



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

11 CH 689 444 A5

51 Int. Cl.<sup>6</sup>: B 01 D 001/22  
B 29 B 013/02

**Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein**

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

12 PATENTSCHRIFT A5

21 Gesuchsnummer: 02938/94

22 Anmeldungsdatum: 28.09.1994

24 Patent erteilt: 30.04.1999

45 Patentschrift  
veröffentlicht: 30.04.1999

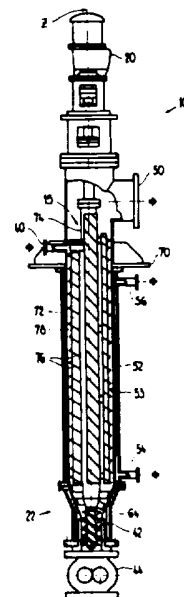
73 Inhaber:  
Buss AG, Basel, Lautengartenstrasse 7,  
4052 Basel (CH)

72 Erfinder:  
Näf, Rainer, Dietikon (CH)

74 Vertreter:  
Schaad, Balass & Partner AG, Dufourstrasse 101,  
Postfach, 8034 Zürich (CH)

54 **Vorrichtung zur thermischen Behandlung eines viskosen Gutes, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers.**

57 Ein innerhalb einer mantelförmigen beheizbaren Behandlungsfläche (53) angeordneter Rotor (15) weist ein Kernrohr (74) auf, an welchem über den Umfang gleichmässig verteilt, mehrere sich annähernd in axialer Richtung erstreckende Elemente (72) starr befestigt sind. Umfangsseitige Kanten dieser Elemente (72) dienen als Scherkanten (78), um das über einen Einspeisestutzen (40) zugeführte, zu behandelnde Gut gleichmässig auf der Behandlungsfläche (53) zu verteilen. Zum Fördern des Gutes zu einer Austrageinheit (22) dienen an den Elementen (72) angeordnete blattförmige Fördererlemente (76). Durch die von der Förderung des Gutes unabhängige Verteilung desselben lässt sich der Wirkungsgrad der Vorrichtung optimieren.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, und auf eine Verwendung der Vorrichtung nach Anspruch 22. Derartige oder ähnliche Vorrichtungen sind auch unter den Bezeichnungen Dünnschichtverdampfer oder Reaktor bekannt.

Die thermische Behandlung hochviskoser Produkte, insbesondere von Thermoplasten und Elastomeren ist von steigender Bedeutung. Die Herstellung solcher Produkte erfolgt in zunehmendem Mass durch Polymerisation in Masse und Lösung. Die Tendenz zeigt, dass die bekannten Strip- und Trocknungsverfahren aus Gründen des Umweltschutzes und der dadurch bedingten aufwendigen Reinigung, Entsorgung und Rückgewinnung von Wasser, Kondensat, Luft usw., substituiert werden.

Bekannte Ausrüstungen zur thermischen Behandlung hochviskoser Produkte, wie statische Eindampfer, auch Flashbox genannt, Umlaufverdampfer, Dünnschichtverdampfer für viskose Produkte und Entgasungsextruder sind wirtschaftlich und qualitativ nur bedingt geeignet zur Aufbereitung der genannten Produkte.

Ein aus der DD-B1 226 778 bekannter Dünnschichtverdampfer gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dient zur Eindickung viskoser Medien und weist als Fördererlemente wandgängige Flügel in Form von schrägverzahnten Zahnstangen auf. Deren Zähne überlappen sich in Umfangsrichtung des Rotors von Zahnstange zu Zahnstange. Die Zahnstangen weisen einen trapezförmigen Querschnitt auf, wobei ihre im Vergleich zur wandgängigen gezahnten Stirnseite breitere Rückseite zur Rotorelle zeigt.

Die durch die Zähne der Zahnstangen gebildeten Fördererlemente dieser bekannten Vorrichtung dienen in der Regel zum Fördern des zu behandelnden Gutes entlang einer als Behandlungsfläche dienenden beheizten Mantelfläche in Richtung eines Auslasses, im vorliegenden Fall abwärts zu einer Austragsschnecke. Eine gleichmässige Verteilung des Gutes auf der Behandlungsfläche während des Förderns lässt sich mit dieser bekannten Vorrichtung nur ungenügend erzielen.

Der Erfindung liegt deshalb als erstes die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, die eine gleichmässige Verteilung des zu behandelnden Gutes auf der Behandlungsfläche gewährleistet. Eine erweiterte Aufgabe besteht darin, eine wirtschaftlich und qualitativ gute Aufbereitung der Produkte zu ermöglichen.

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Durch die erfindungsgemässe Scherkante werden Förderung und Verteilung des Gutes auf der Behandlungsfläche voneinander getrennt. Dabei lässt sich unabhängig von der Förderung des Gutes eine gleichmässige Verteilung desselben auf der Behandlungsfläche erzielen. Als Folge kann die Verweilzeit verkürzt und damit einerseits die Qualität des Produktes verbessert und andererseits die Wirtschaftlichkeit der Vorrichtung erhöht werden.

Durch eine bevorzugte Ausführungsform nach

Anspruch 2 lässt sich die Verweilzeit des Gutes auf der Behandlungsfläche unterschiedlichen Erfordernissen anpassen, indem die Verteilungsrichtung durch den Anstellwinkel der Scherkante beeinflussbar ist. Durch einen negativen Anstellwinkel wird dem Gut eine der Förderrichtung entgegengesetzte Komponente erteilt, wenn die Verweilzeit erhöht werden soll. Ein negativer Anstellwinkel kann beispielsweise 20° betragen, bezogen auf eine sich in axialer Richtung erstreckende Linie.

Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 3 kann die Verweilzeit an die zunehmende Eindickung des Produktes auf dem Behandlungsweg angepasst werden. Es kann beispielsweise vorteilhaft sein, wenn der Anstellwinkel von einem axialen Erstreckung ausgehend zunimmt.

Die Ausführungsform nach Anspruch 4 gewährleistet eine stets gleichbleibende Dicke der aufgetragenen Schicht, unabhängig vom Anstellwinkel.

Die Ausführungsform nach Anspruch 5 garantiert eine optimale Ausnutzung der beheizbaren Behandlungsfläche.

Anspruch 6 beschreibt eine bevorzugte Ausführungsform zur konstruktiven Ausbildung der Scherkante.

Die Bemessungsregel nach Anspruch 7 über die unterschiedlichen Winkel in Umfangsrichtung vor und hinter der Scherkante ermöglicht eine Anpassung an die Eigenschaften des jeweils zu behandelnden Gutes.

Durch bevorzugte konstruktive Ausgestaltungen nach den Ansprüchen 8 und 9 lässt sich die für reproduzierbare Ergebnisse notwendige Stabilität erzielen.

Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 10 ergibt sich eine besonders gleichmässige Förderleistung durch die Fördererlemente.

Ausführungsformen nach den Ansprüchen 11 und 12 ermöglichen eine weitere Anpassung der Verteilungsleistung an das jeweils zu behandelnde Gut.

Bei einer Ausführungsform nach Anspruch 13 handelt es sich um einen selbsttragenden Rotor, indem der mehreckige Käfig das Kernrohr ersetzt. Eine solche Ausführung ist einfacher und leichter im Aufbau und ermöglicht den Einbau eines Kondensators im Zentrum des Käfigs.

