgerplatte 700 und die zweite Rohrträgerplatte 800 (beide auch als Rohrspiegelplatte bezeichnet) hindurchgeführt und

25 an ihrem jeweiligen Rohraußendurchmesser und an ihrer jeweiligen Stirnfläche dort verschweißt. Der Produkt-Eintritt E ist in einem ersten Austauscherflansch 500, der der ersten Rohrträgerplatte 700 zugeordnet ist, und der Produkt-Austritt A ist in einem zweiten Austauscherflansch 600, der der zweiten Rohrträgerplatte 800 zugeordnet ist, ausgebildet.

30

In der Regel ist der Rohrbündel-Wärmeaustauscher 100 aus mehr als einem Rohrbündel 100.1 zusammengesetzt. Das Rohrbündel 100.1 besteht in seinem mittleren Teil aus dem den Außenkanal 200* begrenzenden Außenmantel 200.1 mit der, bezogen auf die Darstellungslage, linksseitig angeordneten ersten Rohrträgerplatte 700 und der rechtsseitig in gleicher Weise angeordneten zweiten Rohrträgerplatte 800. Im Bereich des rechtsseitigen Endes des Außenmantels 200.1 ist an letzterem ein nicht dargestellter, in einen ersten Anschlussstutzen 400a ausmündender erster Querkanal 400a* und im Bereich des linksseitigen Endes des Außenmantels 200.1 ist an letzterem ein in einen zweiten Anschlussstutzen 400b ausmündender zweiter Querkanal 400b* zur Beaufschlagung mit einem Heizmedium M vorgesehen.

Der Außenkanal 200* für das Heizmedium M wird von außen durch den Außenmantel 200.1 und von innen durch einen Innenmantel 200.2 begrenzt. Der Innenkanal 300* ist einerseits mit dem für alle Innenrohre 300 gemeinsamen Produkt-Eintritt E und andererseits mit dem für alle Innenrohre 300 gemeinsamen Produkt-Austritt A verbunden. Eine erste und eine zweite Anschlussöffnung 500a, 600a ist jeweils zentrisch im ersten und im zweiten Austauscherflansch 500, 600 auf dessen der zugeordneten Rohrträgerplatte 700, 800 abgewandten Flanschseite angeordnet. Die zweite Anschlussöffnung 600a erweitert sich, entgegen der Strömungsrichtung, axialsymmetrisch und radial im zweiten Austauscherflansch 600, setzt sich bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt 600c fort und stellt eine fluidgängige Verbindung zu den Innenrohren 300 her. Ein axialsymmetrischer austrittsseitiger Verdrängerkörper 12 ist coaxial zur zweiten Anschlussöffnung 600a und konzentrisch zur zweiten Rohrträgerplatte 800 angeordnet und mit dieser fest verbundenen. Er bildet mit einer durch die zweite Anschlussöffnung 600a und ihre radiale Erweiterung bis zu dem erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt 600c gebildeten austrittsseitigen Innenkontur KA einen ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal 600d aus.

Abhängig von der Anordnung des jeweiligen Rohrbündels 100.1 im Rohrbündel-Wärmeaustauscher 100 und seiner jeweiligen Beschaltung können die Innenrohre 300, bezogen auf die Darstellungslage, entweder von links nach rechts oder um-

gekehrt von dem Produkt P durchströmt werden, wobei eine mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Innenrohr 300 und damit im Innenkanal 200* mit v gekennzeichnet ist. Die Bauteile, die die ein- und austrittsspezifischen Bedingungen festlegen, wechseln dann ihre Position entsprechend. Die querschnittsmäßige Auslegung des Innenrohres 300 erfolgt in der Regel derart, dass diese mittlere Strömungsgeschwindigkeit v mindestens gleich oder größer als eine erste Strömungsgeschwindigkeit v_0 in einem Verbindungsbogen 1000 ist (**Figur 4**), der einerseits in dem ersten Austauscherflansch 500 und andererseits in dem zweiten Austauscherflansch 600 enden kann. Der erste Austauscherflansch 500 ist über eine Flanschdichtung 900 gegen die Rohrträgerplatte 700 abgedichtet. Entsprechendes gilt für den zweiten Austauscherflansch 600 und die zweite Rohrträgerplatte 800.

In der ersten Ausführungsform sind die endseitigen Bereiche des Rohrbündel-Wärmeaustauschers 100, mit Ausnahme eines eintritts- und des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 11, 12, jeweils im Anschluss an den Außenkanal 200*, vorzugsweise spiegelbildlich formidentisch und abmessungsgleich ausgebildet, so dass sich, weil sich die vorliegende Erfindung auf die Abströmseite des Rohrbündels 100.1 bezieht, die folgende detaillierte Beschreibung vornehmlich auf den austrittsseitigen Endbereich beschränken kann und die entsprechenden Bezugszeichen des anderen Endbereichs lediglich angeführt werden und der Aufbau des eintrittsseitigen Bereichs sich sinngemäß aus dem Aufbau des austrittsseitigen Bereichs erschließt. Der Austauscherflansch 600, 500 weist auf seiner der zugeordneten Rohrträgerplatte 800, 700 abgewandten Seite die Anschlussöffnung 600a, 500a auf, die einen Nenndurchmesser DN aufweisen und damit einem Nenndurchtrittsquerschnitt A_0 des dort angeschlossenen Verbindungsbogens 1000 (**Figur 4**) entsprechen ($A_0 = DN^2\pi/4$).

