

Die Erfindung betrifft einen Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und aus einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen, mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Abbrennen zugeführt wird.

Derartige Partikelfilter werden für die Reinigung von Abgasen aus Brennkraftmaschinen, insbesondere bei Fahrzeugen, die mit Dieseldieselkraftstoff betrieben werden, benötigt, um die Rußpartikel, die gesundheitsschädlich sind und eine hohe und gefährliche Umweltbelastung darstellen, herauszufiltern. Diese Partikelfilter sind in zwei Ausführungen bekannt. Bei der einen Ausführung erfolgt die Filtration des Abgases beim Durchströmen eines Keramikblockes (Monolithen), der eine Vielzahl von Durchgangskanälen aufweist, von denen schachbrettartig jeweils ein Kanal eintrittsseitig und ein Kanal austrittsseitig verschlossen ist, so daß das Abgas in den einen Kanal einströmt, sodann durch den als Filter wirkenden umgebenden Monolithabschnitt in den benachbarten Kanal einströmt und diesen, von Rußpartikel befreit, verläßt. Einen solchen Rußfilter beschreibt z.B. die DE-OS 32 17 357.

Die andere Ausführungsart verwendet zur Partikelfiltration Filterkerzen. Diese Filterkerzen sind vorzugsweise als Wickelfilter ausgebildet. Dabei wird ein mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenes Tragrohr mehrlagig mit Filtermaterialfäden umwickelt, so daß ein mit einer Textilgarnspule vergleichbares Element entsteht. Eine derartige Anordnung zeigt z.B. die DE-OS 38 15 148 mit besonderer Darstellung der Lagerung der Filterkerzen in Halteplatten. Die Filterkerzen können auch durch einen Schlauchüberzug aus Filtermaterial über ein Tragrohr entsprechend der DE-OS 38 23 205 gebildet sein. Auch die Filterkerzen werden von außen nach innen durchströmt, das zu reinigende Abgas tritt durch das Filtermaterial in die Tragrohre, die eintrittsseitig verschlossen sind ein, die Rußpartikel werden beim Durchströmen des gewickelten Filtermaterials zurückgehalten und das gereinigte Abgas strömt durch die Tragrohre in den Austrittstrichter und wird von dort abgeführt. Die Filterkerzen sind dabei auf konzentrischen Kreisen im Filtergehäuse angeordnet und sind von einheitlicher Bauform Anstelle der mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen eintrittsseitigen Halteplatte kann auch ein Haltegitter angeordnet sein.

Während des Betriebes der Brennkraftmaschine erfolgt beim Durchströmen des Partikelfilters eine Aufrufung, d.h. das Filtermaterial setzt sich zunehmend mit Rußpartikel zu, und der Ruß muß

nach einer relativ geringen Betriebsdauer entfernt werden. Eine mechanische Entfernung scheidet praktisch aus, da hierzu der gesamte Filter ausgebaut werden und der Ruß entsorgt werden müßte. Man ist daher auf ein Abbrennen oder Freibrennen des angereicherten Rußes angewiesen. Hierzu werden dem Abgas aus einem Vorratsbehälter Oxidationsmittel als Additive zugesetzt, so daß der gesammelte Ruß mit diesen die Rußzündtemperatur herabsetzenden und die Verbrennungsgeschwindigkeit erhöhenden Mitteln in Kontakt kommt und abgebrannt werden kann. Diese Art des Freibrennens des angesammelten Rußes hat jedoch den Nachteil, daß die Additive chemische Verbindungen sind, die leicht entflammbar sind und das Abgas mit unerwünschten Bestandteilen anreichert, deren Umweltverträglichkeit noch nicht erwiesen ist. Man hat daher bereits versucht, einen Dieseldieselmotor als externe Wärmequelle anzuschließen, konnte mit der bekannten Anordnung aber nicht im Fahrbetrieb des Fahrzeuges die Filter regenerieren. Daher ist man bei dieser Lösung auf sehr große Filter angewiesen, um eine Speicherkapazität zu erhalten, die einen längeren Fahrbetrieb zwischen den Regenerationsphasen zuläßt. Diese Ruhepausenregeneration ist bei Fahrzeugen möglich, die im Intervallbetrieb arbeiten, z.B. Busse im innerstädtischen Betrieb. Für andere Fahrzeuge muß die Regeneration während des Fahrbetriebes erfolgen. Hierfür hat man z.B. zwei Filter parallel zueinander angeordnet und regeneriert jeweils einen der beiden Filter.

Bei Anordnung nur eines Partikelfilters mit mehreren Filterkerzen oder eines Monolithblockes mit vielen Kanälen wird zur "Fahrregeneration", sobald sich eine höhere Belegung mit Rußpartikel z.B. über den Abgasgegendruck feststellen läßt, eine externe Wärmequelle zugeschaltet, die das zu reinigende Abgas soweit erhitzt ($> 600^{\circ}\text{C}$), daß der Freibrennvorgang erfolgen kann. Dabei hat sich jedoch gezeigt, daß vor allem im Lastzuständen mit geringem Abgasmassenstrom während der Regeneration die Filterkerzen nicht auf ihrer gesamten Länge freigebrannt werden, daß ferner je nach Beaufschlagung die inneren Filterkerzen weiter als die äußeren frei gebrannt werden. Ursache hierfür ist, daß bereits ein Freibrennen der etwa vorderen Hälfte der Filterkerzen für einen ausreichend niedrigen Strömungswiderstand sorgt und damit der hintere Teil bzw. die äußersten Filterkerzen nicht genügend durchströmt werden. Aus dieser unvollkommenen Regeneration ergeben sich immer kürzere Wiederaufrufungszeiten, die im ungünstigsten Fall zum Ausfall des Filters führen können. Versuche haben gezeigt, daß die Aufrufungszeit von z.B. 135 Minuten bei Erstaufbau auf 15 bis 20 Minuten zurückging.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt

der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Partikelfilter aufzuzeigen, der eine Regeneration während des Fahrbetriebes ermöglicht und bei dem ein hoher Freibrenngrad über der gesamten Filterlänge erzielt wird, so daß die Wiederaufruhezeit etwa konstant ist und der Erstaufuhrzeit entspricht.

