

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 727 634 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.08.1996 Patentblatt 1996/34

(51) Int. Cl.⁶: **F28F 19/00**(21) Anmeldenummer: **95102078.3**(22) Anmeldetag: **15.02.1995**

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

• von Holdt, Peter, Dipl.-Ing.
D-23627 Gross Grönuu (DE)

(71) Anmelder: **Tetra Laval Food Schröder GmbH & Co. KG**
23564 Lübeck (DE)

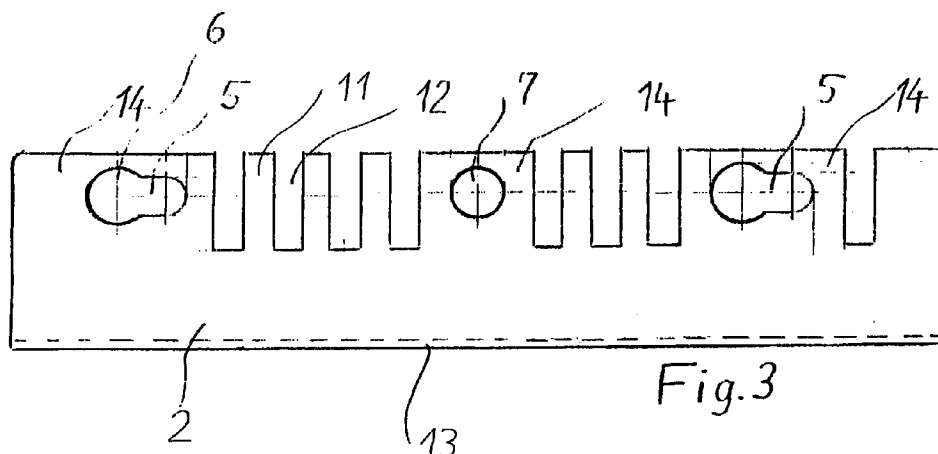
(74) Vertreter: **von Raffay, Vincenz, Dipl.-Ing.**
Patentanwältc Raffay & Fleck
Postfach 32 32 17
20117 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Niemann, Thomas, Dipl.-Ing.**
D-23881 Breitenfelde (DE)

(54) Schabewärmeaustauscher

(57) Der Schabewärmeaustauscher zum kontinuierlichen Kühlen oder Erhitzen von viskosen oder hochviskosen Massen, insbesondere Shortenings, ist mit einem Produktzylinder ausgerüstet, der von dem Wärmeträgermedium - ob nun zum Kühlen oder zum Erhitzen - umgeben und in dem eine drehangetriebene Welle angeordnet ist. Die Welle bildet mit der Innenwand des Produktzylinders einen im Querschnitt ringförmigen Spaltraum zur Aufnahme der zu behandelnden Masse. An der Welle sind langgestreckte Schabemesser (3) in radialer Richtung beschränkt beweglich befe-

stigt, die an der in Drehrichtung vorne liegenden Kante eine Schneide (13) und dahinter beabstandete Befestigungsstege (14) aufweisen. Um den Wirkungsgrad durch entsprechende Beeinflussung der Strömungsverhältnisse in dem Spaltraum merklich zu verbessern, weisen die Schabemesser zwei in dem Raum hinter der Schneide (13) und zwischen den Befestigungsstegen (14) kammartige Zinken (11) auf. Diese bilden Wirbel, die den Wärmeübergang merklich verbessern.

**EP 0 727 634 A1**

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Schabewärmeaustauscher nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Derartige Schabewärmeaustauscher sind bekannt. Die Schneiden der Schabemesser verlaufen im wesentlichen parallel zur Achse der Welle, an der sie befestigt sind. Die Messer schaben ständig das Produkt von der inneren Zylinderwand ab und verhindern das Ansetzen oder Anbrennen des Produktes an der Zylinderinnenwand.