Die Anschlussöffnung 600a, 500a öffnet sich im Austauscherflansch 600, 500 axialsymmetrisch über einen Übergang 600b (ein entsprechender Übergang ist in 500 nicht bezeichnet) bis zu dem endseitig vorgesehenen erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt 600c bzw. einem erweiterten eintrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt 500c. Der erweiterte Durchtrittsquerschnitt 600c, 500c ist dabei im Wesentlichen zylindrisch mit einem Innendurchmesser D_1 (größter Durchmesser des erweiterten Durchtrittsquerschnitts 600c, 500c) ausgeführt (**Figuren 2, 2a**),

und ersterer formt zusammen mit dem Übergang 600b die austrittsseitige Innenkontur KA im zweiten Austauscherflansch 600 und letzterer formt zusammen mit dem entsprechenden Übergang in 500 eine eintrittsseitige Innenkontur KE im ersten Austauscherflansch 500. Die eintrittsseitige Innenkontur KE bildet mit dem eintrittsseitigen Verdrängerkörper 11 in an sich bekannter Weise einen ringraumförmigen eintrittsseitigen Kanal 500d aus.

Die nachfolgende Beschreibung beschränkt sich auf die Abströmseite des Rohrbündels 100.1. Koaxial zur zweiten Anschlussöffnung 600a und konzentrisch zur zweiten Rohrträgerplatte 800 ist der mit dieser fest verbundene, axialsymmetrische austrittsseitige Verdrängerkörper 12 vorgesehen (**Figuren 1, 2, 2a, 3**), der mit der durch die zweite Anschlussöffnung 600a, den Übergang 600b und den erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt 600c gebildeten austrittsseitigen Innenkontur KA den ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal 600d ausbildet. Der ringraumförmige austrittsseitige Kanal 600d weist wenigstens überall in seinem Bereich zwischen einem größten Außendurchmesser $d_{\max}$ des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 12 und der zweiten Anschlussöffnung 600a einen Kanaldurchtrittsquerschnitt A_S auf (**Figur 2a**), der einen konstanten Durchtrittsquerschnitt über die gesamte Länge des definierten Bereichs besitzt und der in diesem Bereich einem Gesamtdurchtrittsquerschnitt NA_i aller parallel durchströmten Innenrohre 300 der Anzahl N , die jeweils einen Einzeldurchtrittsquerschnitt A_i besitzen, entspricht ($A_S = \text{konst}$). Dabei bemisst sich der Einzeldurchtrittsquerschnitt mit $A_i = D_i^2\pi/4$, wobei es sich bei D_i um den Rohrrinnendurchmesser des Innenrohres 300 handelt. Der größte Außendurchmesser $d_{\max}$ des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 12 reicht mindestens bis an den Durchmesser des Kreises K heranreicht (**Figuren 2, 2a**).

Der austrittsseitige Verdrängerkörper 12 ist pilzförmig ausgebildet und er endet mit einem Verdrängerfuß 12a unmittelbar an der zweiten Rohrträgerplatte 800. Der größte Außendurchmesser $d_{\max}$ des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 12 ist in einer Ebene senkrecht zu einer Symmetrieachse S des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 12 auf einen Außendurchmesser d_1 des Verdrängerfußes 12a reduziert, wobei der Übergangsbereich vorzugsweise hinreichen ausgerundet ist (**Figur 2a**).

Der ringraumförmige austrittsseitige Kanal 600d mündet an seinem erweiterten Durchtrittsquerschnitt 600c innerhalb des zweiten Austauscherflansches 600 in einen Ringraum R ein, der coaxial zu der Symmetrieachse S orientiert ist, der radial
5 außen mit dem Innendurchmesser D_1 des erweiterten austrittsseitigen Durchtritts-
querschnitts 600c bündig fluchtet, der radial innen bis an den Verdrängerfuß 12a
heranreicht und der seitlich von einer zwischen dem Verdrängerfuß 12a und dem
größten Außendurchmesser $d_{\max}$ des austrittsseitigen Verdrängerkörpers 12 gebil-
deten Ringfläche begrenzt ist. Der Ringraum R weist eine axiale Ringraumbreite s
10 auf, die vorzugsweise mindestens einem Viertel eines Rohrrinnendurchmessers D_i
des Innenrohres 300 entspricht (**Figur 2a**; $s = D_i/4$; aus der Kontinuitätsbedingung
 $A_i = D_i^2\pi/4 = D_i\pi s$).

Die Innenrohre 300 münden endseitig jeweils in und bündig mit einem Boden 800b
15 einer Einlaufrinne 800a aus (**Figur 2a**), die von der Seite des zweiten Austau-
scherflansches 600 in Form einer ringförmigen Vertiefung in die zweite Rohrträ-
gerplatte 800 eingreift. Der Boden 800b ist um einen Rücksprung r von der Stirn-
fläche der zweiten Rohrträgerplatte 800 beabstandet. Die Einlaufrinne 800a ver-
jüngt sich stetig, vorzugsweise symmetrisch zum Außendurchmesser des jeweili-
gen Innenrohres 300 hin, wobei eine konkave Verjüngung bevorzugt ist.
20

Zur Aufnahme des jeweiligen Endes des Innenrohres 300 in der Rohrträgerplatte
800, 700 sind eine zweite und eine erste Anschlussbohrung 800d, 700d (**Figuren**
2a, 1) vorgesehen, wobei die erstere in den Boden 800b ausmündet (**Figur 2a**).
25 Die zweite Anschlussbohrung 800d ist vorzugsweise in Form eines in die Einlauf-
rinne 800a eingreifenden, sich stetig zum Innenrohr 300 hin verjüngenden Einlauf-
trichters 800c angesenkt. Der erweiterte austrittsseitige Durchtrittsquerschnitt 600c
geht mit seinem Innendurchmesser D_1 vorzugsweise bündig und stetig in eine au-
ßenseitige Flanke und der austrittsseitige Verdrängerfuß 12a geht mit seinem
30 endseitig ausgebildeten Außendurchmesser d_1 vorzugsweise bündig und stetig in
eine innenseitige Flanke der Einlaufrinne 800a über (**Figur 2a**).