Diese Aufgabe wird bei einem Partikelfilter dadurch gelöst, daß über dem Querschnitt des Gehäuses verteilt in mindestens einer Halteplatte gelagerte Überströmröhre angeordnet sind, und daß die eintrittsseitige Halteplatte in der nicht von Filterkerzentragrohren und überströmröhren besetzten Fläche Abgasdurchtrittsöffnungen aufweist. Diese Lösung ist nach naheliegenden, eventuell erforderlichen Abwandlungen bei allen Partikelfiltern anwendbar, auch bei solchen, bei denen die Filterung über mit Kanälen versehenen Monolithen erfolgt. In diesem Fall werden die Überströmröhre durch beidseits offene, in die - hier später beschriebene - Zusatzkammer mündende Kanäle gebildet.

Bei einem gattungsgemäßen, mit Rußfilterkerzen bestückten Partikelfilter sind die Filterkerzen in einer stromab vorderen und einer hinteren Halteplatte gelagert. Das zu reinigende Abgas wird dem Filterkerzenbereich (der Reinigungszone) durch Abgasdurchtrittsöffnungen in der vorderen Halteplatte und durch die Überströmröhre aus dem Eintrittstrichter oder der Eintrittskammer zugeführt. Während der Regeneration wird dem Abgas externe Wärme, in der Eintrittskammer z.B. durch einen mit flüssigem Brennstoff betriebenen Brenner zugeführt, so daß über das auf die Zündtemperatur erhitzte Abgas der Freibrennvorgang initiiert wird. Die Überströmröhre, die im stromabseitigen Bereich Abgasaustrittsöffnungen aufweisen und austrittsseitig verschlossen sind, leiten während der Aufruhephase Abgas in den stromab unteren Bereich der Filterkerzen und bewirken damit eine gleichmäßigere Beaufschlagung der Filterkerzen über deren Länge. In der Freibrennphase (Regenerationsphase) wird durch diese Überströmröhre entsprechend heißes Abgas (zu reinigendes Abgas gemischt mit heißem Abgas der externen Wärmequelle) dem stromab hinteren Bereich der Filterkerzen zugeführt, so daß auch dieser Abschnitt der Filterkerzen durch Freibrennen gleichzeitig regeneriert wird.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte und zweckmäßige weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufgezeigt, die zumindest teilweise alleine oder in Kombination selbständige erfinderische Merkmale aufweisen.

Eine zweckmäßige Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Partikelfilters zeigt das Merkmal, daß ein Überströmröhre in der Längsachse des Gehäuses und weitere Überströmröhre konzentrisch hierzu angeordnet sind, wobei die Anzahl der Über-

strömröhre pro Kreis nach außen zunimmt. Dadurch sind die Überströmröhre derart angeordnet, daß jedes Überströmröhre von möglichst vielen Filterkerzen umgeben ist, so daß die Filterkerzen alle über ihre Länge möglichst gleichmäßig angeströmt werden. Damit wird ferner erreicht, daß der mit Filterkerzen bestückte Abschnitt des Partikelfilters auch bei niedrigen Lastzuständen gleichmäßig über die gesamte Länge durchströmt wird. Damit wird automatisch ein gleichmäßiges Beladen bzw. Freibrennen der umgebenden Filterkerzen erreicht und eine ausreichend lange Wiederaufruhezeit bei gleichmäßiger Aufruhezeit sichergestellt.

Da die Partikelfilter Teil der Schalldämpfanlage des Fahrzeugmotors sind, ist es vorteilhaft, dem Partikelfilter auch Schalldämpfeigenschaften zuzuordnen. Es hat sich gezeigt, daß dies bei gleichzeitiger Verbesserung der Filtereigenschaften, sowohl hinsichtlich der Aufruhezeit als auch des Freibrennens, dadurch möglich ist, daß in dem Partikelfilter stromab hinter dem Filterkerzenbereich eine weitere Kammer durch einen eingesetzten Boden gebildet ist, die von den das Filtermaterial tragenden Rohren durchdrungen wird und in die beidseitig offene Überströmröhre münden, so daß das Abgas bzw. Abgas/Heißgasgemisch in diese Kammer eintreten kann. Diese Zusatzkammer wirkt mit den Tragrohren als Resonator-kammer schalldämpfend und dient gleichzeitig der Führung des ungeräuschten Abgases bzw. des Abgas/Heißgasgemisches zurück in den Filterabschnitt des Partikelfilters, so daß die Filterkerzen auch im stromabliegenden Bereich angeströmt werden. Hierzu ist auch der eingesetzte Boden mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehen. Das gereinigte Abgas strömt durch die eintrittsseitig verlängerten Tragrohre der Filterkerzen, die diese Zusatzkammer durchdringen, in den Austrittstrichter und von dort über die Abgasleitung ab.

Um während der Regenerationsphase eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung der Filterkerzen über den Gesamtquerschnitt mit aufgeheiztem Abgas zu erreichen, ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung in Strömungsrichtung vor dem mit Filterkerzen und Überströmröhren versehenen Filterraum des Partikelfilters als Eintrittskammer eine Mischkammer angeordnet. In diese Mischkammer wird zum einen vorzugsweise radial oder tangential das zu reinigende Abgas zugeführt und zum anderen vorzugsweise axial das Heißgas. Hierdurch tritt eine gute Durchmischung und damit eine gleichmäßige Aufheizung des Abgases auf und der gesamte Filterquerschnitt wird gleichmäßig beaufschlagt. Das Heißgas kann dabei einer externen Wärmequelle entnommen werden oder das Abgas eines angesetzten Brenners sein. Die axiale Zuführung dieses Heißgases kann aber auch über einen eingangsseitig axial an der Mischkammer angeord-

neten Eintrittstrichter erfolgen. In dieser Mischkammer können, falls erforderlich, auch strömungslenkende Elemente, wie z.B. Leitflächen, angebracht werden.