Der Produktzylinder ist von einem zylindrischen Mantel umgeben, in dem das Wärmeträgermedium für die Erhitzung oder Kühlung des Produktes

fließt (z.B. Kühlwasser, Eiswasser, Heißwasser), kondensiert (Dampf) oder verdampft (Ammoniak, Freon).

Der von dem Zylinder und der Welle gebildete Spaltraum bestimmt bei einer festgelegten Durchsatzmenge (Liter/Stunde) die Verweilzeit des Produktes im Schabewärmeaustauscher. Der Wärmedurchgangswert wird durch folgende Einflüsse bestimmt:

1. Viskosität und Struktur des Produktes.
2. Axiale Fließgeschwindigkeit des Produktes (kann im allgemeinen vernachlässigt werden, da es sich meist um schleichende Strömung handelt, außer bei sehr kleinen Spalten zwischen Messerwelle und Zylinder, dann wird α_1 beeinflusst).
3. Abschabehäufigkeit des Produktes von der Zylinderwand, d.h.

1. Drehgeschwindigkeit der Welle (Umdrehungen pro Minute) proportional der Messergeschwindigkeit;
2. Anzahl der Messer/-reihen auf dem Umfang der Welle. Zusätzlich erfolgt auf der ganzen Länge des Zylinders/Messerwelle ein mechanischer Energieeintrag, der bei Erhitzung zusätzlich Wärme dissipiert, während diese Wärme bei Kühlprozessen über die Zylinderfläche mit abgeführt werden muß. Bei zu kurzer Verweilzeit des Produktes an der Kühlfläche (zu viele Messerreihen oder zu hohe Drehzahl der Messerwelle) ist für das Abkühlen des Produktes an der Kühlfläche zu wenig Zeit, so daß die Temperaturdifferenz zwischen dem Kernprodukt und dem von der Kühlfläche abgeschabten Produkt zu klein ist und somit nur eine sehr geringe Abkühlung des Kernproduktes erfolgt.

4. Anordnung und geometrische Ausführung der Messer (es werden tangential und radial zur Messerwelle angebrachte Messer, einzeln oder in geschlossenen Reihen angeordnet (angewendet)).
5. Wandstärke des Zylinders: soll möglichst dünn sein, ist aber begrenzt durch den Produktinnen- druck, den Druck des Wärmeträgermediums und die Fertigungsmöglichkeiten).

6. Material des Zylinders.

7. Wärmeübergang von der Zylinderwand auf das Wärmeträgermedium.

Bekannte Schabemesser sind relativ langgestreckt, beispielsweise 200 mm lang. Sie weisen auf der in Drehrichtung vorne liegenden Kante die Schneide auf, die im Betrieb an der Innenwand des Produktzylinders entlanggleitet. Auf der Rückseite befinden sich die Befestigungsstege mit den Öffnungen zur Befestigung mit Hilfe von Bolzen, Schrauben und/oder Stiften. Die Zwischenräume zwischen den Befestigungsstegen sind bei den bekannten Schabemessern freigelassen oder es fehlen die Befestigungsstege überhaupt.

Für den Wärmeaustausch nachteilig ist in jedem Fall eine Verkleinerung des wirksamen Temperaturunterschiedes zwischen der Wandtemperatur und der jeweiligen Produkttemperatur beim Durchlaufen des Produktes durch den Zylinder. Unter der Annahme einer konstanten Temperatur des Wärmeträgermediums (Dampf oder Ammoniak/Freon) auf der ganzen Länge des Produktzylinders verringert sich die Temperaturdifferenz zwischen Produkt und Trägermedium ständig aufgrund der Erwärmung/Abkühlung des Produktes und damit erfolgt eine Annäherung der Produkt- und der Trägermediumtemperatur zum Austritt des Wärmeaustauschers hin. Deshalb nimmt der Wärmeübergangswert ständig ab.

Außerdem wird bei tangentialer Anordnung der Messer und bei geringer Turbulenz im Spalt wegen hoher Produktviskositäten das abgeschabte, erhitzte/gekühlte Produkt direkt hinter dem Messer wieder an die Wärmeübertragungswand geführt, wobei eine dann niedrigere Temperaturdifferenz zwischen Produkt und Zylinderwand den Wärmeaustausch verschlechtert.