Eine bevorzugte Ausführungsform nach den **Figur 1** bis **4** sieht vor, dass der als
Ringraum ausgebildete Außenkanal 200* innenseits von dem Innenmantel 200.2

in Form eines inneren Rohres 200.2a begrenzt ist, das sich endseitig jeweils in der Rohrträgerplatte 700; 800 abstützt. Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass der als Ringraum ausgebildete Außenkanal 200* innenseits von dem Innenmantel 200.2 in Form einer Innenstange 200.2b begrenzt ist, die sich endseitig jeweils in
5 der Rohrträgerplatte 700; 800 abstützt.

In **Figur 4** ist eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, wobei hier, im Gegensatz zur ersten Ausführungsform nach **Figur 3**, die zweite Rohrträgerplatte 800, und ggf. auch die erste Rohrträgerplatte 700, nur
10 der Aufnahme der Innenrohre 300 dient und ein dritter Austauscherflansch 810 für die Aufnahme des Außenmantels 200.1 vorgesehen ist. Die zweite Rohrträgerplatte 800 ist, wie vorstehend beschrieben, einerseits gegenüber dem zweiten Austauscherflansch mittels der Flanschdichtung 900, und andererseits gegenüber dem dritten Austauscherflansch 810 mittels einer weiteren Flanschdichtung 900
15 abgedichtet. Der austrittsseitige Verdrängerkörper 12 ist fülliger als bei der ersten Ausführungsform gemäß **Figur 3** ausgebildet, und er greift um eine axiale erste Eindringtiefe a1 in den am zweiten Austauscherflansch 600 angeschlossenen Verbindungsbogen 1000 ein, die deutlich größer als eine axiale zweite Eindringtiefe a2 gemäß **Figur 3** ausgeführt ist. Die strömungsmechanische Wirksamkeit dieser Bemessung wurde vorstehend beschrieben.
20

BEZUGSZEICHENLISTE DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN

	11	eintrittsseitiger Verdrängerkörper
	12	austrittsseitiger Verdrängerkörper
5	12a	Verdrängerfuß
	100	Rohrbündel-Wärmeaustauscher, allgemein
	100.1	Rohrbündel
10	200*	Außenkanal
	200.1	Außenmantel
	200.2	Innenmantel
	200.2a	inneres Rohr (Innenmantel)
	200.2b	Innenstange (Innenmantel)
15		
	300*	Innenkanal
	300	Innenrohr
	400a	erster Anschlussstutzen
20	400a*	erster Querkanal
	400b	zweiter Anschlussstutzen
	400b*	zweiter Querkanal
	500	erster Austauscherflansch
25	500a	erste Anschlussöffnung
	500c	erweiterter eintrittsseitiger Durchtrittsquerschnitt
	500d	ringraumförmiger eintrittsseitiger Kanal
	600	zweiter Austauscherflansch
30	600a	zweite Anschlussöffnung
	600b	Übergang
	600c	erweiterter austrittsseitiger Durchtrittsquerschnitt
	600d	ringraumförmiger austrittsseitiger Kanal

	700	erste Rohrträgerplatte (Rohrspiegelplatte)
	700d	erste Anschlussbohrung
	800	zweite Rohrträgerplatte (Rohrspiegelplatte)
5	800a	Einlaufrinne
	800b	Boden
	800c	Einlauftrichter
	800d	zweite Anschlussbohrung
10	810	dritter Austauscherflansch
	900	Flanchdichtung
	1000	Verbindungsbogen/Verbindungsarmatur
	a1	erste Eingriffstiefe
15	a2	zweite Eingriffstiefe
	d_1	Außendurchmesser (Verdrängerfuß 12a)
	$d_{\max}$	größter Außendurchmesser (Verdrängerkörper 12)
20	r	Rücksprung (der Innenrohre 300)
	s	axiale Ringraumbreite ($s = D_i/4$; aus $A_i = D_i^2\pi/4 = D_i\pi s$)
	v	mittlere Strömungsgeschwindigkeit (im Innenrohr 300 und im ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal 600d)
25	v_0	erste Strömungsgeschwindigkeit (im Verbindungsbogen 1000; $v_0 = v$)
	A	Produkt-Austritt
	A_i	Einzeldurchtrittsquerschnitt (des Innenrohres ($A_i = D_i^2\pi/4$))
30	NA_i	Gesamtdurchtrittsquerschnitt (aller parallel durchströmten Innenrohre)
	A_S	Kanaldurchtrittsquerschnitt ($A_S = \text{konst}$)
	A_o	Nenndurchtrittsquerschnitt (des Verbindungsbogens; $A_o = DN^2\pi/4$)
	D_i	Rohrinnendurchmesser (Innenrohr 300)

	D_1	Innendurchmesser (des erweiterten Durchtrittsquerschnitts 600c)
	DN	Nenndurchmesser (des Verbindungsbogens ($A_o = DN^2\pi/4$))
	E	Produkt-Eintritt
5	K	Kreis
	KA	austrittsseitige Innenkontur
	KE	eintrittsseitige Innenkontur
10	M	Heizmedium
	N	Anzahl (der Innenrohre 300)
	P	Produkt (Lebensmittelprodukt)
15	R	Ringraum
	S	Symmetrieachse

