

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑲ Anmeldenummer: **85109109.0**

⑤① Int. Cl.⁴: **F 28 F 7/02**
F 28 F 21/04

⑳ Anmeldetag: **20.07.85**

③① Priorität: **29.09.84 DE 3435911**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.04.86 Patentblatt 86/15

⑥④ Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Anmelder: **Uhde GmbH**
Friedrich-Uhde-Strasse 15
D-4600 Dortmund 1(DE)

⑦② Erfinder: **Schwarz, Hans-Dieter, Dipl.-Ing.**
Kurier Busch 8
D-4618 Kamen-Methler(DE)

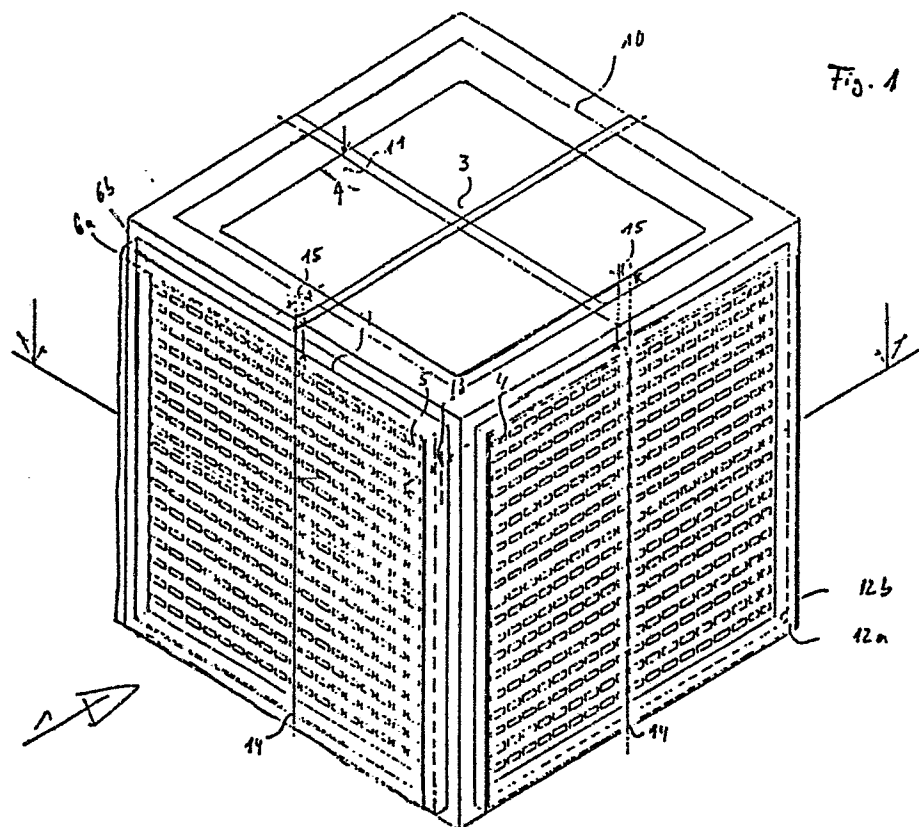
⑦② Erfinder: **Lichtenthäler, Werner, Dipl.-Ing.**
Obere-Husemann-Strasse 17
D-4750 Unna(DE)

⑦② Erfinder: **Pietzarka, Friedrich W., Dr. Dipl.-Chem.**
Gögestrasse 11
D-4600 Dortmund 50(DE)

⑦② Erfinder: **Mühlhaus, Ludwig, Dr. Dipl.-Ing.**
Nothweg 92
D-5860 Iserlohn-Hennen(DE)

⑤④ **Kreuzstrom-Wärmeaustauscher.**

⑤⑦ Bei einem Kreuzstrom-Wärmetauscher bestehend aus einem Metall-Gehäuse mit je zwei Gaseintritts- und Gasaustrittsstutzen, mindestens einem Einbaudeckel auf der Oberseite des Gehäuses, einem Block aus einer Vielzahl von keramischen Wärmetauschelementen versatzfrei gesetzt in Quaderform mit kreuzweise übereinander geschichteten Gaskanälen, wobei vier Seitenflächen Gaskanalöffnungen aufweisen und die Boden- und Deckenflächen öfnungsfrei sind, einer Wärmeisolierung zwischen dem Metall-Gehäuse und dem Block der keramischen Wärmetauschelemente soll Gasdichtheit erreicht werden. Dies wird dadurch erreicht, daß jedes Wärmetauschelement an allen vier kanalfreien Seitenrändern jeder Seitenfläche mit Aushebungen bzw. Erhebungen versehen ist zwischen je einer gegenüberliegenden Aushebung und einer Erhebung ein Dichtstreifen angeordnet ist, jedes Wärmetauschelement an den Boden- und Deckelflächen mit mindestens einer Erhebung bzw. Aushebung gleicher Form versehen ist, die Wärmeisolierung zwischen dem Metallgehäuse und dem Block der keramischen Wärmetauschelemente den Block formschlüssig und kraftschlüssig in Richtung der Gaseintritts- und Gasaustrittsstutzen umschließt.



UHDE GmbH, Dortmund
Eig. Zeichen: 10153

Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

Die Erfindung betrifft einen Kreuzstromwärmeaustauscher aus keramischen Material. Bei der Übertragung von Wärme bei hohen Temperaturen und/oder korrosiven Wärmeaustauschermedien wurden in der jüngeren Vergangenheit vermehrt Wärmeaustauscher aus keramischen Materialien vorgeschlagen. Der Stand der Technik geht aus folgenden Schriften hervor:

Europa-Patentanmeldung: 00 43 113,
DE OS: 29 37 342
DE OS: 24 28 087
DE PS: 25 10 893
DE OS: 29 34 973
DE PS: 27 07 290
DE PS: 28 41 51 und
DE PS: 26 31 092.