Gemäß einer Weiterführung können die Überströmröhre über mindestens einen Teil ihrer Länge Abgasdurchtrittsöffnungen aufweisen, so daß den jeweils benachbarten Filterkerzen über der gesamten Länge zusätzlich Abgas zugeführt werden kann. Dabei sind die Überströmröhre bei der Anordnung ohne der Zusatzkammer hinter dem Filterabschnitt austrittsseitig verschlossen, so daß das gesamte die Überströmröhre durchströmende Abgas den Filterkerzen zugeführt wird. Um eine gleichmäßige Aufrußung und auch ein vollständiges Freibrennen zu erreichen, sind die Abgasdurchtrittsöffnungen in den Überströmröhren derart angeordnet, daß die Anzahl der Abgasdurchtrittsöffnungen stromab zunimmt. Gleichwertig ist natürlich auch, daß die Größe der Abgasdurchtrittsöffnungen stromab zunimmt. Entscheidend ist, daß stromab mehr Abgas den Filterkerzen zugeführt wird, damit insbesondere beim Freibrennen die gesamte Länge der Filterkerzen erfaßt wird. Dieser gleichmäßigen Zuführung des Abgases dient auch die Weiterführung, nach der die Überströmröhre unterschiedliche Durchmesser aufweisen, z.B. in Abhängigkeit von der Abgaszuströmung aus dem Eintrittstrichter oder der Eintrittskammer, wobei die Durchmesser radial nach außen zunehmen. Eine Weiterführung zeigt das Merkmal, daß die Eintrittskammer mindestens einen Anschluß für die zu reinigenden Motorabgase und einen Anschluß für die externe Wärmezufuhr aufweist. Diese Anordnung hat gegenüber den bekannten Anordnungen, bei denen die Motorabgase und die Heißgase über einen Einlaßtrichter zugeführt werden den Vorteil, daß eine bessere Durchmischung erreicht werden kann. Als besonders vorteilhaft hat sich erwiesen, daß die Eintrittskammer einen Anschlußflansch für einen Brenner aufweist, dessen heiße Abgase den zu reinigenden Motorabgasen zugemischt werden. Dabei ist es besonders vorteilhaft als Brenner einen Flachbrenner zu verwenden. Ein derartiger Brenner ist beispielsweise in der DE-OS 34 10 716 beschrieben.

Es sind zur Einleitung des Abgases bzw. des Abgas/Heißgasgemisches in den stromab hinteren Bereich der Filterkerzen gemäß einer noch weiteren Ausgestaltung der Erfindung in der eintrittsseitigen Halteplatte in der nicht von Filterkerzentragrohren besetzten Fläche in den Filterraum ragende Einströmröhre angeordnet. Damit ist ein gezielteres Zuleiten des Abgases zu den Filterkerzen, insbesondere in den stromab hinteren Bereich möglich, wobei gemäß einer Weiterführung diese Einströmröhre unterschiedlich weit in den Filterraum ragen. Da in der Längsachse des Gehäuses insbesondere

beim Freibrennen, bei zentraler Anordnung der Heißgaszuführung z.B. durch den Brenner eine etwa kegelförmige freigebrannte Zone entsteht, d.h. im in Längsachse zentralen (Mitten-) Bereich eine tiefere Abbrennzone erfolgt, kann über die Anordnung der Einströmröhre und deren unterschiedliche Eindringtiefe in den Filterraum ein gleichmäßigeres Freibrennen erzielt werden. In diesem Fall - also abhängig von dem Freibrennprofil - werden von den auf konzentrischen Kreisen angeordneten Einströmröhren die radial Äußeren weiter in den Filterraum ragend angeordnet. Dabei können die Einströmröhre ebenfalls Abgasdurchtrittsöffnungen aufweisen, die auch ungleichmäßig über die Länge der Einlaßrohre verteilt sein können.

Die Verbesserung des Freibrennens kann auch durch eine besonders vorteilhafte Anordnung unterstützt werden, die das Merkmal aufweist, daß an mindestens einigen der Überströmröhre oder der Filterkerzentragrohre Einlaßtulen angeformt sind. Diese werden durch eintrittsseitiges Aufweiten der entsprechenden Rohre gebildet und bewirken eine Verbesserung der Einströmung des Abgases bzw. des Abgas/Heißgasgemisches. Dadurch kann eine gewisse Steuerung des Aufrußens bzw. des Freibrennens über den Querschnitt und auch über die Länge des Filterraumes durch Verbesserung der Einströmung erreicht werden.

Bei der Regeneration des Partikelfilters durch Freibrennen treten Temperaturen im Bereich von > 700 °C auf. Obwohl durch die vorgenannten Merkmale eine gewisse Vergleichmäßigung der Aufrußung bzw. des Freibrennens erreicht werden kann, treten doch Spannungen auf, die zu einem Verziehen des aus den einzelnen, in Halteplatten gelagerten Filterkerzen und Überströmröhren gebildeten Filterkörpers führen. Hierzu reichen bereits relativ geringe unterschiedliche Wärmedehnungen der einzelnen Rohre aus. Diese sind schon dadurch bedingt, daß die umwickelten Filterkerzen andere Wärmeleitwerte aufweisen als die Überströmröhre. Diese Spannungen können zu einem vorzeitigen Ausfall der Partikelfilter führen. Die bekannten Maßnahmen, die Rohre in einer Halteplatte zu lagern, die mit einem Schiebesitz im Gehäuse befestigt ist, hat sich als nicht ausreichend erwiesen, weil bei dieser Lösung zwar der Filterblock als ganzes sich ausdehnen kann, aber die einzelnen Längenänderungen doch zu zu starken Spannungen führen. Es sind daher gemäß einer besonders zweckmäßigen Weiterbildung sowohl die Filterkerzentragrohre als auch die Überströmröhre jeweils einseitig in einem Schiebesitz in einer der Halteplatten gelagert. Damit hat jedes Rohr die Möglichkeit sich auszudehnen, ohne daß es zu Spannungen im Gesamtsystem kommt. Eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, daß die Filterkerzentragrohre und die Überströmröhre abwechselnd

mit einem ausreichend dichten Schiebesitz in der eintrittsseitigen oder der austrittsseitigen Halteplatte gelagert sind. Damit ergibt sich eine besonders hohe Stabilität der Filteranordnung auch bei unterschiedlicher Temperaturbelastung, so daß im Bedarfsfall sogar für die Filterkerzentragrohre und die Überströmröhre unterschiedliche - aber natürlich jeweils wärmefeste - Werkstoffe verwendet werden können, z.B. Stähle unterschiedlicher Legierung.