Natürlich verbessert eine Erhöhung der Umfangsgeschwindigkeit der Messerwelle die Abschabehäufigkeit der Messer und damit gleichzeitig die Turbulenz im Spaltraum. Negativ wirkt sich jedoch der elektrische/mechanische Energieeintrag in das Produkt bei Kühlprozessen aus, da dieser Wärmeeintrag über die Kühlfläche mit abgeführt werden muß. Außerdem erhöht sich die zu installierende Antriebsleistung, was zu erhöhten laufenden Betriebskosten und erhöhtem Verschleiß von Messern und der Zylinderinnenwand führt.

Außerdem steigt bei gleicher Messerzahl und Erhöhung der Drehzahl die Antriebsleistung an der Welle je nach Art und Viskosität des Produktes etwa in der dritten Potenz.

Es sollte also zur Erhöhung der Abschabehäufigkeit vorzugsweise die Anzahl der Messerreihen auf der Welle bei gleicher Drehzahl erhöht werden, was aber auch zu erhöhtem mechanischen Verschleiß der Zylinderinnenwand führt, jedoch bei linearer Erhöhung der Messerreihen nur zu einem proportionalen Anstieg der Antriebsleistung und somit der in das Produkt dissipierten Wärme führt.

Die axiale Strömung des viskosen Produktes im Spaltraum bedeutet bei Strömungsgeschwindigkeiten von 0,1 - 10 cm/s kleine Reynoldszahlen und somit laminare und bei großen Spalten zwischen Zylinder und Messerwelle sogar schleichende Strömung (Trägheitskräfte << Zähigkeitskräfte), d.h. jede Bewegung wird spontan mit dem Energieeintrag begonnen und erlischt sofort nach Beendigung des Energieeintrages. Sekundärströmungen aufgrund von Trägheitskräften treten nicht auf. Bewegungen quer zu mechanisch initiierten Kräften und Kraftrichtungen gibt es nicht.

Die Radialgeschwindigkeiten, aufgezwungen durch die Messerwellendrehzahl, liegen je nach Produkt, dem gewünschten Energieeintrag und Viskosität, bei 0,5 - 5 m/s an der Messerschneide. Somit sind die radial wirkenden mechanischen Einflüsse gegenüber den axialen Strömungseinflüssen wesentlich wichtiger für den Wärmeübergang vom Produkt auf die Zylinderinnenwand.

Der Wärmeübergang vom Produkt auf die Zylinderinnenwand findet bei viskosen Produkten, wie sie in Schabewärmeaustauscher bearbeitet werden, bei laminaren Strömungsverhältnissen statt. Nur bei niedrigen Viskositäten von 10 - 200 cp wird, je nach Messerwellendrehzahl, turbulente Strömung erreicht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schabewärmeaustauscher nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 zu schaffen, bei dem die Leistung bei sonst gleichen Parametern im Vergleich zu bekannten Schabewärmeaustauschern erhöht wird, d.h. der Wirkungsgrad merklich verbessert wird.

Diese Aufgabe wird grundsätzlich durch das Kennzeichen des Anspruches 1 gelöst.

Durch den Schabewärmeaustauscher nach der Erfindung, mit den neu entwickelten Schabemessern, werden im Spalt zusätzlich zu den radialen und axialen Strömungsverhältnissen Taylor-Wirbel erzeugt und verbessern den Wärmeübergang. Hierdurch werden die von der kalten Zylinderinnenwand abgeschabten Produktteilchen besser mit den wärmeren im Ringspalt vermischt und somit das Temperaturgefälle zwischen den kalten und warmen Produktteilchen besser ausgenutzt.