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zur Einflussnahme auf den Abströmbereich einer Rohrträgerplatte eines Rohrbündel-Wärmeaustauschers, insbesondere für die Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, mit wenigstens einem Rohrbündel (100.1) des Rohrbündel-Wärmeaustauschers (100), das aus einer Gruppe von parallel geschalteten, innenseits jeweils produktdurchströmten Innenrohren (300) besteht, die kreisringförmig, auf einem einzigen Kreis (K) und in einem als Ringraum ausgebildeten Außenkanal (200*) angeordnet sind und sich in dessen Längsrichtung erstrecken und endseitig jeweils in einer ersten und einer zweiten Rohrträgerplatte (700, 800) abstützen, mit einem den Außenkanal (200*) von außen begrenzenden Außenmantel (200.1) und von innen begrenzenden Innenmantel (200.2) für ein Heizmedium (M), mit einer Anzahl (N) Innenrohre (300), die gemeinsam einen Innenkanal (300*) bildet, mit einem für alle Innenrohre (300) gemeinsamen, einerseits in einem ersten Austauscherflansch (500) ausgebildeten Produkt-Eintritt (E) und einem gemeinsamen, andererseits in einem zweiten Austauscherflansch (600) ausgebildeten Produkt-Austritt (A) für das Produkt (P), mit einer ersten und einer zweiten Anschlussöffnung (500a, 600a), die jeweils zentrisch im ersten und im zweiten Austauscherflansch (500, 600) auf dessen der zugeordneten Rohrträgerplatte (700, 800) abgewandten Flanschseite angeordnet sind, mit der zweiten Anschlussöffnung (600a), die sich entgegen der Strömungsrichtung im zweiten Austauscherflansch (600) axialsymmetrisch radial erweitert und bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt (600c) fortsetzt und eine fluidgängige Verbindung zu den Innenrohren (300) herstellt, mit einem coaxial zur zweiten Anschlussöffnung (600a) und konzentrisch zur zweiten Rohrträgerplatte (800) fest verbundenen, axialsymmetrischen austrittsseitigen Verdrängerkörper (12), der zusammen mit einer durch die zweite Anschlussöffnung (600a) und ihre radiale Erweiterung bis zu dem erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt (600c) gebildeten austrittsseitigen Innenkontur (KA) einen ringraumförmigen austrittsseitigen Kanal (600d) ausbildet,

dadurch gekennzeichnet,

dass der ringraumförmige austrittsseitige Kanal (600d) wenigstens überall in seinem Bereich zwischen einem größten Außendurchmesser ($d_{\max}$) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) und der zweiten Anschlussöffnung (600a) einen Kanaldurchtrittsquerschnitt (A_S) aufweist, der einen konstanten Durchtrittsquerschnitt über die gesamte Länge des definierten Bereichs besitzt und der in diesem Bereich einem Gesamtdurchtrittsquerschnitt (NA_i) aller parallel durchströmten Innenrohre (300) der Anzahl (N), die jeweils einen Einzeldurchtrittsquerschnitt (A_i) besitzen, entspricht.

10

2. Vorrichtung nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass der größte Außendurchmesser ($d_{\max}$) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) mindestens bis an den Durchmesser des Kreises (K) heranreicht.

15

3. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenrohre (300) des Rohrbündels (100.1) im größtmöglichen Umfangsbereich der Rohrträgerplatte (700, 800) angeordnet sind.

20

4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Innenrohre (300) des Rohrbündels (100.1) über den Umfang des Kreises (K) gleichverteilt angeordnet sind.

25

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

dadurch gekennzeichnet,

dass der als Ringraum ausgebildete Außenkanal (200*) innenseits von dem Innenmantel (200.2) in Form eines inneren Rohres (200.2a) begrenzt ist, das sich endseitig jeweils in der Rohrträgerplatte (700; 800) abstützt.

30

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der als Ringraum ausgebildete Außenkanal (200*) innenseits von dem Innenmantel (200.2) in Form einer Innenstange (200.2b) begrenzt ist, die
5 sich endseitig jeweils in der Rohrträgerplatte (700; 800) abstützt.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der austrittsseitige Verdrängerkörper (12) pilzförmig ausgebildet ist,
10 dass er mit einem Verdrängerfuß (12a) unmittelbar an der zweiten Rohrträgerplatte (800) endet, und dass der größte Außendurchmesser ($d_{\max}$) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) in einer Ebene senkrecht zu einer Symmetrieachse (S) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) auf einen Außendurchmesser (d_1) des Verdrängerfußes (12a) reduziert ist.
- 15 8. Vorrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass der ringraumförmige austrittsseitige Kanal (600d) an seinem erweiterten Durchtrittsquerschnitt (600c) innerhalb des zweiten Austauscherflansches (600) in einen Ringraum (R) einmündet, der coaxial zu der Symmetrieachse (S) orientiert ist, der radial außen mit einem Innendurchmesser (D_1) des erweiterten austrittsseitigen Durchtrittsquerschnitts (600c) bündig fluchtet, der radial innen bis an den Verdrängerfuß (12a) heranreicht und der seitlich von
20 einer zwischen dem Verdrängerfuß (12a) und dem größten Außendurchmesser ($d_{\max}$) des austrittsseitigen Verdrängerkörpers (12) gebildeten Ringfläche begrenzt ist, und dass der Ringraum (R) eine axiale Ringraumbreite (s) aufweist, die mindestens einem Viertel eines Rohrrinnendurchmessers (D_i) des Innenrohres (300) entspricht.
- 25 9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Innenrohre (300) endseitig jeweils in und bündig mit einem Boden (800b) einer Einlaufrinne (800a) ausmünden, die von der Seite des zweiten Austauscherflansches (600) in Form einer ringförmigen Vertiefung in die
30

zweite Rohrträgerplatte (800) eingreift, und dass der Boden (800b) um einen Rücksprung (r) von der Stirnfläche der zweiten Rohrträgerplatte (800) beabstandet ist.