Da solche Wärmeaustauscher gleichzeitig für hohe Arbeitstemperaturen bis zu 1.400 °C geeignet sind und, je nach keramischem Werkstoff, resistent sind gegen aggressive Medien, eignen sie sich besonders für den Einsatz in solchen Fällen, in denen hochoverhitzte aggressive Gase abgekühlt oder aufgeheizt werden sollen. Auch dann, wenn bei Taupunktunterschreitungen aggressive kondensierte Phasen entstehen, können solche keramischen Wärmeaustauscher eingesetzt werden. Besonders Wärmeaustauschermodule, wie sie in der letztgenannten Veröffentlichung beschrieben sind, zeichnen sich durch eine große Wärmeaustauschfläche aus und werden durch das beschriebene Herstellungsverfahren kostengünstig verfügbar. Bei herkömmlichen Wärmeaustauschern aus Metall lassen sich, wenn überhaupt, nur höchstwertige Werkstoffe

zur Herstellung solcher Wärmeaustauscher verwenden, so daß eine Wärmeübertragung in diesen Fällen nur zu außerordentlich hohen Kosten möglich ist.

In der letztzitierten Patentschrift, DE 26 31 092, wird ein modular aufgebautes Wärmeaustauscherelement aus keramischem Material beschrieben. Durch Werkstoffauswahl und durch die Wahl geringer Schichtdicken der Trennwände zwischen den einzelnen Kanälen, die schichtweise, kreuzweise angeordnet sind, ist es dem Erfinder gelungen, das Schadensrisiko durch Temperaturwechselbeanspruchung, das einer weiten Verbreitung solcher keramischer Wärmeaustauscher in der Technik bisher entgegenstand, zu minimieren und gleichzeitig die Wärmeaustauschfläche, die in einem gegebenen Volumen zur Verfügung steht, zu maximieren. Für die großtechnische Anwendung, insbesondere Durchsatz großer Volumina, ergeben sich für einzelne Elemente außerordentlich große räumliche Abmessungen. Die Herstellung derartig großer Elemente bereitet nun aber Schwierigkeiten, da einerseits die einzelnen Module, bestehend aus "grüner" keramischer Masse nach dem Zusammenfügen zu einem Wärmeaustauscherelement gebrannt werden müssen. Dazu sind große Brennkammern und sorgfältige Abkühlverfahren notwendig, um das Auftreten von Rissen aufgrund von Thermospannungen zu vermeiden. Andererseits können derartig große Elemente nur mit außerordentlich großem Risiko transportiert werden. Treten Schäden an solchen großen Elementen auf, ist das ganze Element wertlos.

In DE 26 31 092 erreicht der Erfinder eine Vergrößerung der Wärmeaustauschfläche und eine Vergrößerung des Durchsatzes der Wärmeaustauschermedien dadurch, daß er Doppelmodule schafft, die durch ein System von Trennwänden zu einer größeren Einheit zusammengesetzt werden. In der Patentschrift DE 27 07 290 beschreibt der Erfinder einen Wärmeaustauscher, aufgebaut aus einzelnen Elementen, die

Ihrerseits mit Zwischenlagern aus keramischen Fasermaterial zu größeren Baueinheiten zusammengesetzt werden. Der Erfinder sieht vor, durch Nuten und Stege die Öffnungen, durch die die Wärmeaustauschermedien fließen, zur Deckung zu bringen.

In der Offenlegungsschrift DE 29 34 973 werden gerippte Lagen aus keramischem Material miteinander verklebt und so ein Wärmeaustauscherelement erhalten. Das erhaltene Wärmeaustauscherelement wird nun von einem aus Platten bestehenden metallischen Gehäuse umgeben. Die Platten werden durch Bolzen, Schrauben und Federn gegen die Seitenflächen des Wärmeaustauscherelementes gedrückt, wobei die Dichtungsmaterialien federnd und nachgiebig sein sollen. Das Zusammensetzen mehrerer Wärmeaustauscherelemente zu einer größeren Baueinheit wird in dieser Erfindung nicht vorgesehen.

Auch in der Patentschrift DE 25 10 893 wird ein Rekuperator beschrieben, der aus einzelnen Formsteinen aufgebaut ist. Hier bilden jeweils 2 Formsteine einen Kanal für ein Wärmeaustauschermedium. Erst zusammen mit einem 3. Formstein ergibt sich auch ein Kanal für ein 2. Wärmeaustauschermedium. Der Aufbau eines Rekuperators vollzieht sich nun gemäß der beschriebenen Erfindung so, daß eine vorhandene Kammer mit Formsteinen und Wandsteinen ausgemauert wird, wobei die Formsteine mit Nuten und Federn versehen sind. Kurzschlußströmungen zwischen den beiden Wärmeaustauschermedien können gegebenenfalls durch Vermauern mit Mörtel vermieden werden. Durch die Größe der Formsteine ist die auf das Volumen des Rekuperators bezogene Wärmeaustauschfläche verhältnismäßig klein. Eine Verkleinerung der Kanäle, welches eine Erhöhung der wärmeaustauschenden Fläche in einem gegebenen Volumen bedeutet, ist mit den vorgeschlagenen Formsteinen nahezu unmöglich, da das Vermauern mit abnehmender Größe der Formsteine immer schwieriger wird, und ein interessantes

Verhältnis von wärmeaustauschender Fläche zu Rekuperatorvolumen so nicht erreicht werden kann.

Auch in der Offenlegungsschrift DE 29 37 342 wird eine größere Baueinheit aus Wärmetauscherelementen zusammengesetzt, wobei ebenfalls die einzelnen Bauelemente durch Bolzen, Schrauben und Federn gegeneinander gespannt werden.