Anspruch 14 gibt eine Ausführungsform für die Lagerung und Abstützung des Rotors an. Die Förderschnecke dient zum Abfördern des behandelten Gutes. Der Förderschnecke ist in der Regel eine volumetrische Pumpe nachgeordnet, deren Förderleistung in Abhängigkeit von der Menge des behandelten Gutes geregelt werden kann.

Die Vorrichtung nach Anspruch 15 weist zwei koaxial ineinander angeordneten Rotoreinheiten auf. Insbesondere dient diese Vorrichtung zur Erhöhung der Verweilzeit, indem das Gut in der äusseren Rotoreinheit aufwärts und in der inneren abwärts gefördert und dabei behandelt wird. Bei dieser zweistufigen Ausbildung ist es erfindungsgemäss vorteilhaft, wenn die äussere Rotoreinheit mehr Scherkanten als die innere Rotoreinheit aufweist.

Nachfolgend werden weitere Bedingungen und Eigenschaften der Erfindung nach Anspruch 15 herausgestellt.

Bei stark überhitzten Reaktionslösungen erfolgt beim Eintritt in beheizte und teilweise evakuierte Ausrüstungen eine unmittelbare Entspannungsverdampfung, auch Flashen genannt. Dieser Vorgang kann zum Mitreissen von Produktteilen ins Kondensationssystem führen. Die Folgen sind Verstopfungen, Betriebsunterbrechungen und Produktionsverluste.

Zur Lösung dieses Problems führt erfindungsgemäss diejenige Ausführungsvariante, bei welcher der Rotor aus zwei coaxialen Rotoreinheiten besteht, wobei die äussere Rotoreinheit der Verteilung und steigenden Förderung des Produktes in einer äusseren Kammer von der in Bodennähe des Reaktors angeordneten Einspeisestelle zu einer Umlenkstelle und die innere Rotoreinheit der Verteilung und fallenden Förderung in einer inneren Kammer von der Umlenkstelle zur in Bodennähe des Reaktors angeordneten Austragstelle dient.

In der äusseren Kammer werden die Brüden im Gleichstrom mit dem Produkt geführt. Die äussere Kammer wirkt dabei gleichzeitig als Beruhigungszone für die Brüden. Die Trennung der Brüden und des Produktes erfolgt bei der Umlenkung in die innere Kammer. Diese Ausführungsform mit zwei coaxialen Rotoreinheiten sowie innerer und äusserer Kammer eignet sich auch für die Polykondensation von Vorkondensaten sowie zum Konzentrieren und Entmonomerisieren von Polymerlösungen. Verfahrensmässig ergibt sich hierbei, dass in der äusseren Kammer die Verweilzeit und damit die Temperaturbelastung bei niedrig reagiertem Kondensat länger ist als in der durch längere Temperaturbelastung bei höher reagiertem Kondensat gekennzeichneten inneren Kammer, was sich vorteilhaft auf die Produktqualität auswirkt.

Unter Polykondensation oder schrittweiser Polymerisation werden hier Reaktionen verstanden, bei welchen die chemische Formel der sich wiederholenden Einheiten, also Molekülketten, gewisse im Monomer vorhandene Bausteine nicht mehr zeigt. Polyäthylen-Terephthalat (PET) beispielsweise wird geformt durch die Polykondensation zweier gleichwertiger Monomere unter Elimination von Wasser. Die zwei gebräuchlichsten Verfahren sind:

– Zweistufige Methode:

Dimethylterephthalat und Äthylenglykol werden verestert zu Diglykoltterephthalat und Methanol. Das Diglykoltterephthalat reagiert unter Abspaltung von Glykol weiter PET.

– Einstufige Methode:

Bei der Herstellung von Terephthalsäure mit erforderlichem Reinheitsgrad kann die Terephthalsäure direkt in Polyester überführt werden. Aus Terephthalsäure und Glykol entstehen dabei PET-Radikale, die sich durch Kondensation weiter zu PET verketteten lassen.

Die erfindungsgemässe, auch Reaktor genannte Vorrichtung mit zwei Rotoreinheiten sowie innerer und äusserer Kammer ist zur Kondensation von PET nach beiden der oben erwähnten Methoden

geeignet, wobei vorausgesetzt wird, dass als Speisung ein PET-Vorkondensat mit einem IV-Wert (Intrinsic Viscosity-Wert) von 0,15 bis 0,25 verwendet wird. Die Beaufschlagung des Reaktors mit Vorkondensat erfolgt bevorzugt kontinuierlich. Das Vorkondensat kann sowohl kontinuierlich, als auch batchweise hergestellt werden. Bei batchweiser Umesterung erfolgt die bevorzugte Herstellung in einer Art, dass der erfindungsgemässe Reaktor kontinuierlich beaufschlagt werden kann.

Nach Anspruch 16 genügt eine einzige Heizkammer zum Beheizen sowohl der äusseren als auch der inneren Kammer.

Obwohl es möglich ist, die beiden Rotoreinheiten starr miteinander zu verbinden, kann eine Ausführungsform nach Anspruch 17 vorteilhaft sein, um die Behandlungsleistung beider Rotoreinheiten durch unterschiedliche Drehzahlen optimal aufeinander abstimmen zu können.

Anspruch 18 beschreibt eine bevorzugte konstruktive Ausgestaltung.

Eine Ausführungsform nach Anspruch 19 kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die äussere Kammer des Reaktors, welche die äussere Rotoreinheit aufnimmt, konisch geformt ist, wobei das Ende mit dem grösseren Durchmesser nach unten gerichtet ist. Da die Einspeisung des Gutes bei der Zweikammer-Ausführung unten erfolgt, ist eine solche Ausführungsform geeignet, die zunehmende Eindickung des Gutes im Verlauf der Behandlung durch die in Förderrichtung abnehmende Behandlungsfläche zu berücksichtigen.

Gemäss Anspruch 20 dienen winkelförmige Stegbleche zur Verteilung des Gutes auf den Behandlungsflächen des Rotors bzw. mindestens einer der Rotoreinheiten bei der Zweikammer-Ausführung.

Gemäss dem abhängigen Anspruch 21 weist eine erfindungsgemässe Ausführung mit zwei coaxialen Rotoreinheiten in einer oder beiden Rotoreinheiten zum Verteilen des Gutes auf den Behandlungsflächen dienende Scherkanten auf.

Anspruch 22 gibt eine bevorzugte Verwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung an

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Daraus ergeben sich weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Vorrichtung mit zwei Rotoreinheiten in einer Seitenansicht, teilweise im Schnitt,

Fig. 2 eine andere Ausführungsform einer Vorrichtung mit zwei Rotoreinheiten in einer Seitenansicht, teilweise im Schnitt,

Fig. 3 eine innere Rotoreinheit in einer Seitenansicht,

Fig. 4 die Rotoreinheit nach Fig. 3 in der Draufsicht,

Fig. 5 eine äussere Rotoreinheit, in einer Seitenansicht, teilweise im Schnitt,

Fig. 6 die Rotoreinheit nach Fig. 5 in der Draufsicht,

Fig. 7 eine Rotoreinheit mit Kernrohr, in der Draufsicht,

Fig. 8 eine innere oder alleinige Rotoreinheit in Käfigausführung, in der Draufsicht und

Fig. 9 eine besonders bevorzugte Ausführung einer Vorrichtung mit einem einzigen Rotor, in einer Seitenansicht, teilweise in Schnitt.