- 5 10. Vorrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die Einlaufrinne (800a) symmetrisch zum Außendurchmesser des jeweiligen Innenrohres (300) hin stetig verjüngt.
- 10 11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das jeweilige Innenrohr (300) in einer Anschlussbohrung (800d) im Boden (800b) Aufnahme findet, die in Form eines in die Einlaufrinne (800a) eingreifenden, sich stetig zum Innenrohr (300) hin verjüngenden Einlauftrichters
15 (800c) angesenkt ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet,
dass der erweiterte austrittsseitige Durchtrittsquerschnitt (600c) mit seinem
20 Innendurchmesser (D_1) bündig und stetig in eine außenseitige Flanke und der Verdrängerfuß (12a) mit seinem endseitig ausgebildeten Außendurchmesser (d_1) bündig und stetig in eine innenseitige Flanke der Einlaufrinne (800a) übergehen.
- 25 13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass sich die erste Anschlussöffnung (500a), in Strömungsrichtung gesehen, im ersten Austauschflansch (500) axialsymmetrisch radial erweitert und bis zu einem endseitig vorgesehenen erweiterten eintrittsseitigen Durchtritts-
30 querschnitt (500c) fortsetzt und eine fluidgängige Verbindung zu den Innenrohren (300) herstellt, dass ein axialsymmetrischer eintrittsseitiger Verdrängerkörper (11) coaxial zur ersten Anschlussöffnung (500a) und konzentrisch zur ersten Rohrträgerplatte (700) angeordnet und mit dieser fest verbunden ist, und dass der eintrittsseitige Verdrängerkörper (11) zusammen mit ei-

ner durch die erste Anschlussöffnung (500a) und ihre radiale Erweiterung bis zu dem erweiterten eintrittsseitigen Durchtrittsquerschnitt (500c) gebildeten eintrittsseitigen Innenkontur (KE) einen ringraumförmigen eintrittsseitigen Kanal (500d) ausbildet.

5

14. Vorrichtung nach Anspruch 13,

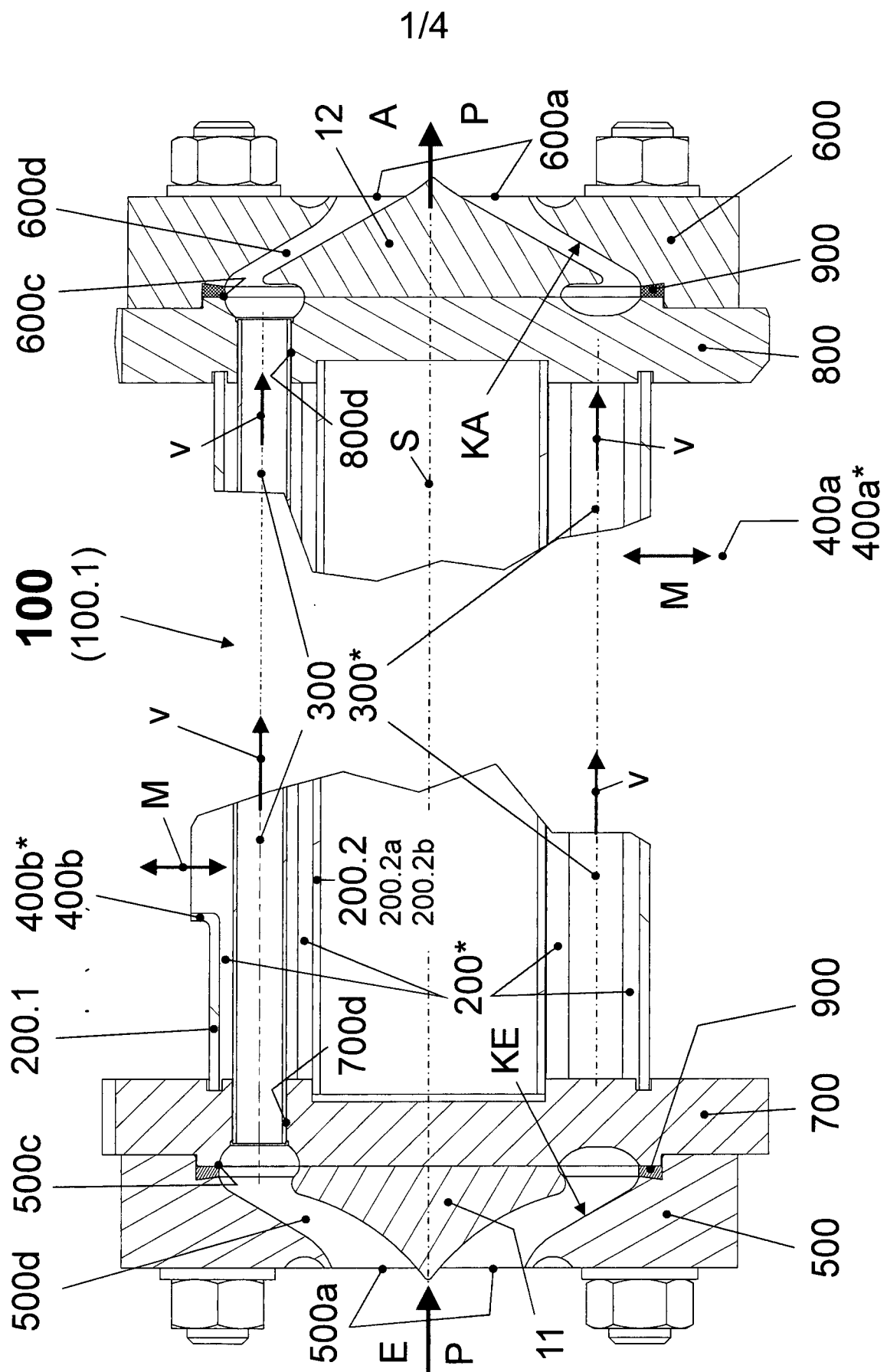
dadurch gekennzeichnet,

dass der erste und der zweite Austauscherflansch (500, 600) und die erste und die zweite Rohrträgerplatte (700, 800) formidentisch und abmessungs-