In der europäischen Patentanmeldung O 043 113 wird ein Kreuzstromwärmeaustauscher beschrieben, der aus keramischen Wärmeaustauschermodulen besteht, die ebenfalls über eine Spannvorrichtung, bestehend aus Schrauben, Federn und Bolzen gegeneinander gedrückt und so gasdicht in Verbindung gebracht werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, einzelne Kreuzstromwärmeaustauscherelemente zu größeren Baueinheiten so zusammenzufassen, daß die sich kreuzenden Kanäle für das Wärmeaustauschermedium voneinander gasdicht getrennt werden. Der erfindungsgemäße Wärmeaustauscher baut sich aus den in der Patentschrift DE 26 31 092 beschriebenen Wärmeaustauscherelementen auf. Diese Elemente kennzeichnen sich z.B. bei einer Höhe von ca. 20 cm durch bis zu 60 sich kreuzende Kanäle übereinander, wobei jeweils 30 zueinander parallel verlaufen, und bei einer Länge von ca. 30 cm durch bis zu 10 Kanälen nebeneinander.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht nun nach der vorliegenden Erfindung darin, daß die oben beschriebenen Wärmeaustauscherelemente so modifiziert werden, daß die Schichtdicke der oberen und unteren Begrenzungsfläche des Elementes so stark vergrößert wird und die Stege, die die senkrecht stehenden Kanten bilden, ebenfalls so vergrößert werden, daß sie eine mechanische Bearbeitung aller Flächen des Wärmeaustauscherelementes ermöglichen. Die Bearbeitung des einzelnen Wärmeaustauscherelements resultiert darin, daß

es an allen Seitenflächen mit an den Rändern umlaufenden Aushebungen oder Erhebungen versehen wird. Diese Aushebungen bzw. Erhebungen sind nun so gestaltet, daß die Aushebungen, die Matrix für die Erhebungen darstellen. Auf jeweils gegenüberliegenden Seitenflächen des Wärmeaustauscherelements befinden sich auf der einen Seite Aushebungen, auf der gegenüberliegenden Seite die entsprechenden Erhebungen. Die Seitenflächen werden darüber hinaus an all ihren Kanten mit einer Aussparung versehen, deren Schnittbild ein Viertel des Umfangs eines symmetrischen Kanals bildet, wenn mehrere Wärmeaustauscherelemente zusammengefügt werden. Durch die Bearbeitung der Seitenflächen treten die mit Öffnungen versehenen inneren Partien der Seitenflächen gegenüber den Aushebungen bzw. Erhebungen etwas zurück, so daß beim Zusammensetzen zweier Wärmeaustauscherelemente eine ringsherum geschlossene schmale Kammer entsteht, so daß nicht notwendigerweise die einzelnen Kanäle genau deckungsgleich voreinander angeordnet sein müssen. Der erfindungsgemäße keramische Wärmeaustauscher baut sich nun wie folgt auf:

Ein geeignetes Gehäuse z.B. aus metallischen Werkstoffen mit in einer Ebene angeordneten, senkrecht aufeinander stehenden Durchführungen und Ansätzen mit Anschlußflanschen wird mit einem temperaturbeständigen isolierenden, wenig oder nicht kompressiblen Material ausgemauert. Der Boden des Gehäuses ist eben und im Deckel des Gehäuses befindet sich eine Aussparung von der Größe z.B. der Kreuzungsfläche der sich kreuzenden Durchführungen. Auf diese Aussparung ist ein Kragen fest mit dem Gehäuse verbunden, der an seiner oberen Kante mit einer Dichtfläche versehen ist und mit einem geeigneten Deckel gasdicht verschlossen werden kann. Auf den Boden dieses Gehäuses werden nun trocken oder in einem Mörtelbett die einzelnen zuvor im Sinne der vorliegenden Erfindung bearbeiteten Wärmeaustauscherelemente verlegt, in dem die Kreuzungsfläche der Durchlässe Element für Element

ausgefüllt wird, wobei in allen 4 Richtungen die Anordnung entweder in die Durchlässe hineinragt oder die Eckelemente in eine Aussparung der Ausmauerung eingepaßt werden. Nachdem die erste Lage der Wärmeaustauscherelemente komplett hergestellt ist, werden die an den Stoßkanten erhaltenen Kanäle und Fugen mit einer geeigneten Masse verschlossen. Die 2. Lage von Wärmeaustauscherelementen wird ganz analog aufgebaut und fertiggestellt. Auf diese Weise wird fortgeföhren bis der komplette Querschnitt aller Durchlässe mit Wärmeaustauscherelementen versehen ist. Nachdem alle Kanäle und Fugen an den Stoßkanten der einzelnen Wärmeaustauscherelemente mit einer geeigneten Ausgußmasse verschlossen wurden, wird auch die Aussparung an der Oberseite des Wärmeaustauschers mit wärmebeständigem und isolierendem Ausmauerungsmaterial ausgefüllt und der Deckel auf den Kragen des Wärmeaustauschergehäuses mit einer geeigneten Dichtung in bekannter Weise befestigt.

Besonders vorteilhaft wird verfahren, wenn bei Verwendung geeigneter Materialien und bei geeigneter Wahl der Schichtdicke thermische Spannungen, ggf. durch mehrschichtige Anordnung, ggf. durch Wahl von unterschiedlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten behaftete Materialien minimiert werden. Das Wärmeaustauschergehäuse wird verhältnismäßig kühl gehalten, ggf. wird es sogar zwangsgekühlt. Einer der Erfindungsgedanken richtet sich darauf, daß durch Kühlhalten des Gehäuses die thermische Ausdehnung dort kleiner oder gleich gehalten wird als die der Anordnung von Wärmeaustauscherelementen. Dadurch wird im Betriebsfall auf die Anordnung der Wärmeaustauscherelemente eine Pressung ausgeübt, die sicherstellt, daß die einzelnen Elemente in Position gehalten werden und die Bildung von Rissen oder sonstigen undichten Stellen, die ohne Anwendung von Druck beobachtet werden, unterbunden werden. Das Wärmeaustauschergehäuse benötigt daher keinerlei Spannvorrichtungen.

Im Sinne der Erfindung wird ggf. auch ein keramischer Leitapparat, wie er in Figur 3 dargestellt ist, vor die Seitenflächen der Anordnung aus Wärmeaustauscherelementen vorgesehen, der sich in der Isolationsschicht bzw. am Gehäuse abstützt und geeignet ist, Pressungskräfte auf die zentral gelegenen Elemente zu übertragen.