Taylor-Wirbel sind paarweise auftretende, gegensinnig rotierende Wirbel, die sich der axialen Grundströmung überlagern und die in Ringspalten bestimmter Größe und bei bestimmter axialer bzw. radialer Strömungsgeschwindigkeit auftreten. Bei den erfindungsgemäßen Messern werden hinter den schmalen Zwischenräumen oder Schlitzten diese Wirbel erzeugt und helfen, den Austausch zwischen kaltem und wärmerem Produkt (bei Kühlprozessen, sonst sinngemäß umgekehrt) im Ringspalt zwischen Messerwelle und Zylinder zu verbessern und damit den Wärmeentzug aus dem Produkt zu vergrößern.

Zusätzlich wird die Grenzschicht des Produktes an der Kühlfläche ständig durch die Messer zerstört und somit bereits abgekühltes Produkt sehr schnell und intensiv mit der wesentlich wärmeren Kernströmung vermischt.

Bei hochviskosen Produkten ist zusätzlich die Messerwellendrehzahl tendenziell zu erhöhen, um im Spalt eine gleichmäßige Temperaturverteilung zu erreichen, auch wenn die höhere Drehzahl zu mehr Energiedissipation im Produkt führt und diese Energie somit bei Kühlprozessen mit über die Fläche abgeführt werden muß.

Bei den erfindungsgemäßen Messern kann gerade bei hochviskosen Produkten die Messerwellendrehzahl niedriger gehalten werden, was den Gesamtwärmeaustausch positiv beeinflusst. Außerdem verläßt das Produkt den Schabewärmeaustauscher noch gleichmäßiger gekühlt als es mit den bisherigen Messern, insbesondere bei niedrigen Drehzahlen, möglich war.

Neben der Verbesserung des Wärmeüberganges durch die Schabewärmeaustauscher mit den neuen Schabemessern, konnte bei der Kühlung und Kristallisation von Shortening (Speisefett mit 5 - 25 % Stickstoffeinschlag) eine Verbesserung der Feinverteilung des Stickstoffes (kleinere Gasblasen) und somit ein gewünschtes helleres Weiß des Produktes erreicht werden. Außerdem verbesserte sich durch die intensive Bearbeitung des Produktes während der Kühlung die Struktur des Endproduktes (bessere Plastizität).

In einer Produktionsanlage zur Herstellung von Shortening wurden mit der bekannten Messerform folgende Daten erreicht:

Shortening mit der Fettcharakteristik von 20 % Fettkristallen (SFI = solid fat index) bei 20°C und 0% Kristallen bei 45°C und einer Viskosität von ca. 60 cp bei 50°C und 10.000 cp bei 20°C wurde mit direkter Ammoniakverdampfung (-20°C) in einem Schabewärmeaustauscher kontinuierlich von 60°C auf 25°C mit einer Leistung von 4.000 Kg/h gekühlt und anschließend in einem Kristallisator (Pin-worker) nachbehandelt.

Nach Einsatz der Messer nach der Erfindung konnte mit dem gleichen Produkt bei gleichen Parametern eine Leistung von 4.440 Kg/h erreicht werden, was einer Verbesserung des Wärmeüberganges von ca. 11% entspricht. Zusätzlich waren die Gasverteilung und die Plastizität des Endproduktes besser geworden.

Insgesamt bedeutet dies, daß die Leistung vorhandener Anlagen bei sonst gleichen Parametern je nach Produkt um ca. 10 % erhöht werden kann. Bei der Auslegung von Neuanlagen führt diese Verbesserung zur Verringerung von Maschineninvestitionskosten.

Die vorstehend beschriebenen Verbesserungen des Wärmeüberganges vom Produkt auf das Wärmeträgermedium beim Einsatz der erfindungsgemäßen Messer treffen natürlich auch auf Erhitzungsprozesse im Schabewärmeaustauscher zu.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen unter Schutz gestellt. Der Anspruch 3 gibt lediglich Abmessungsverhältnisse für eine erprobte Ausführungsform wieder.