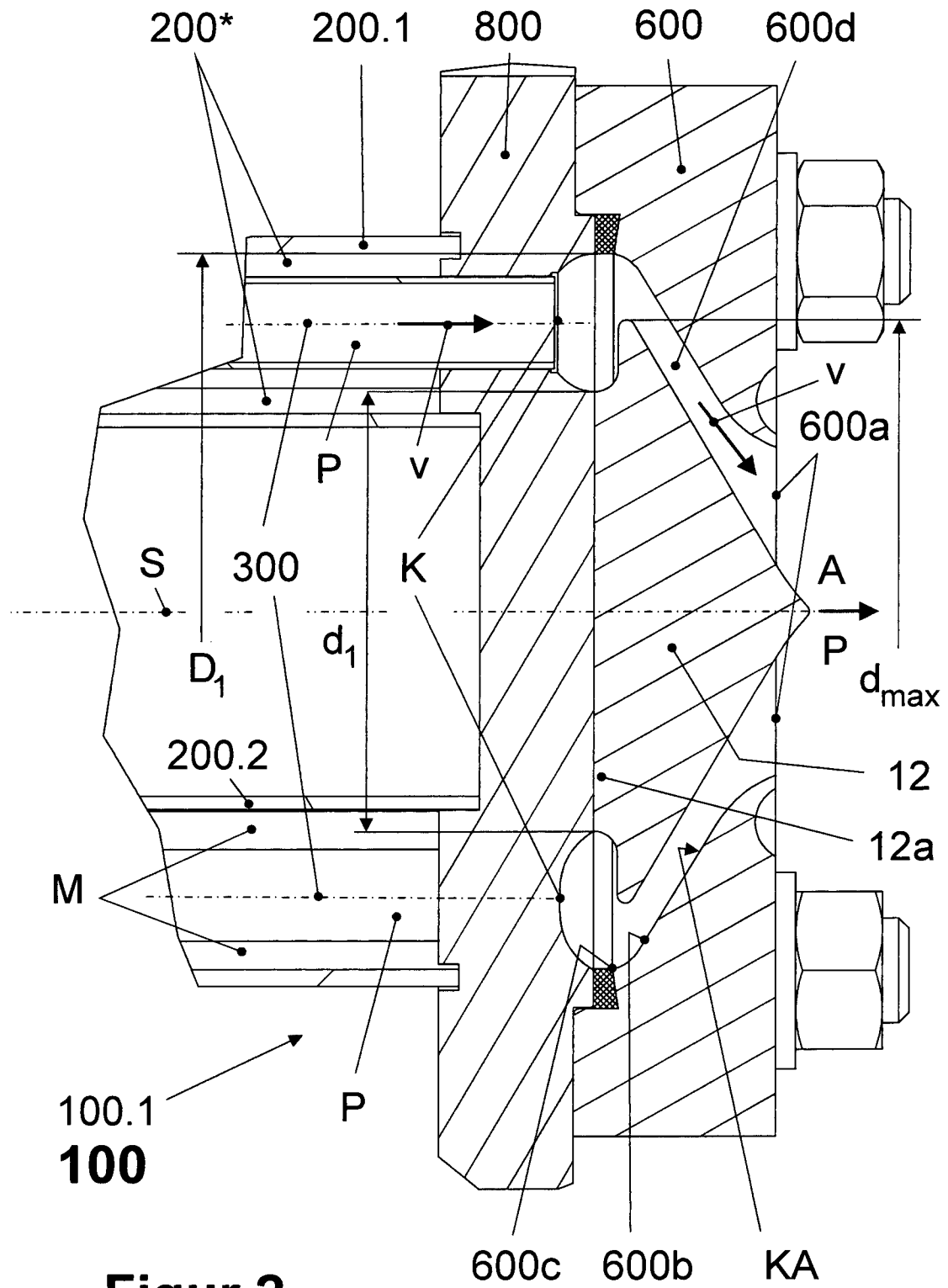
10

gleich ausgebildet sind.

15. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche für temperatursensible und/oder viskose Produkte (P) der Molkereiindustrie.