Der erfindungsgemäße keramische Wärmeaustauscher ist beispielhaft in den Figuren 1 - 5 dargestellt.

Figur 1 zeigt ein Wärmeaustauscherelement gemäß Patenschrift DE 26 31 092, welches erfindungsgemäß modifiziert und durch Oberflächenbearbeitung in geeigneter Weise gestaltet wurde.

Figur 2 zeigt die aneinanderstoßenden Ecken von 4 Elementen in einer Schnittdarstellung, wobei der Schnitt durch eine Fläche erfolgte, die in Figur 1 durch die Koordinaten A-A angedeutet ist.

Figur 3 zeigt einen erfindungsgemäßen keramischen Wärmeaustauscher in Außenansicht.

Figur 4 zeigt einen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Wärmeaustauscher entsprechend einer senkrechten Fläche zu B-B.

Figur 5 zeigt einen Schnitt durch den erfindungsgemäßen Wärmeaustauscher in einer Fläche senkrecht A-A in Figur 3.

In Figur 6 sind die erfindungsgemäß vorgesehenen Aushebungen und Erhebungen spiegelbildlich angeordnet zu Figur 2.

In Figur 7 erfolgt die Zentrierung der einzelnen Wärmeaustauscherelemente durch eine Hülse.

Im einzelnen kann ein Wärmeaustauscherelement anhand von Figur 1 beschrieben werden. Das Wärmeaustauscherelement (3), welches in Figur 1 schematisch dargestellt ist, besitzt Würfelgestalt. Sichtbar dargestellt sind 2 senkrecht stehende Seitenflächen und die obere waagerechte Seitenfläche. Im Wärmeaustauscherelementenrohling verliefen die Seitenflächen vor der erfindungsgemäßen Bearbeitung durch die Ebenen, in denen im fertigbearbeiteten Wärmeaustauscherelement die Oberflächen der Erhebungen (14) liegen. Der mit den Öffnungen für die Kanäle (5 bzw. 4) belegte Teil der neu erhaltenen Seitenflächen liegen um den Abstand (15) von der ursprünglichen Seitenfläche nach innen versetzt. Diese Seitenflächen liegen in den Ebenen, die durch die gestrichelten Linien (7) angedeutet sind. Die Erhebungen auf den senkrecht stehenden Seitenflächen haben anfangs rechtwinkligen Querschnitt (6b) und weiter nach außen prismatische Querschnitte (6a), wobei sich die Erhebung nach außen hin verzüngen. An den Eintrittsöffnungen der Medien (1, 2) liegen die rechten Winkel im prismatischen Querschnitt der Erhebungen auf der Innenseite, während sie an den Austrittsseiten der Medien (1, 2) an den Außenseiten der Erhebungen liegen.

An den Austrittsseiten ist der rechteckige Querschnitt der Erhebung (12b) und der prismatische Querschnitt gekennzeichnet durch (12a). Die Außenfläche der Austrittsebene springt um den Abstand (13) hinter den prismatischen Teil der Erhebung zurück. Während die Flächen (6b, 12c) über die Austrittsflächen vorspringen, sind die Aushebungen durch die Schenkel der Winkel (8, 9) gekennzeichnet. Die Oberseite und Unterseite des Wärmeaustauscherelements besitzt keine Öffnungen von Strömungskanälen. Hier ist beispielsweise an der Oberseite eine Aushebung (3) gezeichnet, die von den Kantenlinien (10) begrenzt wird und um den Abstand (11) abgesenkt ist. Nicht dargestellt, auf der Unterseite, ist eine Erhebung, ebenfalls begrenzt durch

die Kanten (10), sie ragt um den Abstand (11) über die Unterseite hinaus. Die Aushebungen bzw. Erhebungen auf den Seitenflächen dienen dazu, daß mehrere Wärmeaustauscherelemente formschlüssig aneinandergesetzt werden können.

In den Figuren 2, 3 und 4 sind aus der Vielzahl der denkbaren Gestaltungsformen der Erhebungen bzw. Aushebungen 3 Möglichkeiten gezeigt. In Figur 4 wird abweichend von der bisher beschriebenen Form das Wärmeaustauscherelement an den senkrecht stehenden Seitenflächen spiegelsymmetrisch mit im Profil rechteckigen Erhebungen versehen. Ein Ring (16) ordnet die einzelnen Wärmeaustauscherelemente fluchtend aneinander. Erkennbar wird darüber hinaus der beim Aneinanderfügen von einzelnen Wärmeaustauscherelementen entstehende, im Querschnitt beispielsweise als ein rechtwinkliges Kreuz ausgebildete Kanal, der mit Dichtungsmasse verschlossen wird.

Figur 5 zeigt beispielhaft die Ausgestaltung eines Kreuzstromwärmeaustauschers, der eine Anordnung von Kreuzstromwärmeaustauscherelementen enthält. Dargestellt sind 4 Ein- bzw. Auslaufstutzen (18) mit den dazugehörigen Flanschanschlüssen (19) und ein Deckel (20), der mit Schrauben (21) mit dem Körper des Wärmeaustauschers fest und gasdicht verbunden ist. Die Strompfeile (1) und (2) deuten die Strömungsrichtung zweier sich kreuzender Wärmeaustauschermedien an.

Figur 6 zeigt einen Schnitt durch den in Figur (5) dargestellten Wärmeaustauscher in der Ebene A-A. Schematisch dargestellt ist die innere Auskleidung (22) des Wärmeaustauschers sowie die Ein- bzw. Auslaufstutzen (18) mit den dazugehörigen Flanschen (19). Im Zentrum des Wärmeaustauschers ist eine quadratische Anordnung von erfindungsgemäßen Wärmeaustauscherelementen (23) schematisch dargestellt. Das Wärmeaustauschermedium (1) strömt in der

Papierebene, nicht dargestellt, das Wärmeaustauschermedium (2) senkrecht durch die Papierebene strömt.