Die Erfindung ist in den Figuren vereinfacht und schematisch in Ausführungsbeispielen dargestellt und wird im folgenden einschließlich noch weiterer Ausführungen beschrieben. Zur Vereinfachung sind dabei in den Figuren jeweils zwei Ausführungsbeispiele dargestellt.

Es zeigt:

- Fig. 1 einen Längsschnitt eines Partikelfilters
- Fig. 2 einen zugehörigen Schnitt an der Stelle A-A
- Fig. 3 einen zugehörigen Schnitt an der Stelle B-B
- Fig. 4 einen Längsschnitt weiterer Varianten eines Partikelfilters
- Fig. 5 einen zugehörigen Schnitt an der Stelle C-C
- Fig. 6 einen zugehörigen Schnitt an der Stelle D-D
- Fig. 7 einen Längsschnitt weiterer Varianten des Partikelfilters.

Der Partikelfilter besteht aus einem Gehäuse 1, in welchem zwischen einer eintrittsseitigen Halteplatte 2 und einer austrittsseitigen Halteplatte 3 der Filterraum 4 gebildet ist. Das Gehäuse 1 kann dabei einen beliebigen Querschnitt aufweisen, vorzugsweise rund oder oval. Eintrittsseitig ist vor dem Filterraum 4 eine Eintrittskammer 5 angeordnet, in die das zu reinigende Abgas des Motors über Anschlußstutzen 6, 7 - bei Zweirohranlagen - zugeführt wird. Ferner ist ein weiterer Anschluß 8 zur Zufuhr externer Wärme vorgesehen. In den Figuren ist dieser Anschluß 8 als "black box" dargestellt, da die externe Wärme sowohl weiter abliegend erzeugt und über einen Stutzen zugeführt als auch in einem an den Anschlußflansch 9 angesetzten Brenner erzeugt und unmittelbar zugeführt werden kann. Als Brenner wird dabei vorzugsweise ein Flachbrenner vorgesehen. Ein Beispiel für eine externe Wärmezufuhr zeigt die Patentanmeldung P 35 45 437.7. Eine als Flachbrenner verwendbare Anordnung zeigt beispielsweise die Patentanmeldung P 34 10 716.9. Der Eintrittskammer 5 kann auch ein - nicht dargestellter - Einlaßtrichter vorgeschaltet sein, über den dann sowohl das Motorabgas als auch die externe Wärme zugeführt wird. Die Eintrittskammer 5 ist zugleich als Mischkammer zur Mischung des zugeführten Motorabgases und der zugeführten externen Wärme als Heißgas für die Freibrennungsphase ausgebildet. Eine gute

Durchmischung läßt sich z.B. durch tangentielle Einleitung eines der Medien erreichen, es können natürlich auch strömungsleitende Mittel in der Eintrittskammer 5 angeordnet sein. Der Eintrittstrichter bzw. die Eintrittskammer ist an den Filterraum 4 mittels einem Flansch (9) angeflanscht. Die Eintrittskammer 5 kann auch ein Abschnitt des Eintrittstrichters sein. Austrittsseitig schließt sich an den Filterraum 4 über eine Flanschverbindung 10 eine Austrittskammer 11 mit einem Austrittstrichter 12 an, über die das gereinigte Abgas abströmt. Der gesamte Partikelfilter ist durch eine Isolation 13 aus Wärmedämm-Material gegen Wärmeverluste durch Abstrahlung geschützt.

Der Filterraum 4 wird eintrittsseitig von der Halteplatte 2 begrenzt, austrittsseitig durch die Halteplatte 3. In diesen Halteplatten 2, 3 sind die den Filterraum 4 durchdringenden Filterkerzen 14 angeordnet. Diese bestehen aus einem Filterkerzentragrohr 15, das mit Filtermaterial 16 belegt ist. Diese Belegung kann als Wicklung oder in Form von einzelnen gewirkten Schläuchen aufgebracht sein. Die Filtertragrohre 15 weisen Abgasdurchtrittsöffnungen 17 auf, durch die das Abgas bzw. das Abgas/Heißgasgemisch von außen durch das Filtermaterial 16 eintreten kann. Die Filterkerzentragrohre 15 sind eintrittsseitig geschlossen und austrittsseitig offen. Die Zuführung des Abgases bzw. des Abgas/Heißgasgemisches - im folgenden nur als Abgas bezeichnet, wobei für die Freibrennphase immer ein Abgas/Heißgasgemisch verstanden wird - erfolgt gemäß Fig. 1 über Abgasdurchtrittsöffnungen 25 in der eintrittsseitigen Halteplatte 2. Die austrittsseitige Halteplatte 3 ist bei den beiden Anordnungen nach Fig. 1 ohne Abgasdurchtrittsöffnungen ausgebildet. Nach Fig. 1 mit den Schnitten Fig. 2 und 3 sind in den beiden Halteplatten 2, 3 noch Überströmröhre 18, 19 angeordnet. Diese Überströmröhre 18, 19 sind austrittsseitig verschlossen. In der in Fig. 1 - untere Hälfte - dargestellten Ausführung sind die Überströmröhre 18 über ihrer gesamten Länge mit Abgasdurchtrittsöffnungen 20 versehen und weisen eine Einlaßtulpe 21 auf. Diese ist für die Einleitung des Abgases in die Überströmröhre 18 vorteilhaft. Die Überströmröhre 18 bzw. 19 werden von innen nach außen durchströmt und leiten insbesondere in der Freibrennphase das heiße Abgas zu den Filterkerzen 14, wobei durch die Perforation der Überströmröhre 18, 19 heißes Abgas auch den stromab unteren Bereich der Filterkerzen 14 geleitet werden, wodurch ein gleichmäßiges Freibrennen erzielt wird. In Fig. 1 - obere Hälfte - sind Überströmröhre 19 dargestellt, die nur in ihrem stromabseitigen Bereich Abgasaustrittsöffnungen 21 aufweisen. Damit erfolgt insbesondere in der Freibrennphase die Zuführung des heißen Abgases in den stromab hinteren Bereich des Filterraumes 4 und damit zu