Die Verbindungsstege zwischen den einzelnen Zinken nach Anspruch 4 sorgen nicht nur für eine Verbes-

serung der Struktur des Schabemessers, sondern sie können auch zusätzlich einen günstigen Einfluß auf den Wärmeübergang haben.

Im folgenden wird die Erfindung unter Hinweis auf die Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Es zeigt:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Teils einer Welle zum Einbau in einen Produktzylinder eines Schabewärmeaustauscher nach der Erfindung;
 Fig. 2 einen Teilquerschnitt im Bereich des Spalt-
 raumes eines Schabewärmeaustauscher nach der Erfindung; und
 Fig. 3 eine Draufsicht auf eine Ausführungsform eines Schabemessers nach der Erfindung.

Der in der Zeichnung dargestellte Schabewärmeaustauscher weist einen Produktzylinder 3 auf, der von dem Wärmeträger medium, das entweder erhitzen oder kühlen kann, umgeben ist. In dem Produktzylinder 3 ist die in Fig. 1 dargestellte Welle 1 drehbar gelagert und drehangetrieben, und zwar in Richtung des Pfeiles D. Am Umfang der Welle sind eine Anzahl von Schabemessern 2 befestigt, und zwar so, daß sie in radialer Richtung "lose" sind, d.h. in dieser Richtung sind sie beschränkt beweglich.

Die Schabemesser 2 weisen Befestigungsstege 14 auf, in denen Befestigungslöcher 5 und 7 ausgebildet sind. Die Befestigungslöcher 5 sind Langlöcher, wohingegen das Befestigungsloch 7 einen kreisrunden Querschnitt aufweist. Zur Befestigung des Schabemessers 2 werden die Langlöcher 5 mit den Öffnungsabschnitten 6 größeren Durchmessers über die Köpfe 9 von Bolzen 8 geschoben und dann geringfügig parallel zu der Achsrichtung der Welle 1 verschoben, bis die Abschnitte 8 der Bolzen in den schmälere Abschnitten der Langlöcher 5 liegen. Durch das Befestigungsloch 7 wird dann eine Schraube 9 geschraubt, die eine Bewegung zurück der Bolzen 8 in den Bereich der Öffnungsabschnitte 6 verhindert, aber die gewünschte radiale Bewegung nach wie vor zuläßt. Diese radiale Bewegung reicht auf jeden Fall aus, damit die Schneiden 13 der Schabemesser an der Innenwand des Produktzylinders 3 anliegen können, um dort zu schaben.

Zwischen den Befestigungsstegen 14 sind kammartige Zinken 11 mit Zwischenräumen 12 vorgesehen. Diese wirken auf die zu behandelnde Masse so, wie eingangs beschrieben, d.h. sie beeinflussen die Strömungsverhältnisse so, daß der Wirkungsgrad des Schabewärmeaustauscher merklich verbessert wird.