In Figur 7 ist die Teilansicht eines Schnittes durch den in Figur 5 dargestellten Wärmeaustauscher in der Ebene - B - gezeichnet. Neben dem Auslaufstutzen für das Wärmeaustauschermedium 1 (19) mit den dazugehörigen Flansch (19) und der Auskleidung des Wärmeaustauschers (22) ist in diesem Schnittbild die horizontale Anordnung einer Schicht aus erfindungsgemäßen Wärmeaustauscherelementen (23) dargestellt. Die Wärmeaustauscherelemente (23) sind allseitig von einem Kanal (17 und 17a) umgeben. Die Kanäle (17) sind in der Horizontalen angeordnet, während die Kanäle (17a) senkrecht zur Papierebene verlaufen.

0176680

In Fig. 8 ist eine beispielhafte Ausführung eines weiteren erfinderischen Gedankens schematisch als Schnittbild durch die Stoßkanten von vier Wärmeaustauscherelementen gezeigt. Zwischen geeignet gestalteten Erhebungen bzw. Austrittsflächen jedes Elementes allseits umlaufend angeordnet sind, wird ein Streifen bzw. eine Schicht aus grüner keramischer Masse (30) zwischengelegt und später drucklos oder unter Druck -Stempeldruck oder z. B. Gehäusedruck- bei Sinter-temperatur auf geeignete Weise getempert, wodurch eine feste, fugenlose und dichte Verbindung der Elemente entsteht. (Geeignet ist z. B. ein heißer Abgasstrom).

Patentansprüche

1. Kreuzstrom-Wärmetauscher bestehend aus

- a) einem Metall-Gehäuse mit je zwei Gaseintritts- und Gasaustrittsstutzen,
- b) mindestens einem Einbaudeckel auf der Oberseite des Gehäuses,
- c) einem Block aus einer Vielzahl von keramischen Wärmetauschelementen versatzfrei gesetzt in Quaderform mit kreuzweise übereinander geschichteten Gaskanälen, wobei vier Seitenflächen Gaskanalöffnungen aufweisen und die Boden- und Deckenflächen öffnungsfrei sind,
- d) einer Wärmeisolierung zwischen dem Metall-Gehäuse und dem Block der keramischen Wärmetauschelemente,

dadurch gekennzeichnet, daß

- e) jedes Wärmetauschelement an allen vier kanalfreien Seitenrändern jeder Seitenfläche mit Aushebungen bzw. Erhebungen versehen ist, so daß gegenüberliegende Wärmetauschelemente ineinander passen und sich die Seitenflächen im Gaskanalbereich nicht berühren, so daß eine flache Hohlkammer zwischen benachbarten Wärmetauschelementen entsteht,

0176680

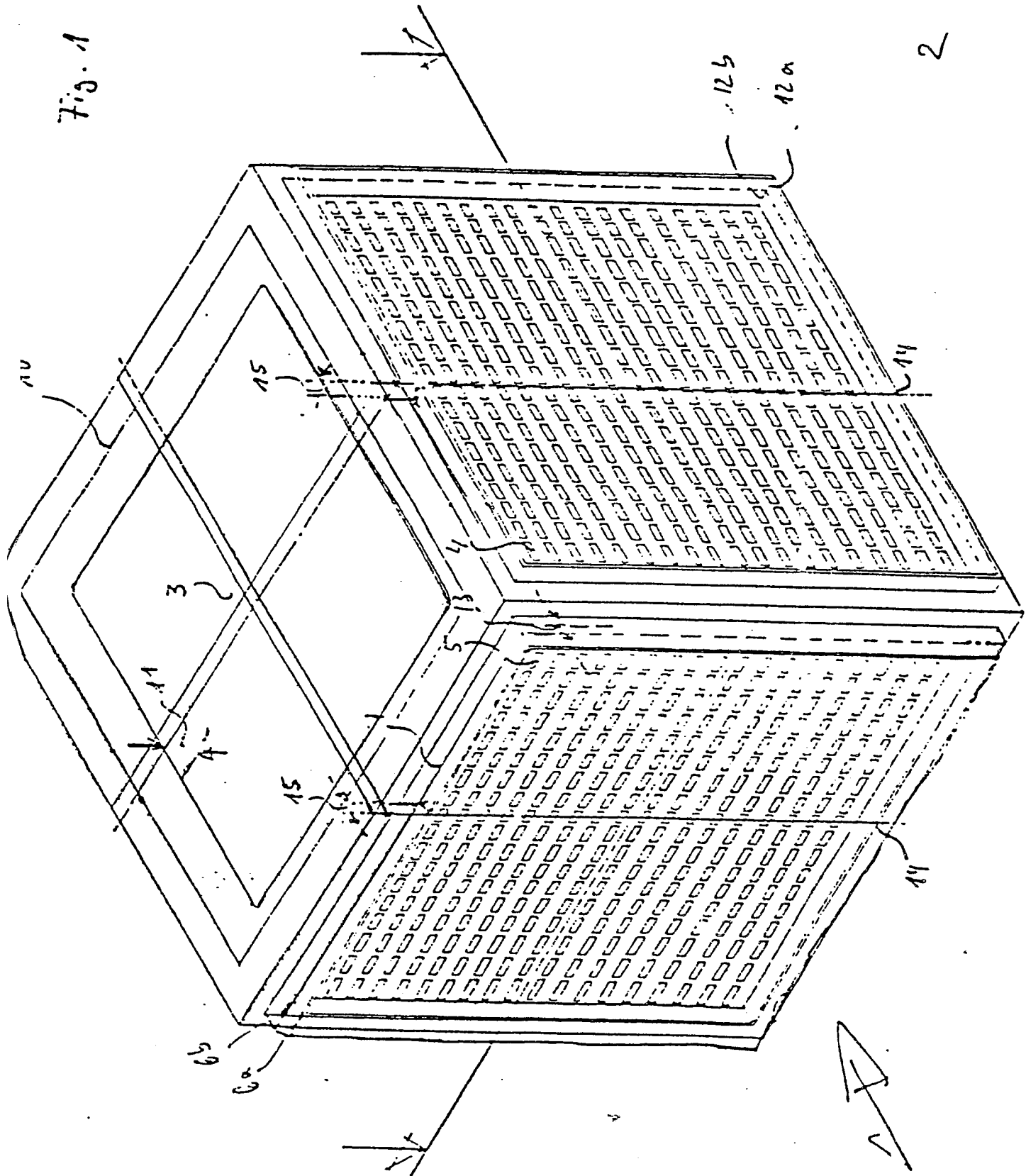
- f) zwischen je einer gegenüberliegenden Aushebung und einer Erhebung ein Dichtstreifen angeordnet ist,
- g) jedes Wärmetauschelement an den Boden- und Deckelflächen mit mindestens einer Erhebung bzw. Aushebung gleicher Form versehen ist um formschlüssig ineinander zu passen,
- h) die Wärmeisolierung zwischen dem Metallgehäuse und dem Block der keramischen Wärmetauschelemente den Block formschlüssig an Boden und Deckel und kraftschlüssig in Richtung der Gaseintritts- und Gasaustrittsstutzen umschließt.