den Filterkerzen 14, was dazu führt, daß gerade dieser Bereich, der bei einer Anordnung ohne Überströmröhre nicht freigebrannt wird, jetzt von Rußpartikeln durch Freibrennen gereinigt wird, wodurch sich die angestrebte lange Aufrußzeit ergibt. Die Anordnung der Abgasdurchtrittsöffnungen 21 in dem stromabseitigen Abschnitt der Überströmröhre 19 kann dabei progressiv erfolgen, d.h. es kann dem Ende des Überströmröhres 19 zu eine größere Abgasaustrittsfläche erzielt werden. Dies kann entweder durch eine Progression der Anzahl oder der Größe der Abgasaustrittsöffnungen 20 erreicht werden. Die Überströmröhre 18, 19 sind so über den Querschnitt des Filterraumes 4 verteilt, daß eine möglichst gleichmäßige Beaufschlagung der Filterkerzen 14 erfolgt, d.h. daß der Abstand zu den nächstgelegenen Filterkerzen 14 kurz und jeweils gleich ist. Da das Freibrennprofil ohne Überströmröhre 18, 19 etwa Kegelform aufweist, können auch zur stärkeren Zufuhr des heißen Abgases in den Randbereich des Filterraumes 4 die Überströmröhre 18, 19 über den Querschnitt des Filterraumes 4 verteilt unterschiedliche Durchmesser aufweisen, nämlich außen einen größeren Durchmesser als innen.

Infolge der hohen thermischen Belastung bei dem Freibrennen mit Temperaturen in der Größenordnung von $> 700^{\circ}\text{C}$ und der ungleichen Wärmeverteilung über dem Filterraum 4 (die Filterkerzentragrohre 15 weisen infolge der Beschichtung mit Filtermaterial 16 eine andere Temperatur auf als die Überströmröhre 18, 19) treten unterschiedliche Wärmedehnungen bei den Filterkerzen 14 und den Überströmröhren 18, 19 auf. Bei den Anordnungen der Figuren 1 bis 7 sind daher die Filterkerzentragrohre 15 und die Überströmröhre 18, 19 abwechselnd in der eintrittsseitigen Halteplatte 2 und der austrittsseitigen Halteplatte 3 mit einem ausreichend dichten Schiebesitz gelagert wegen der Gefahr des Ausströmens von Rußpartikel.

In der Fig. 4 mit den Schnitten Fig. 5 und 6 ist eine weitere Variante dargestellt, bei der stromab eine weitere Kammer 22 angeordnet ist. Diese wird durch einen eingesetzten Boden 23 gebildet und trägt als Resonator-kammer zu einer besseren Schalldämpfung des Partikelfilters bei, der in dem Abgasstrang einer Schalldämpferanlage integriert ist. Der Boden 23 schließt den Filterraum 4 ab und ist, wie bei den zuvor beschriebenen Varianten, als Halteplatte für die Filterkerzen 14 ausgebildet und mit Abgasdurchtrittsöffnungen 24 versehen. Die Überströmröhre 18, 19 münden in die weitere Kammer 22, die Filterkerzentragrohre 15 durchdringen diese weitere Kammer 22 und münden mit ihrem stromabseitig offenen Ende in der Austrittskammer 11. In der oberen Hälfte der Fig. 4 und der zugehörigen Schnitte Fig. 5 und 6 ist eine Variante mit glatten, nicht perforierten Überströmröhren 19

dargestellt. Bei dieser Ausführung ist sowohl die eintrittsseitige Halteplatte 2 als auch der als Halteplatte für die Überströmröhre 19 wirkende Boden 23 mit Abgasdurchtrittsöffnungen 24 bzw. 25 versehen. Bei dieser Ausführung strömt das Abgas zu einem Teil durch die Abgasdurchtrittsöffnungen 25 in den Filterraum 4 und von dort durch die Filterkerzen 14 in die Austrittskammer 11, zum anderen Teil durch die Überströmröhre 19 in die Kammer 22 und von dort zurück durch die Abgasdurchtrittsöffnungen 24 in den Filterraum 4 und von dort über die Filterkerzen 14 ab.

In der unteren Hälfte der Fig. 4 und der zugehörigen Schnitte Fig. 5 und 6 ist eine Variante dargestellt, bei welcher das Überströmröhr 18 beidseitig offen ist, eintrittsseitig eine Einlaßtulpe 21 und Abgasaustrittsöffnungen 20 aufweist. Diese Abgasaustrittsöffnungen 20 sind über der gesamten Länge des Überströmröhres 18 angeordnet, evtl. mit einer Progression stromab. In der Figur 5, untere Hälfte, sind die Abgasdurchtrittsöffnungen 25 nicht eingezeichnet.

Die Fig. 7 zeigt Varianten, bei denen die überströmröhre 18, 19 der bisherigen Figuren ersetzt sind durch Einströmröhre 26, 27, die als verkürzte Überströmröhre ausgebildet sind. Der andere Aufbau entspricht den zuvor besprochenen Figuren, insbesondere der Figur 1 mit den dazugehörigen Schnitten nach Fig. 2 und 3. In der oberen Hälfte der Fig. 7 ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem das Abgas aus der Eintrittskammer 5 zum einen Teil über die Abgasdurchtrittsöffnungen 25 dem Filterraum 4 zugeführt wird und zum anderen Teil über ein Einströmröhr 27, das als glattes, beidseitig offenes Rohr ausgebildet ist. Die Eindringtiefe dieses Einströmröhres 27 reicht bis mindestens zur Hälfte des Filterraumes 4. Bei den über den Querschnitt des Filterraumes 4 verteilten Einströmröhren 27 kann die Eindringtiefe jedoch variieren, wobei in den Randzonen die Eindringtiefe stromab weitergeht als z.B. bei dem in der Längsachse oder benachbart zur Längsachse angeordneten Rohr.

In der unteren Hälfte der Fig. 7 ist eine ähnliche Variante dargestellt, bei welcher das Einströmröhr 27 Abgasdurchtrittsöffnungen 28 aufweist sowie eine Einlaßtulpe 21. An dem Einströmröhr 27 ist ferner eine als Düse wirkende austrittsseitige Querschnittsverminderung auf ein Endstück 29 dargestellt, mit dem die Einströmverhältnisse im Bedarfsfall verbessert werden können.