Ein in Fig. 1 dargestellter Reaktor 10 weist einen die Prozesszone umfassenden Körper 12 auf. Unmittelbar auf den Körper 12 aufgesetzt und an diesem über eine Flansch- oder Schweissverbindung befestigt ist ein Oberteil 14. Im Reaktor 10 ist ein aus zwei koaxialen Rotoreinheiten 16, 18 zusammengesetzter Rotor mit einer vertikalen Rotorachse z angeordnet. Die Rotoreinheiten 16, 18 lagern einerseits im Oberteil 14 und sind mit einer dem Oberteil 14 aufgesetzten Antriebseinheit 20 verbunden. Am unteren Ende des Körpers 12 befindet sich eine Austrageinheit 22.

Vom Boden des Körpers 12 ausgehend erstreckt sich zwischen den beiden Rotoreinheiten 16, 18 eine Heizkammer 24. Diese weist eine gegen die innere Rotoreinheit 16 gerichtete innere Heizfläche 26 sowie eine gegen die äussere Rotoreinheit 18 gerichtete äussere Heizfläche 28 auf. Die Heizkammer 24 ist mit einem Eintrittsstutzen 30 zur Zufuhr sowie mit einem Austrittsstutzen 32 zur Abfuhr eines flüssigen oder dampfförmigen Wärmeträgers verbunden. Durch die Heizkammer 24 werden somit im Körper 12 zwei Kammern A und B gebildet, welche von der äusseren und von der inneren Rotoreinheit 18, 16 gleichzeitig bestrichen werden.

Die Rotoreinheiten 16, 18 sind derart mit Flügelstummeln 34, 36 bestückt, dass ein über einen in Bodennähe des Körpers 12 angeordneten Produkteinspeisestutzen 40 in die äussere Kammer A eingeführtes Produkt bzw. Gut an der äusseren Heizfläche 28 der Heizkammer 24 nach oben gefördert und am oberen Ende der Heizkammer 24 über ein Umlenkeblech 38 in die innere Kammer B überführt wird. In der inneren Kammer B wird das umgelenkte Produkt an der inneren Heizfläche 26 der Heizkammer 24 nach unten gefördert. Am unteren Ende der inneren Rotoreinheit 16 befindet sich eine Förderschnecke 42, die zusammen mit dem Rotor über einer Austragpumpe 44 gelagert ist. Die dem Austrag des Produktes aus dem Reaktor dienende Austragpumpe 44 ist mit einem Eintrittsstutzen 46 zur Zufuhr und einem Austrittsstutzen 48 zur Abfuhr eines Wärmeträgers verbunden.

Das integrierte Austragsystem besteht somit aus einem konischen Teil als Übergangsstück vom Körper 12 auf eine geeignete Austragpumpe 44 – beispielsweise eine Zahnradschnecke – mit im konischen Teil sich drehender Förderschnecke 42 sowie der Pumpe selbst. Die Drehzahl der Austragpumpe 44 kann durch geeignete Massnahmen, z.B. Messen des Zulaufdruckes oder des Niveaus im konischen Teil, geregelt werden. Der Austritt gasförmiger flüchtiger Komponenten erfolgt im Oberteil 14 über einen dort angebrachten Brüden-Auslassstutzen 50.

Der Körper 12, das Oberteil 14 und die Austrageinheit 22 sind gegen die Reaktoraussenseite jeweils von einer mit einem Doppelmantel ausgeführten Körperwand 52, Oberteilwand 58 bzw. Konuswand 64 begrenzt. Für die Zu- bzw. Abfuhr

eines den jeweiligen Doppelmantel durchströmenden Wärmeträgers sind Ein- bzw. Austrittsstutzen 60, 62 für die Oberteilwand 58 sowie Ein- bzw. Austrittsstutzen 66, 68 für die Wand 64 des konischen Teils vorgesehen.

Zur vertikalen fliegenden Aufstellung des Reaktors 10 sind mit dem Oberteil 14 Pratten bzw. eine Platte 70 verbunden. Im Oberteil 14 befinden sich des weiteren eine Lagereinheit sowie Gleitringdichtungen zur Abdichtung des Rotors zu den Kammern A und B.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Variante des Reaktors 10 sind die äussere Heizfläche 28 der Heizkammer 24 sowie die Körperwand 52 nicht vertikal sondern schräg angeordnet. Demzufolge befindet sich auch die von der inneren Heizfläche 26 der Heizkammer 24 und der Körperwand 52 eingeschlossene Kammer A in Schräglage. Die in Fig. 2 gezeigten Ausführungsformen für die innere bzw. äussere Rotoreinheit 16, 18 sowie weitere mögliche Varianten sind nachfolgend anhand der Fig. 3 bis 8 näher erläutert.

Gemäss Fig. 3 und 4 sind an einem Kernrohr 74 parallel zur Rotorachse z angeordnete, winkelförmige Stegbleche 72 angeschweisst. Auf der Aussen- seite der Stegbleche sind Blattelemente 76 schraubenlinienförmig angeordnet. Hierbei überragt die äussere Begrenzungslinie 77 der Blattelemente 76 die Kante 78 des winkelförmigen Stegbleches 72 um ein Mass a.

In den Fig. 5 und 6 ist der zu den Fig. 3 und 4 analoge Aufbau einer äusseren Rotoreinheit 18 dargestellt. Die Stegbleche 72 mit den Blattelementen 76 sind hier innerhalb eines Aussenrohrs 80 angeordnet und entsprechend der Förderung des Produkts an der inneren Heizfläche 26 der Heizkammer 24 nach innen gerichtet.

In Fig. 7 und 8 sind zwei alternative Rotor-Ausführungsformen einander gegenübergestellt. Fig. 7 zeigt eine Ausführung mit einem Kernrohr 74. In Fig. 8 ist an Stelle eines Kernrohres ein Käfig 82 angeordnet. Die äussere Begrenzungslinie 77 der schraubenlinienförmig angeordneten Blattelemente 76 steht auch hier gegenüber der senkrechten Kante 84 des Käfigs 82 um ein Mass a vor. Der Rotor in Käfigausführung bietet die Möglichkeit, im Inneren einen Kondensator anzuordnen. Bei beiden Ausführungsvarianten liegt die Anzahl der Blattelemente zwischen 2 und 80, typischerweise zwischen 4 und 32.

Die in den Fig. 7 und 8 gezeigten Ausführungsformen sind sowohl als innere Rotoreinheit 16 bei einer Vorrichtung mit zwei Rotoreinheiten als auch als einziger Rotor 15 der in der Fig. 9 dargestellten Ausführung einer Vorrichtung mit nur einem Rotor geeignet.