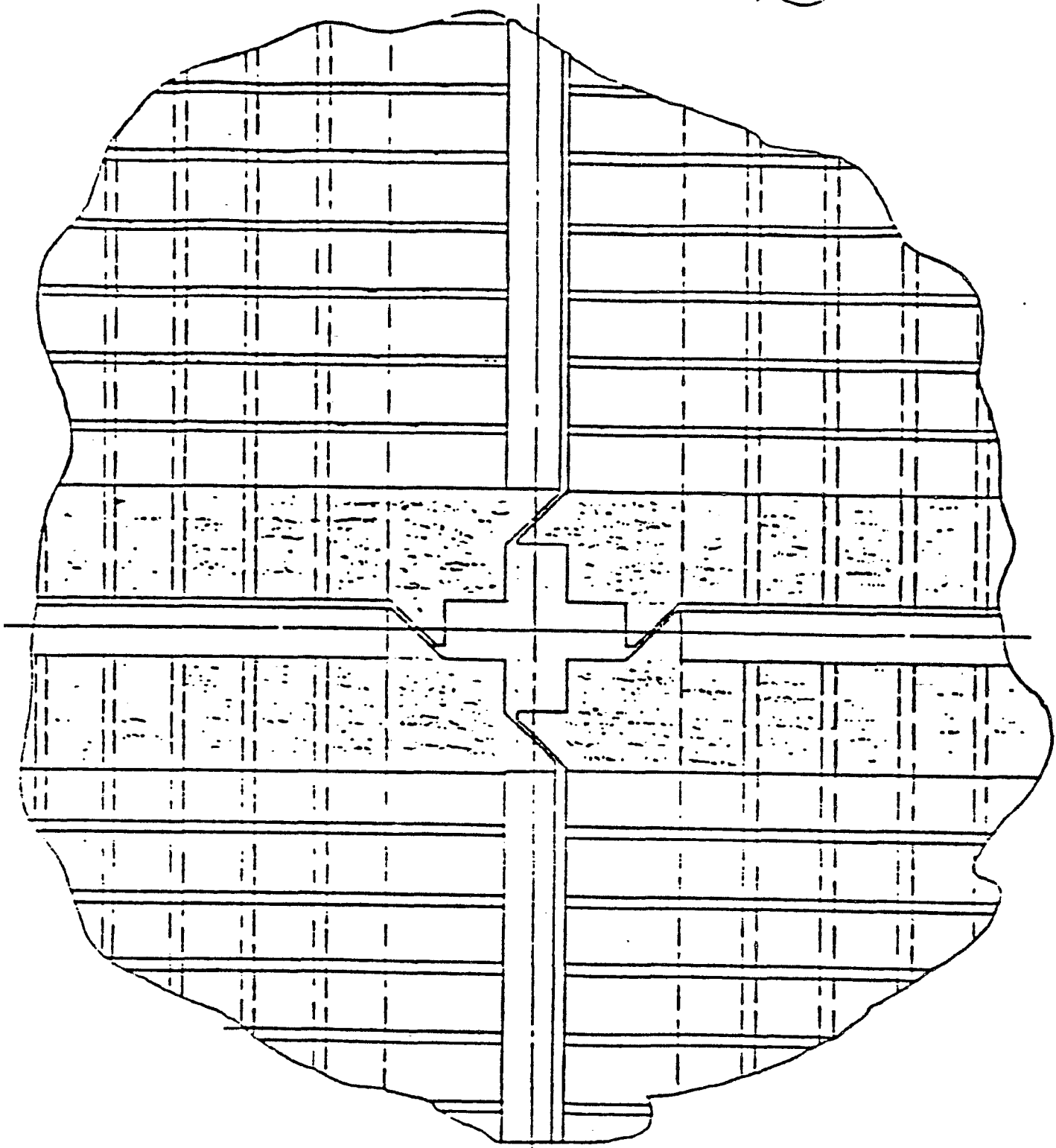
2. Kreuzstrom-Wärmetauscher nach Anspruch 1;

dadurch gekennzeichnet , daß die Aushebungen bzw. Erhebungen am Seitenrand einer Seitenfläche profiliert sind und zwischen gegenüberliegenden ein Kanal entsteht, der mit hitzebeständigem Material ausgefüllt ist.

3. Kreuzstrom-Wärmetauscher nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet , daß dem Block der Wärmetauschelemente an den Seitenflächen je eine Stützwabe vorgesetzt ist.