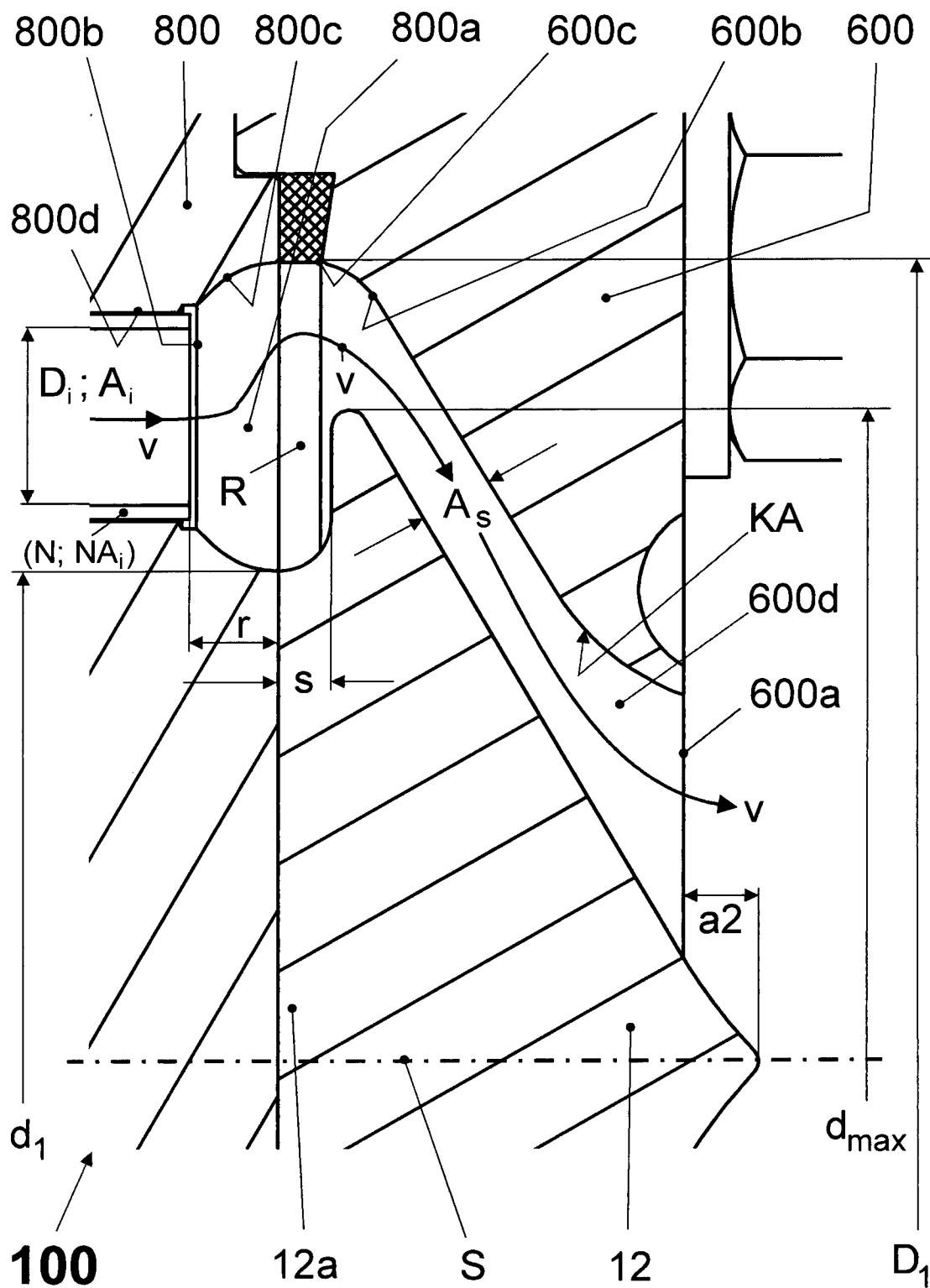


Figur 1

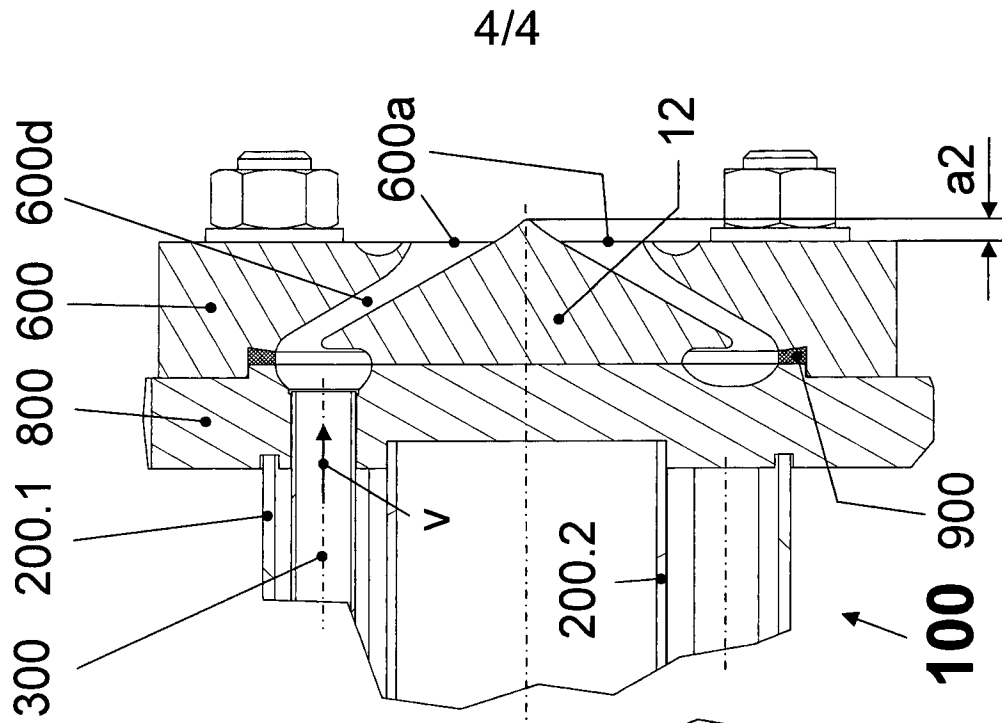


Figur 2

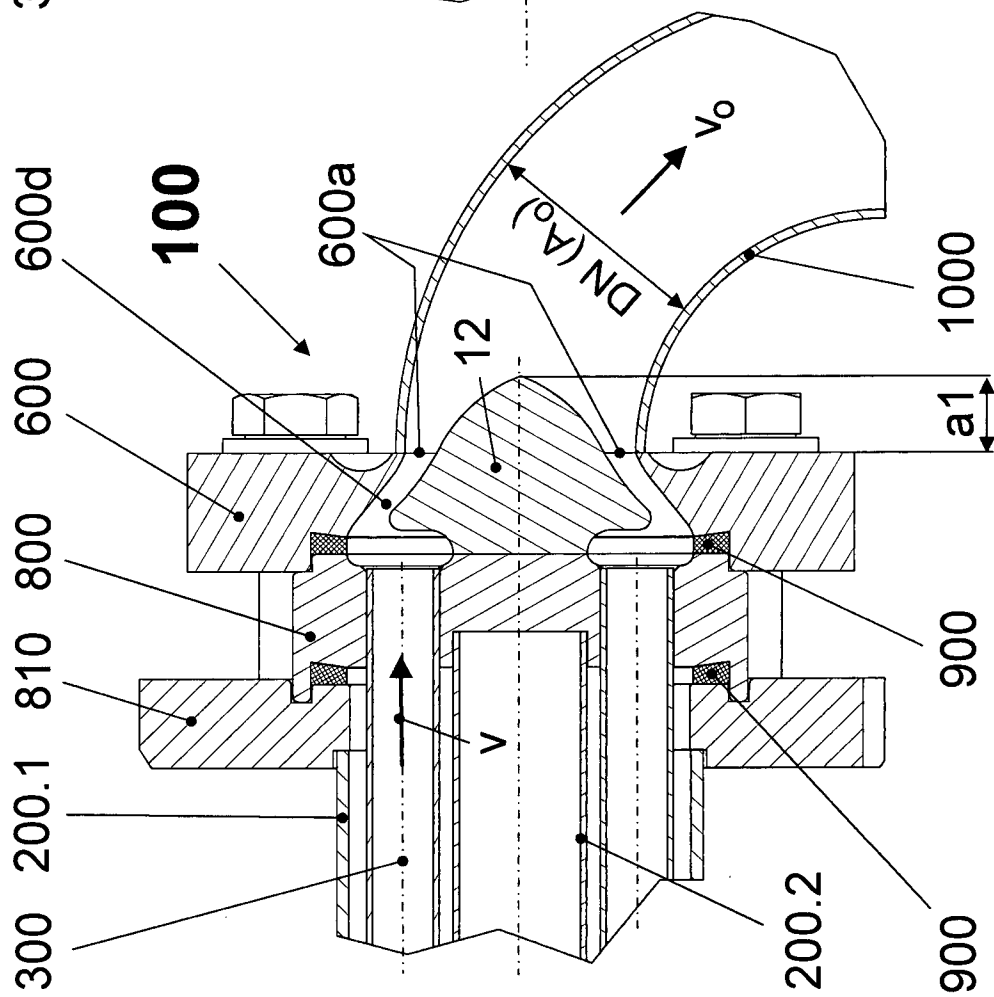
3/4



Figur 2a



Figur 3



Figur 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/001469

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F28D9/02 F28D7/16 F28F9/02 A23L3/22
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F28D F28F A23L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2011/085784 A2 (GEA TDS GMBH [DE]; TACKE LUDGER [DE]; BUSCH NORBERT [DE]; ZIMMERMANN D) 21 July 2011 (2011-07-21) cited in the application page 24, line 19 - page 25, line 20; claim 8	1-15
A	----- DE 103 11 529 B3 (TUCHENHAGEN DAIRY SYSTEMS GMBH [DE]) 16 September 2004 (2004-09-16) cited in the application the whole document -----	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

23 September 2014

Date of mailing of the international search report

29/09/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jessen, Flemming

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/001469

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2011085784 A2	21-07-2011	DE 102010004418 A1 DK 2524184 T3 EP 2524184 A2 ES 2457554 T3 US 2012276266 A1 WO 2011085784 A2	14-07-2011 14-04-2014 21-11-2012 28-04-2014 01-11-2012 21-07-2011
DE 10311529 B3	16-09-2004	AT 335183 T DE 10311529 B3 DK 1604162 T3 EP 1604162 A1 ES 2270339 T3 WO 2004083761 A1	15-08-2006 16-09-2004 27-11-2006 14-12-2005 01-04-2007 30-09-2004