Bei der Ausführung nach Fig. 7 sind die als Fördererelemente dienenden, in axialen Reihen verteilt angeordneten, gesamthaft an der äusseren Begrenzungslinie 77 eine Schraubenlinie bildenden Blattelemente 76 an den winkelförmigen Stegblechen 72 befestigt, die ihrerseits mittels Tragelementen 75 am Kernrohr 74 starr befestigt sind. Die Stegbleche 72 bilden jeweils im Querschnitt ein stumpfwinkliges keilförmiges Element, dessen radial

gerichtete Spitze als Scherkante 78 dient. Bezogen auf eine über die äussere Begrenzungslinie 77 der Blattelemente 76 gelegte Tangente  $t$  weist das keilförmige Element 72 einen in Drehrichtung 71 nachlaufenden Winkel  $\alpha$  auf, der grösser ist als ein in Drehrichtung 71 vorlaufender Winkel  $\beta$ .

Obwohl hier der Ausdruck «Stegbleche» 76 für die keilförmigen Elemente verwendet wird, können diese auch aus einem anderen Werkstück, beispielsweise aus einem gezogenen Profil bestehen.

In Abweichung von der dargestellten Ausführung nach Fig. 7 ist es auch möglich, die als Fördererlemente dienenden Blattelemente unmittelbar am Kernrohr zu befestigen und die winkelförmigen Stegbleche 72 in axialer Richtung abschnittsweise dazwischen anzuordnen. Dabei können die Blattelemente in der Draufsicht trapezförmig sein, wobei ihre Breitseite der äusseren Begrenzungslinie 77 und ihre Schmalseite dem Kernrohr 74 zugekehrt ist.

Bezugnehmend auf die Fig. 3 bis 8 lässt sich die Funktion des Rotors unterteilen in Fördern und Verteilen des eingetragenen Produktes. Die Verteilung des Produktes auf die innere und äussere Heizfläche 26, 28 der Heizkammer 24 bzw. bei der Reaktorausführung mit nur einem Rotor auf die beheizbare Innenseite der Körperwand 52 wird durch die winkelförmigen Stegbleche 72 erreicht. Die an diesen Stegblechen 72 schraubenlinienförmig angeordneten Blechsegmente bzw. Blattelemente 76 übernehmen die Förderung des Produktes.

Der Spalt zwischen der Kante 78 der Stegbleche 72 zur Heizfläche 26, 28 bzw. zur Innenseite der Körperwand 52 ist hierbei grösser oder gleich dem Spalt zwischen der äusseren Begrenzungslinie 77 der Blattelemente 76 und der Heizfläche 26, 28 bzw. der Innenseite der Körperwand 52. Spaltweiten und Anzahl der Stegbleche sowie deren Länge und Kombination untereinander richten sich nach Art des zu verarbeitenden Produktes.

Die Drehzahlen der Rotoreinheiten 16, 18 in den Kammern A und B können in festem Verhältnis zueinander stehen oder unabhängig voneinander variiert werden. Dies wird erreicht durch eine koaxiale Hohlwellenausführung beider Antriebswellen zu den Rotoreinheiten. Auf die beiden koaxialen Enden der Rotorantriebswellen wird ein Getriebe aufgesteckt. Bei festem Drehzahlverhältnis beider Rotoreinheiten 16, 18 hat das Getriebe eine einzige Antriebswelle, bei unabhängiger Drehzahl beider Rotoreinheiten 16, 19 zwei Antriebswellen. Die Getriebe-Antriebswellen werden durch bekannte drehzahlverstellbare Antriebe angetrieben, beispielsweise durch Hydraulikmotoren oder frequenzgeregelte Elektromotoren. Die gesamte Antriebseinheit ist am Oberteil 14 abgestützt.

Nachfolgend werden beispielhafte Betriebsbedingungen für einen erfindungsgemässen Reaktor gemäss der in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsform bei der Verarbeitung von Polyäthylen-Terephthalat (PET) näher beschrieben.

Ein typischerweise bei einer Temperatur von etwa 280°C anfallendes PET-Vorkondensat mit einem IV-Wert (Intrinsic Viscosity) von 0,18 bis 0,20 wird mittels einer volumetrischen Pumpe – bei-

spielsweise eine Zahnradpumpe – durch den Produkt-Einspeisestutzen 40 in den Reaktor 10 eingespiessen. Die äussere Rotoreinheit 18 in der äusseren Kammer A erfasst das flüssige Produkt und verteilt es in dünner Schicht auf der beheizten äusseren Heizfläche 28 der Heizkammer 24. Die als Doppelwand der äusseren Kammer A ausgebildeten Körperwand 52 wie auch die Heizkammer 24 werden mit einem flüssigem Heizmedium beaufschlagt, welche eine Temperatur von etwa 320°C aufweist. Die äussere Rotoreinheit 18 in der äusseren Kammer A fördert gleichzeitig das Produkt in dünner Schicht nach oben. Die Umfangsgeschwindigkeit des Rotors beträgt beispielsweise 2 m/s. Mit der Drehzahl des Rotors kann dabei gleichzeitig die Verweilzeit des Produktes beeinflusst werden.

Durch die spezielle Ausführung des Rotors wird eine häufige Umschichtung des Produktfilms erzielt und dadurch eine stete Oberflächenerneuerung erreicht. Damit werden ausgezeichnete Verhältnisse für den Stoffaustausch geschaffen. Der Druck in der äusseren Kammer A beträgt etwa 0,5 bis 1,0 mbar.

Am oberen Ende der Kammer A wird das Produkt zur inneren Heizfläche 26 der Heizkammer 24 in die innere Kammer B umgelenkt. Zu diesem Zeitpunkt beträgt der IV-Wert etwa 0,50. In der inneren Kammer B beträgt der Druck ebenfalls etwa 0,5 bis 1,0 mbar. Das Kondensat wird von der koaxialen inneren Rotoreinheit 16 erfasst und in dünner Schicht auf der inneren Heizfläche 26 der Heizkammer 24 verteilt und nach unten gefördert. Die Umfangsgeschwindigkeit der inneren Rotoreinheit 16 beträgt etwa 1,5 m/s.

Das reagierte Produkt wird durch die integrierte Austrageinheit 22, bestehend aus der Förderschnecke 42 zum Füttern der Austragpumpe 44 und der Pumpe selbst zum Druckaufbau, ausgetragen. Die Temperatur der Schmelze an dieser Stelle beträgt etwa 310°C und der IV-Wert ist grösser oder gleich 0,60.

Die abgespaltenen Monomere sowie Wasser verlassen den Rotor im Oberteil 14 über den Brüden-Auslassstutzen 50. In der Kammer A werden die Monomere in Richtung des Produktflusses abgezogen, währenddessen in der Kammer B die Richtungen gegenläufig sind. An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass der Energieeintrag in das Produkt nicht nur über die Heizflächen 26, 28 der Heizkammer 24 erfolgt, sondern auch über den Rotor.

Die in der Fig. 9 dargestellte, als Reaktor 10 dienende Vorrichtung weist einen einzigen Rotor 15 mit einem Kernrohr 74 auf, an welchem über den Umfang gleichmässig verteilt, mehrere im Querschnitt keilförmige Elemente 72 starr befestigt sind. Diese erstrecken sich vorwiegend in axialer Richtung vorzugsweise über die volle Achserstreckung einer beheizten mantelförmigen Behandlungsfläche 53. Zur Beheizung wird einer innerhalb einer Körperwand 52 angeordneten Heizkammer ein Wärmeträger über einen Eintrittsstutzen 54 zu- und über einen Austrittsstutzen 56 abgeführt.