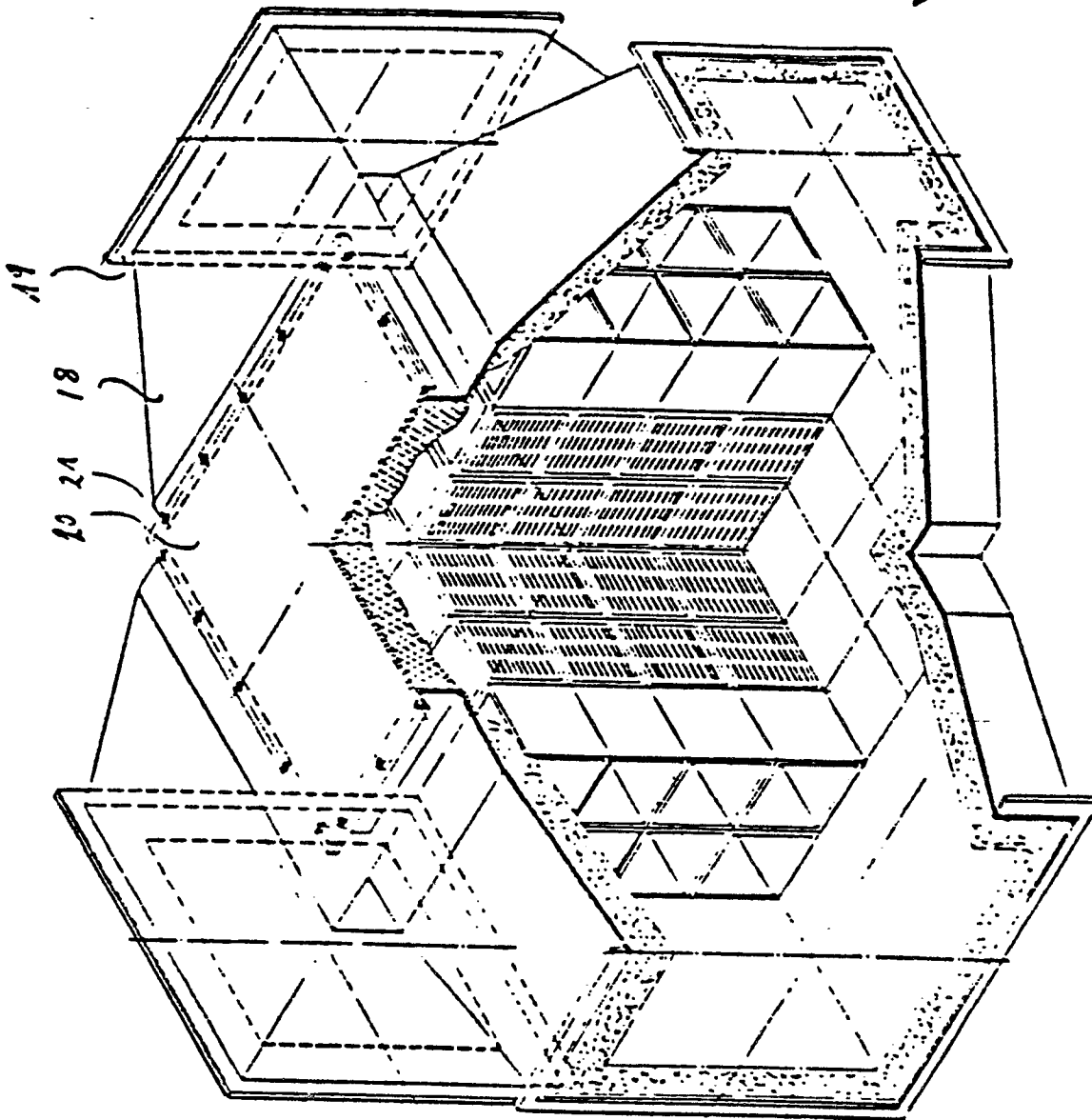


Uhde GmbH, DORTMUND
Eig. Zeichen 10 153
Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