In der Fig. 6 sind noch in der eintrittsseitigen Halteplatte 2 wahlweise vorgesehene Abgasdurchtrittsöffnungen 30 im Randbereich der Einströmung in den Filterraum 4 dargestellt.

Allen Ausführungsbeispielen gemeinsam ist, daß über die Überströmröhre 18, 19 bzw. den Einlaßrohren 26, 27 dem mit Filterkerzen 14 be-

stückten Filterraum 4 während der Aufrußphase das zu reinigende Abgas - zusätzlich auch durch Abgasdurchtrittsöffnungen 25 in der eintrittsseitigen Halteplatte 2 - zugeführt wird und daß während der, bei Betrieb des Motors möglichen Freibrennphase ein Gemisch von Abgas und Heißgas, letzteres aus einer externen Wärmequelle oder einem angesetzten Brenner zugeführt wird. Damit ist eine über die ganze Länge und den ganzen Querschnitt des Partikelfilters sich erstreckende in etwa gleichmäßige Beladung und Freibrennung möglich. Insbesondere wird durch ein völliges Freibrennen des Partikelfilters eine lange Aufrußphase erreicht.

Patentansprüche

1. Partikelfilter für die Reinigung des Abgases von Brennkraftmaschinen mit Filterkerzen, die in einem mit einer Eintrittskammer und einem Austrittstrichter versehenen Gehäuse zwischen Halteplatten angeordnet sind und aus einem mit Abgasdurchtrittsöffnungen versehenen, mit Filtermaterial belegten Tragrohr gebildet sind und denen aus einer Wärmequelle zusätzlich Wärme für die Regeneration durch Freibrennen zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß über den Querschnitt des Gehäuses (1) verteilt in mindestens einer Halteplatte (2, 3) gelagerte Überströmröhre (18, 19) angeordnet sind, und daß die eintrittsseitige Halteplatte (2) in der nicht von Filterkerzentragrohren (15) und Überströmröhren (18, 19) besetzten Fläche Abgasdurchtrittsöffnungen (25) aufweist.
2. Partikelfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Überströmröhr (18) in der Längsachse des Gehäuses und weitere Überströmröhre (18 bzw. 19) konzentrisch hierzu angeordnet sind, wobei die Anzahl der Überströmröhre (18, 19) pro Kreis nach außen zunimmt.
3. Partikelfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß stromab eine weitere Kammer (22) durch einen eingesetzten Boden (23) gebildet ist, die von den das Filtermaterial (16) tragenden Rohren (15) durchdrungen wird und in die eintrittsseitig offene Überströmröhre (18, 19) münden.
4. Partikelfilter nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß in Strömungsrichtung vor dem mit Filterkerzen (14) und Überströmröhren (18, 19) versehenen Filterraum (4) als Eintrittskammer eine Mischkammer (5) angeordnet ist.
5. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überströmröhre (18, 19) über mindestens einen Teil ihrer Länge Abgasdurchtrittsöffnungen (17) aufweisen.
6. Partikelfilter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Abgasdurchtrittsöffnungen (17) stromab zunimmt.
7. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskammer (5) mindestens einen Anschluß (6 bzw. 7) für die zu reinigenden Motorabgase und einen Anschluß (8) für die externe Wärmezufuhr aufweist.
8. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Eintrittskammer (5) einen Anschlußflansch (9) für einen Brenner aufweist.
9. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der eingesetzte Boden (23) Abgasdurchtrittsöffnungen (24) aufweist.
10. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Überströmröhre (18, 19) unterschiedliche Durchmesser aufweisen.
11. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 8 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß in der eintrittsseitigen Halteplatte (2) in der nicht von Filterkerzentragrohren (15) besetzten Fläche in den Filterraum (4) ragende Einströmröhre (26, 27) angeordnet sind.
12. Partikelfilter nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Einströmröhre (26, 27) unterschiedlich weit in den Filterraum (4) ragen.
13. Partikelfilter nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Einströmröhre (27, 28) Abgasaustrittsöffnungen (28) aufweisen.
14. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß an mindestens einigen der Überströmröhre (18, 19) oder der Filterkerzentragrohre (14) Einlaßtulpen (21) angeformt sind.
15. Partikelfilter nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl die Filterkerzentragrohre (14) als auch die Über-

strömrohre (18, 19) jeweils einseitig in einem Schiebesitz gelagert sind.

16. Partikelfilter nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Filterkerzentragrohre (14) und die Überströmrohre (18, 19) abwechselnd einen ausreichend dichten Schiebesitz in der eintrittsseitigen Halteplatte (2) oder der austrittsseitigen Halteplatte (3) aufweisen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