An den im Querschnitt keilförmigen Elementen 72 sind radial gerichtete Blattelemente als Fördererlemente 76 befestigt. Deren äussere Kanten sind

umfangsseitig derart schraubenlinienförmig angeordnet, dass sie das über einen Produkt-Einspeisestutzen 40 zugeführte, zu behandelnde Gut abwärts zu einer Austrageinheit 22 fördern, sobald der Rotor 15 in der vorgegebenen Drehrichtung durch eine Antriebseinheit 20 angetrieben ist. Unten wird das behandelte Gut über eine trichterförmige Konuswand 64 einer Förderschnecke 42 zugeführt. Dieser ist eine Austragpumpe 44 nachgeordnet.

Bei den im Querschnitt keilförmigen Elementen 72 kann es sich beispielsweise um winkelförmige Stegbleche oder auch um Profilelemente handeln. Die radial gerichteten Kanten der Elemente 72 dienen als Scherkanten 78. Im Gegensatz zu der dargestellten Ausführung können die Scherkanten 78 mindestens teilweise anstelle in axialer Richtung auch derart in einem Anstellwinkel von beispielsweise 200 angeordnet sein, dass sie dem zu fördernden Gut eine Komponente erteilen, die der Förderrichtung entgegengesetzt ist. Die Scherkanten 78 weisen stets einen von der Behandlungsfläche 53 gleichbleibenden Abstand auf.

Wie bereits erwähnt, dienen die Scherkanten 78 dazu, das zu behandelnde Gut gleichmässig auf der Behandlungsfläche 53 zu verteilen, während die Fördererlemente 76 das Gut unabhängig von der Verteilung weiterfördern.

Aus der Fig. 9 geht deutlich hervor, dass die Fördererlemente 76 mit ihren äusseren Rändern nahe- zu bis an die Behandlungsfläche 53 heranreichen.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur thermischen Behandlung eines viskosen Gutes, insbesondere eines thermoplastischen Elastomers, mit einer beheizbaren zylindrischen und/oder konischen mantelförmigen Behandlungsfläche (26, 28, 53) und einem Rotor (15), der zur Bewegung des Gutes entlang der Behandlungsfläche (26, 28, 53) in Richtung eines Auslasses (22) dienende Fördererlemente (34, 36, 76) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (15) mindestens eine zum Verteilen des Gutes auf der Behandlungsfläche (26, 28, 53) dienende Scherkante (78, 84) aufweist, welche von der Behandlungsfläche (26, 28, 53) in einem grösseren Abstand als der äussere Rand der Fördererlemente (34, 36, 76) angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Scherkante (78, 84) zur Verteilung des Gutes in Umfangsrichtung in axialer Richtung erstreckt und/oder in einem solchen, von der axialen Richtung abweichenden negativen Anstellwinkel, dass dem Gut eine der Förderrichtung entgegengesetzte Komponente erteilt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Scherkante (78, 84) einlassseitig mindestens annähernd in axialer Richtung und auslassseitig in einem negativen Anstellwinkel erstreckt.

4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scherkante (78, 84) starr ist und über ihre Länge einen gleichbleibenden Abstand zur Behandlungsfläche (53) aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Scherkante (78, 84) über die volle Achserstreckung der Behandlungsfläche (53) erstreckt.

6. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scherkante (78, 84) die radial gerichtete Spitze eines im Querschnitt keilförmigen Elementes (72) ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das im Querschnitt keilförmige Element (72), bezogen auf eine über die äussere Begrenzungslinie (77) der Fördererlemente (76) gelegte Tangente (t), einen in Drehrichtung (71) nachlaufenden Winkel ( $\phi$ ) aufweist, der grösser ist, als ein in Drehrichtung (71) vorlaufender Winkel ( $\beta$ ).

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die durch Flügel gebildeten Fördererlemente (76) und das im Querschnitt keilförmige Element (72) starr an einem Kernrohr (74) des Rotors (15) angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördererlemente (76) unmittelbar am Kernrohr (74) befestigt sind und jeweils in ihrem Randbereich das keilförmige Element (72) tragen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Fördererlemente (76) umfangsseitig in axialen Reihen verteilt angeordnet sind, wobei sich die Reihen mindestens annähernd parallel zur Rotorachse (z) erstrecken, dass die Fördererlemente (76) mindestens mit ihren der Behandlungsfläche zugekehrten Rändern gesamthaft eine Schraubenlinie bilden, dass jedes Fördererlement (76) trapezförmig ausgebildet ist und dass die Breitseite der Fördererlemente (76) der Behandlungsfläche (53) und die Schmalseite dem Kernrohr (74) zugekehrt ist.

11. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (15) eine Mehrzahl von axialsymmetrisch verteilten Scherkanten (78, 84) aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Anzahl der Scherkanten (78, 84) auslassseitig kleiner als einlassseitig ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die durch Flügel gebildeten Fördererlemente (76) starr an einem im Querschnitt mehreckigen Käfig (82) des Rotors (15) befestigt sind und dass die Ecken des Käfigs die Scherkanten (84) bilden.

14. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass unterhalb des stehend angeordneten Rotors (15) auf der Rotorachse (z) eine Förderschnecke (42) aufweisende Austrageinheit (22) angeordnet ist und dass der Rotor (15) auf der Förderschnecke (42) abgestützt und gemeinsam mit dieser gelagert ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor aus zwei koaxialen Rotoreinheiten (16, 18) besteht, wobei die äussere Rotoreinheit (18) der Verteilung und steigenden Förderung des Produktes in einer äusseren Kammer (A) von der in Bodennähe der als Reaktor (10) dienenden Vorrichtung angeordneten Einspeisestelle (40) zu einer Umlenkstelle (38) und die innere

Rotoreinheit (16) der Verteilung und fallenden Förderung in einer inneren Kammer (B) von der Umlenkstelle (38) zur in Bodennähe des Reaktors (10) angeordneten Austrageinheit (22) dient.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die innere und die äussere Rotoreinheit (16, 18) durch eine zwischenliegende Heizkammer (24) mit innerer und äusserer Heizfläche (26, 28) voneinander getrennt sind. 5

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Rotoreinheiten (16, 18) unabhängig voneinander antreibbar sind. 10

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Wände (52, 58, 64) des Reaktors (10) sowie die Heizkammer (24) zum Beaufschlagen mit einem flüssigen oder dampfförmigen Wärmeträger als Doppelmantel ausgeführt sind. 15

19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die äussere Kammer (A) des Reaktors (10) mit der äusseren Rotoreinheit (18) gegen die vertikale Rotorachse (z) geneigt angeordnet ist. 20

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass am Rotor (15) bzw. an den Rotoreinheiten (16, 18) Scherkannten (78) aufweisende, im Querschnitt winkelförmige Stegbleche (72) zur Verteilung des Gutes sowie schraubenlinienförmig angeordnete Blattelemente (76) zur Förderung des Gutes angeordnet sind. 25 30

21. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor aus zwei coaxialen Rotoreinheiten (16, 18) besteht, wobei die äussere Rotoreinheit (18) der Verteilung und steigenden Förderung des Produktes in einer äusseren Kammer (A) von der in Bodennähe des Reaktors (10) angeordneten Einspeisestelle (40) zu einer Umlenkstelle (38) und die innere Rotoreinheit (16) der Verteilung und fallenden Förderung in einer inneren Kammer (B) von der Umlenkstelle (38) zur in Bodennähe des Reaktors (10) angeordneten Austrageinheit (22) dient und dass mindestens eine der Rotoreinheiten (16, 18) mindestens eine zum Verteilen des Gutes auf der Behandlungsfläche (26, 28, 53) dienende Scherkante (78, 84) aufweist, welche von der Behandlungsfläche (26, 28, 53) in einem grösseren Abstand als der äussere Rand der Fördererelemente (34, 36, 76) angeordnet ist. 35 40 45

22. Verwendung der Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche zur Weiterverarbeitung von Vorkondensaten von durch Polykondensation hergestellten Kunststoffen sowie zum Konzentrieren und Entmonomerisieren von Polymerlösungen. 50

55

60

65

7

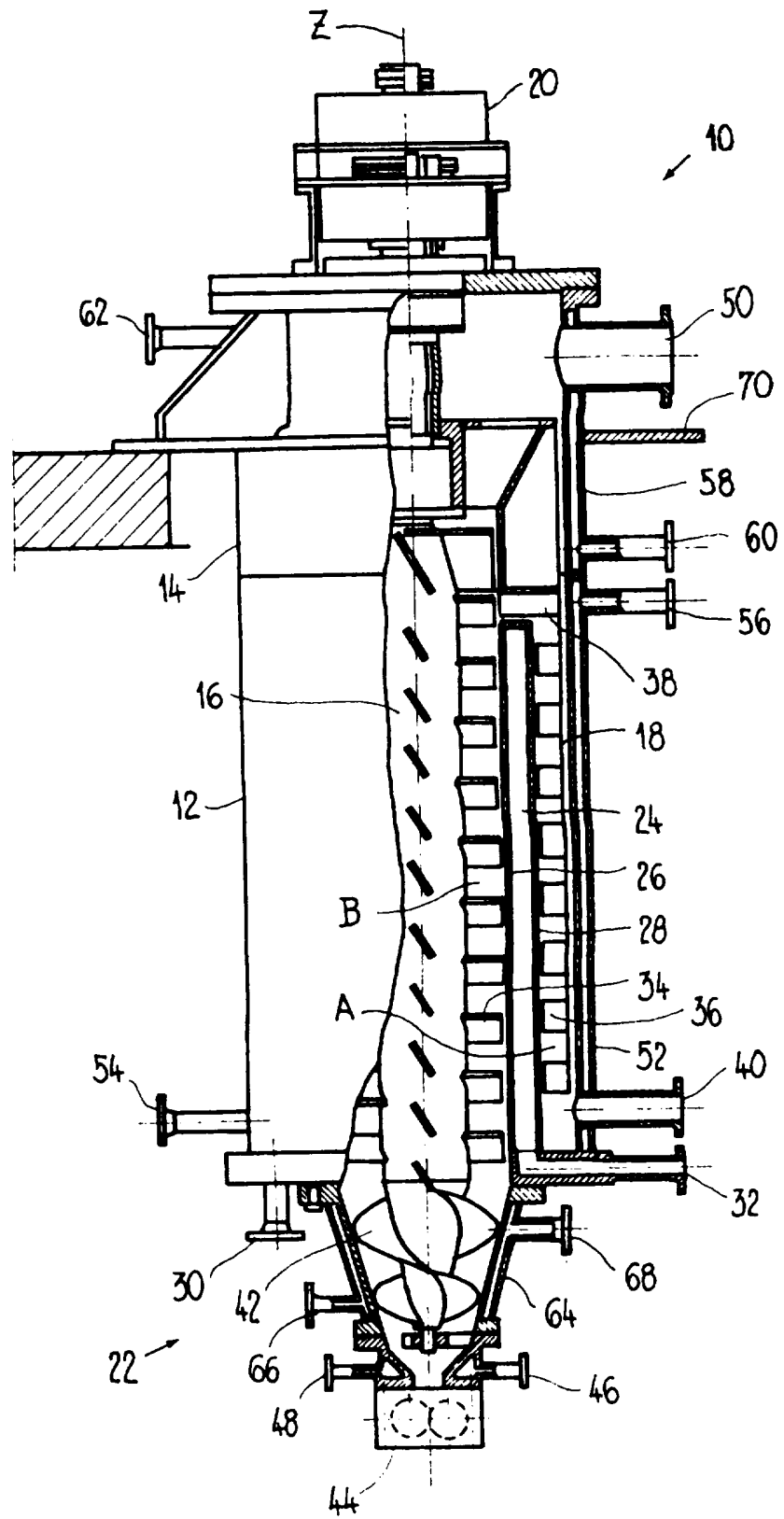


Fig.1

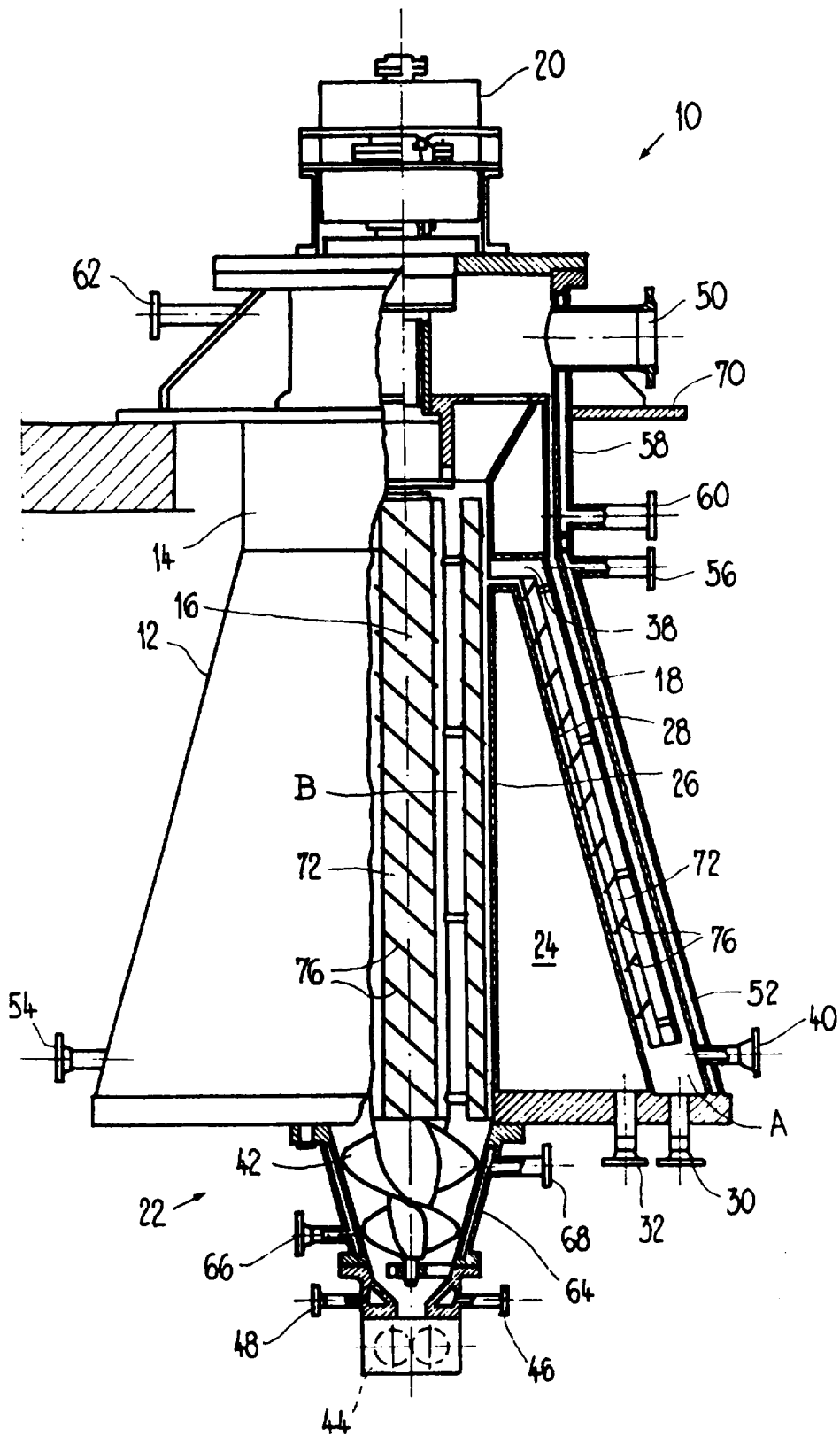
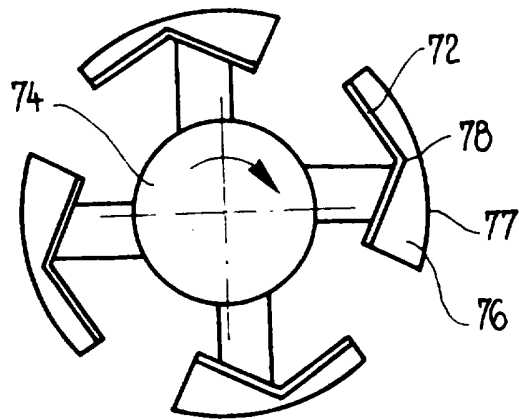
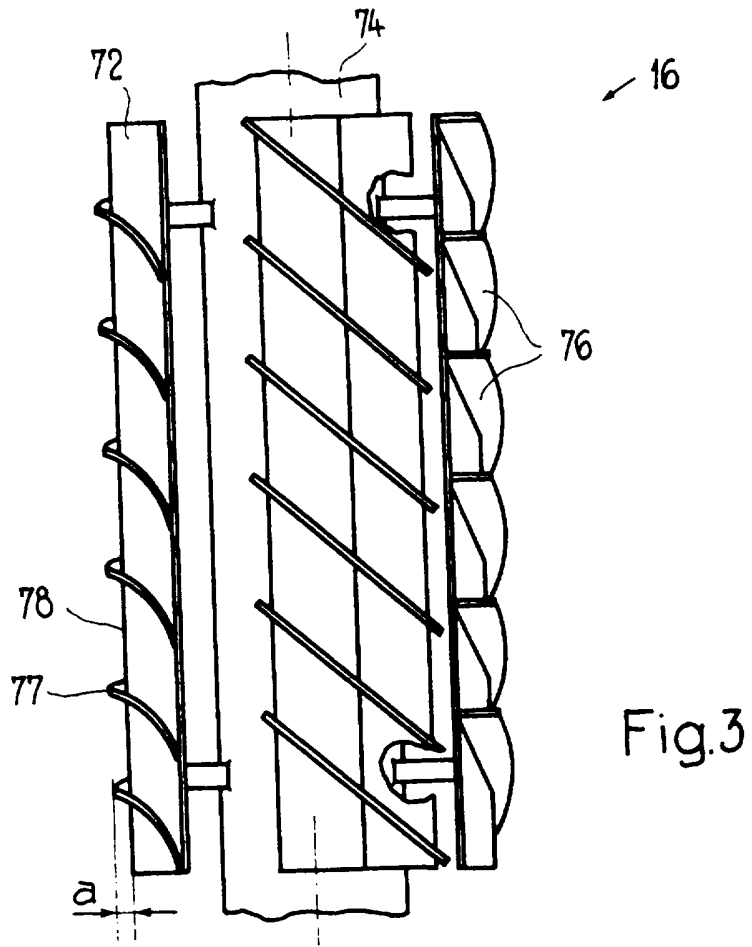
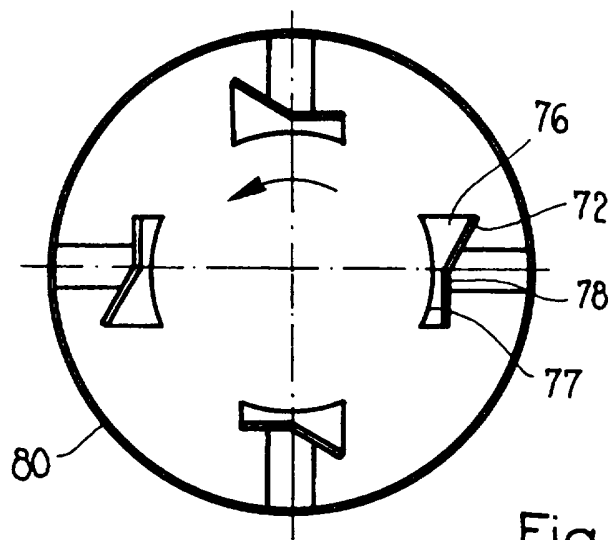
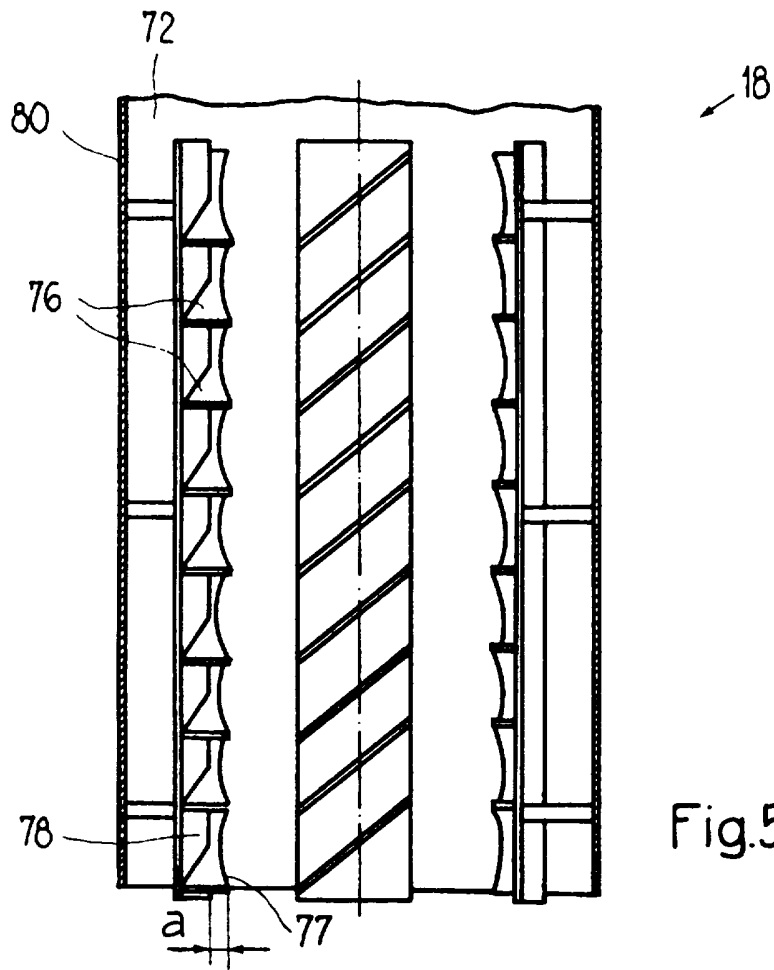
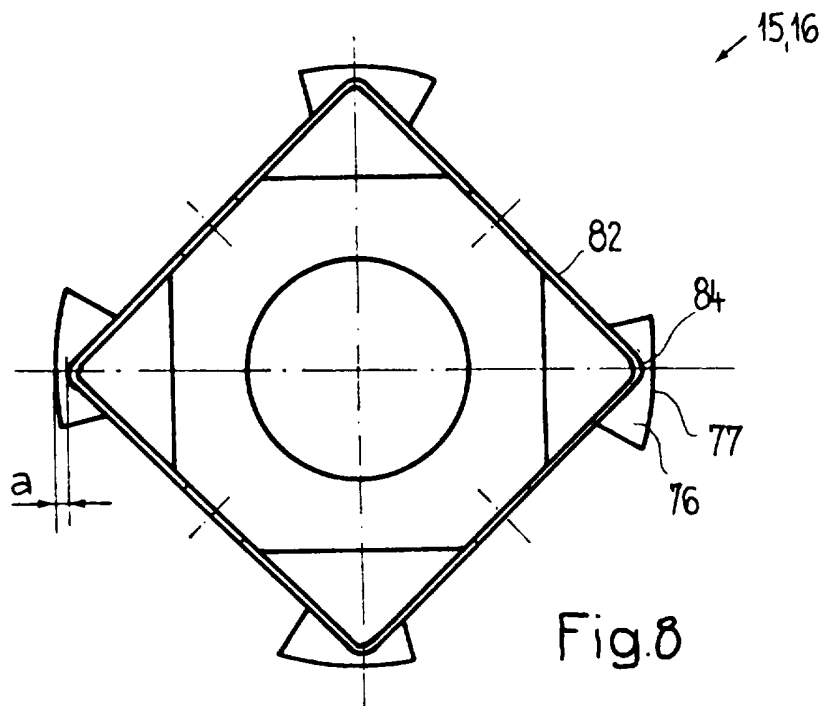
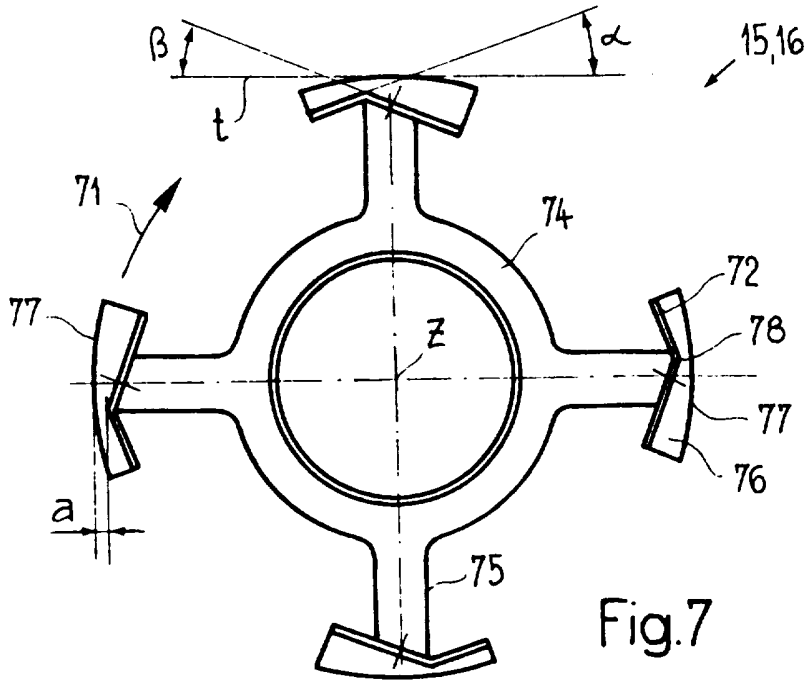