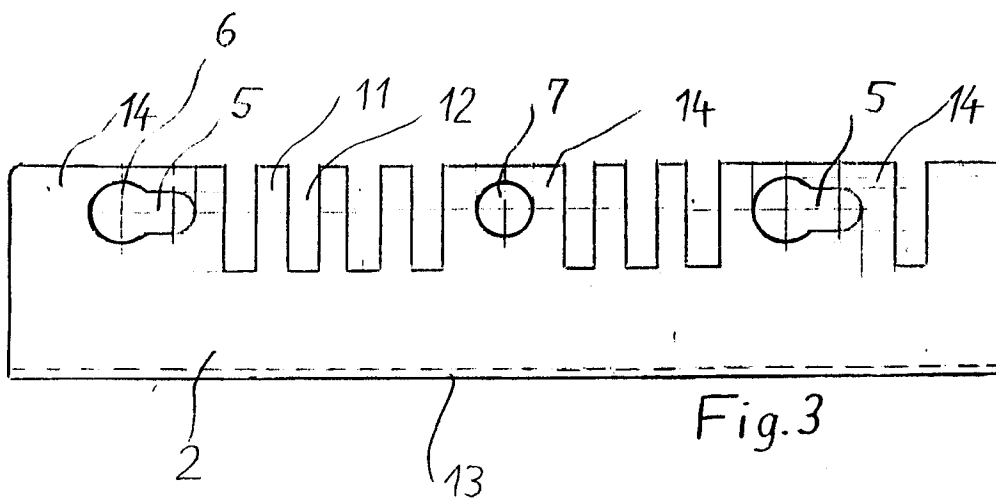
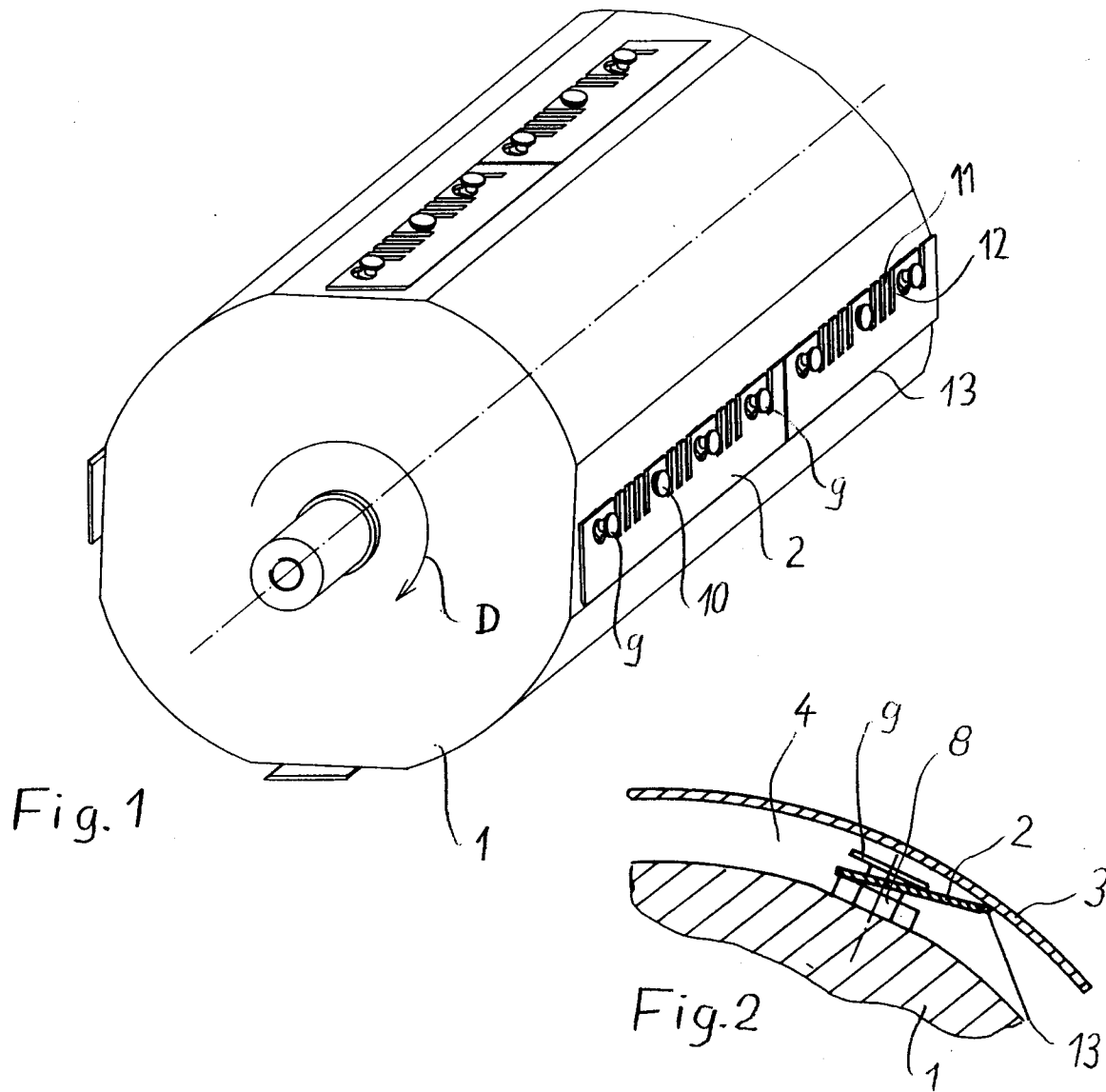
Es ist einzusehen, daß die Erfindung nicht auf die insbesondere in Fig. 3 dargestellte Ausführungsform beschränkt ist, sondern daß auch andere Zinken oder Fahnenformen denkbar sind, die in Drehrichtung hinter den Schneiden angeordnet sind, um so zu wirken, wie eingangs ausführlich beschrieben.