8

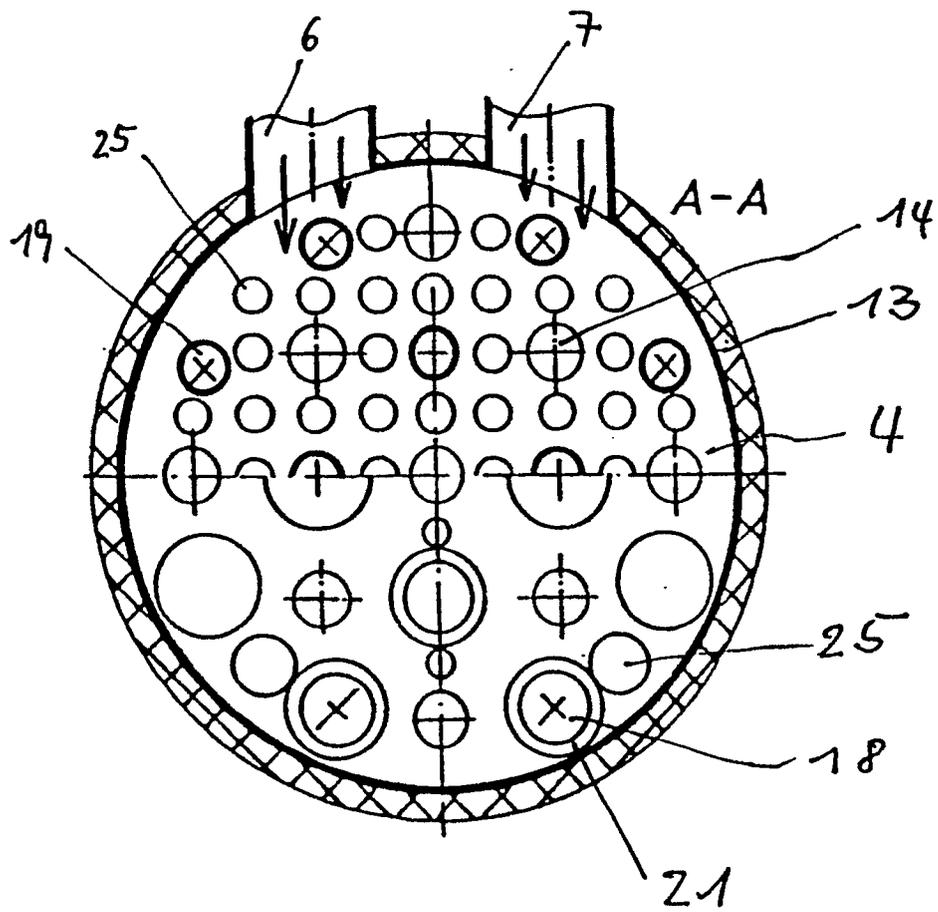


Fig 2

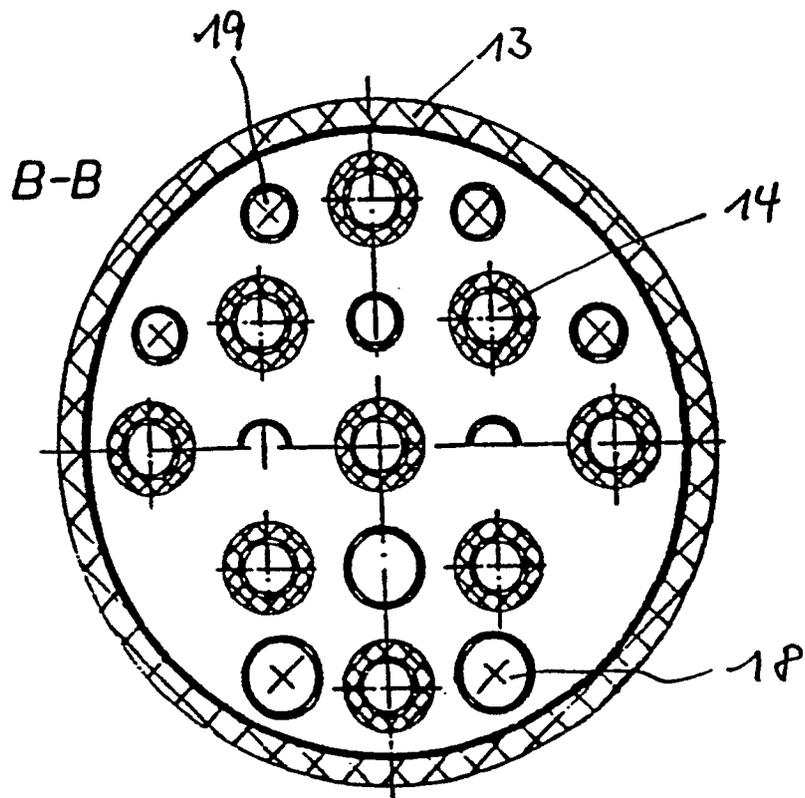


Fig 3

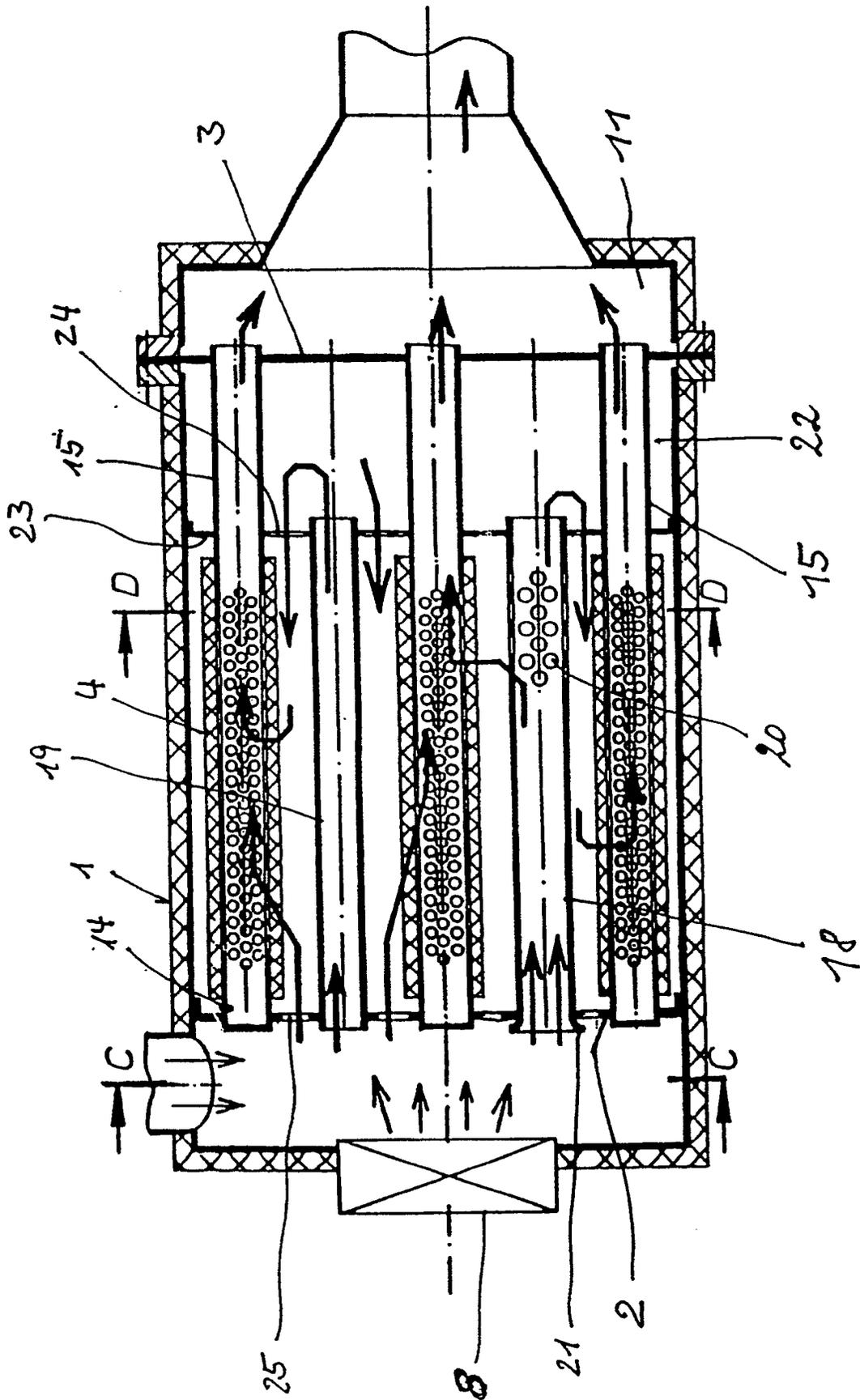