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/001469

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F28D9/02 F28D7/16 F28F9/02 A23L3/22
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherhierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

F28D F28F A23L

Recherhierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherhierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2011/085784 A2 (GEA TDS GMBH [DE]; TACKE LUDGER [DE]; BUSCH NORBERT [DE]; ZIMMERMANN D) 21. Juli 2011 (2011-07-21) in der Anmeldung erwähnt Seite 24, Zeile 19 - Seite 25, Zeile 20; Anspruch 8	1-15
A	----- DE 103 11 529 B3 (TUCHENHAGEN DAIRY SYSTEMS GMBH [DE]) 16. September 2004 (2004-09-16) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-15

☐

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/09/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jessen, Flemming

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/001469

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2011085784 A2	21-07-2011	DE 102010004418 A1	14-07-2011
		DK 2524184 T3	14-04-2014
		EP 2524184 A2	21-11-2012
		ES 2457554 T3	28-04-2014
		US 2012276266 A1	01-11-2012
		WO 2011085784 A2	21-07-2011

DE 10311529 B3	16-09-2004	AT 335183 T	15-08-2006
		DE 10311529 B3	16-09-2004
		DK 1604162 T3	27-11-2006
		EP 1604162 A1	14-12-2005
		ES 2270339 T3	01-04-2007
		WO 2004083761 A1	30-09-2004