Fig.2







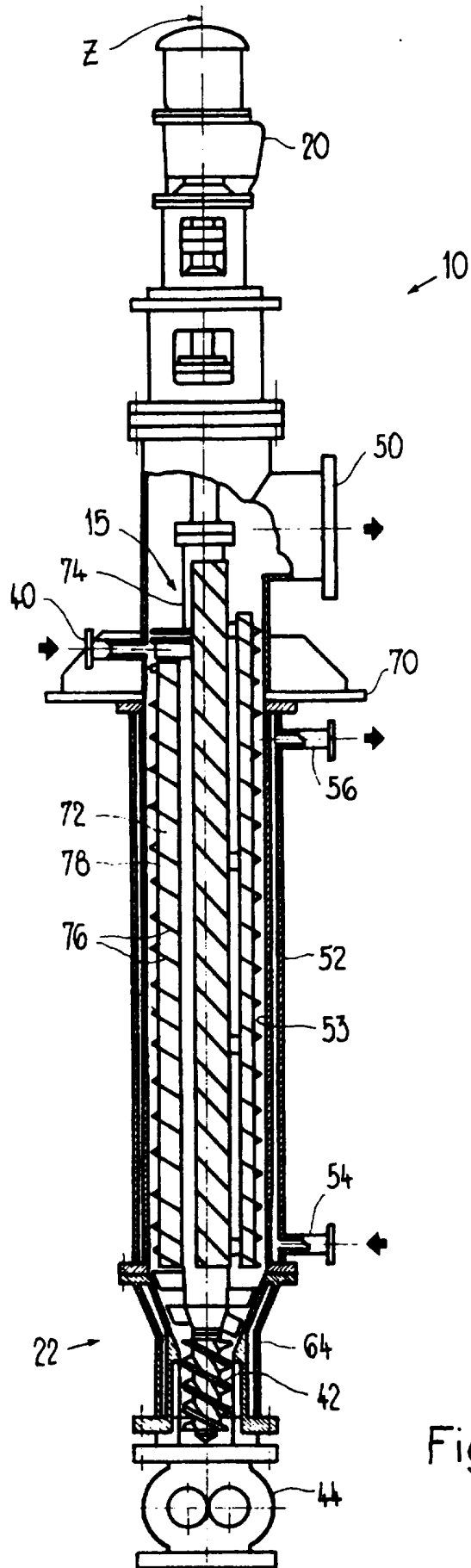


Fig.9