Bei einer in der Praxis erprobten Ausführungsform hatte das Schabemesser eine Länge von ca. 190 mm. Die Breite einschl. der Befestigungsabschnitte und der Zinken betrug 40 mm. Die Tiefe der Zwischenräume und damit die Länge der Zinken lag bei 20 mm. Jede Zinke und jeder Zwischenraum war 6 mm breit. Es waren zwei außenliegende Befestigungslöcher, die als Langlöcher ausgebildet waren und ein mittleres Befestigungsloch mit kreisrundem Querschnitt vorgesehen. Insgesamt wies dieses Messer fünf Zinken und sechs Zwischenräume auf. Selbstverständlich ist die Erfindung nicht auf diese Maße und Formen beschränkt. Es soll lediglich ein Beispiel gegeben werden, um die Vorstellung zu verbessern.

Beispielsweise ist eine Abwandlung dahingehend möglich, daß am Ende der Zinken Verbindungsstege vorgesehen sind, die zusätzlich auf die zu behandelnde Masse einwirken und gleichzeitig das Schabemesser stabilisieren.

Patentansprüche

1. Schabewärmeaustauscher zum kontinuierlichen Erhitzen oder Kühlen von viskosen oder hochviskosen Massen, insbesondere Shortenings mit einem Produktzylinder (3), der von dem Wärmeträgermedium umgeben und in dem eine drehangetriebene Welle (1) angeordnet ist, die mit dem Produktzylinder einen im Querschnitt ringförmigen Spaltraum (4) zur Aufnahme der zu behandelnden Masse bildet, wobei an der Welle langgestreckte Schabemesser (2) befestigt sind, die an der in Drehrichtung vorne liegenden Kante eine Schneide (13) und dahinter beabstandete Befestigungsstege (14) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß die Schabemesser (2) in dem Raum hinter der Schneide (13) und zwischen den Befestigungsstegen (14) kammartige Zinken (11) aufweisen.
2. Schabewärmeaustauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenräume (12) zwischen den Zinken (11) ungefähr so breit sind wie die Zinken.
3. Schabewärmeaustauscher nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem Abstand von ca. 50 mm zwischen den Befestigungsöffnungen (5,7) in den Befestigungsstegen (14) vier Zinken (11) und vier Zwischenräume (12) von jeweils einer Breite von ca. 6 mm und einer Tiefe von ca. 20 mm vorgesehen sind.
4. Schabewärmeaustauscher nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenräume (12) am Ende durch schmale Verbindungsstege (nicht gezeigt) überbrückt sind.





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 2078

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	EP-A-0 036 727 (FRANRICA MANUFACTURING) * Seite 8, Zeile 9-31; Abbildungen 1,3,3A *	1,2	F28F19/00
X	GB-A-653 562 (CHERRY-BURRELL) * Seite 4; Abbildungen 2,3,12 *	1	
X	US-A-2 867 994 (A.H. WAKEMAN) * Abbildung 7 *	1	
A	US-A-1 698 402 (G.A. HARRIS) * Abbildung 3 *	1	
A	US-A-4 192 615 (A.C. FORTUNSKI) * Abbildungen 1-6 *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F28F B01F A23G F28G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 24. Juli 1995	Prüfer Kusardy, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)