Fig 4

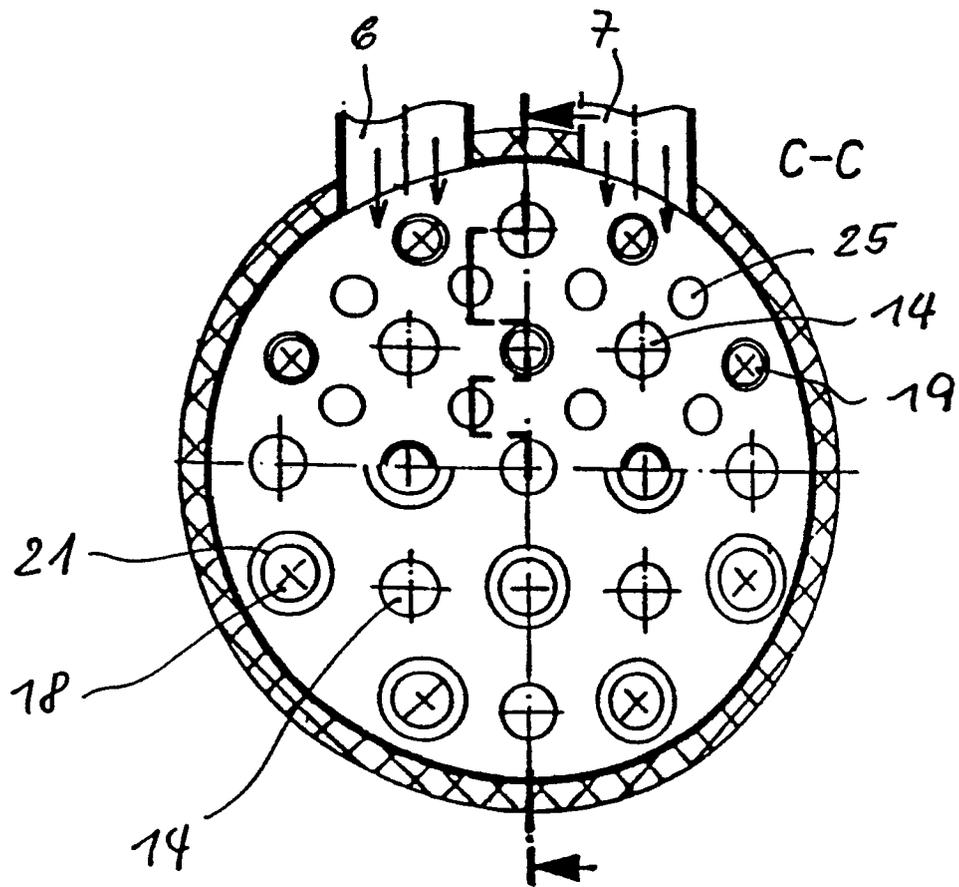


Fig 5

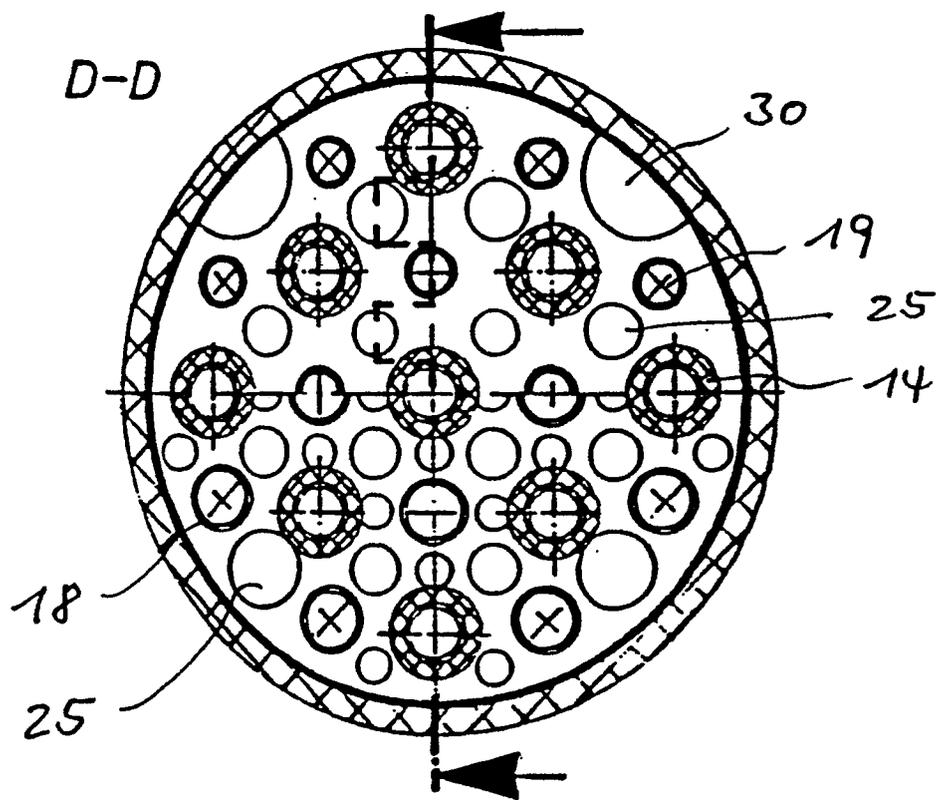


Fig 6