Fig.: 3

3/8

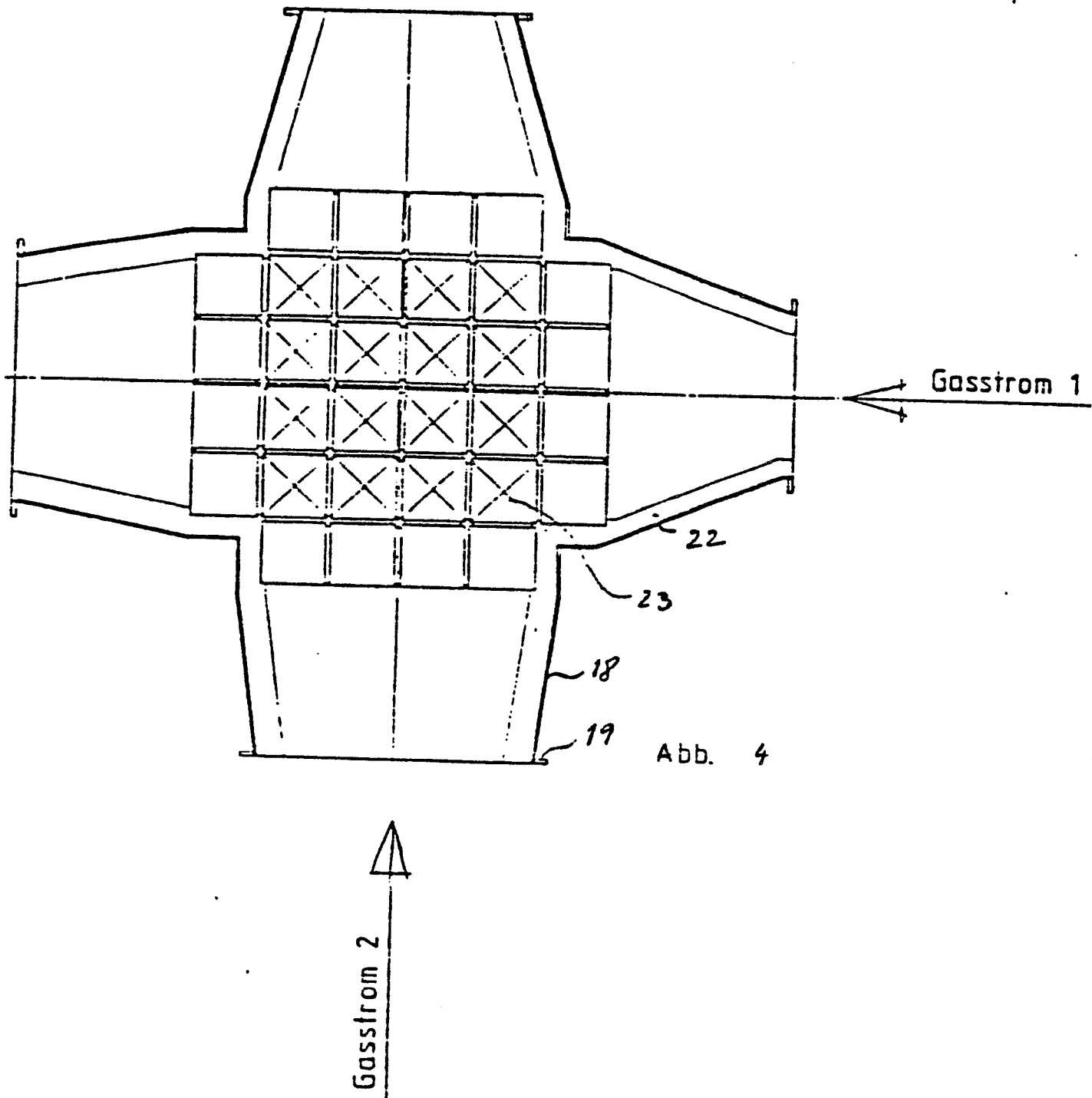
0176680



Uhde GmbH, DORTMUND
Eig. Zeichen 10 153
Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

4/8

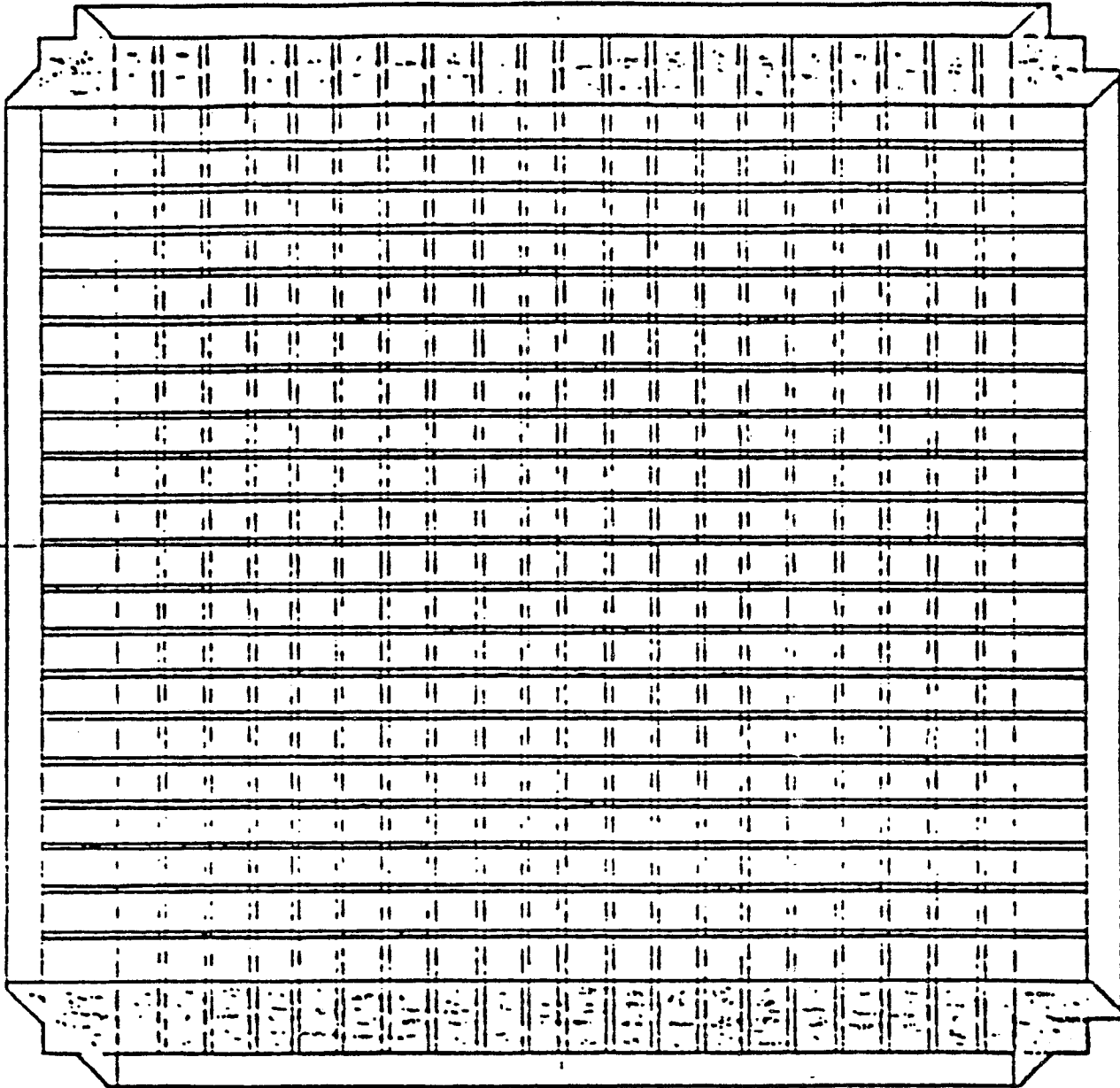
0176680



Uhde GmbH, DORTMUND
 Eig. Zeichen 10 153
 Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

5/8

Fig. 0176680



Uhde GmbH, DORTMUND
Eig. Zeichen 10 153
Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

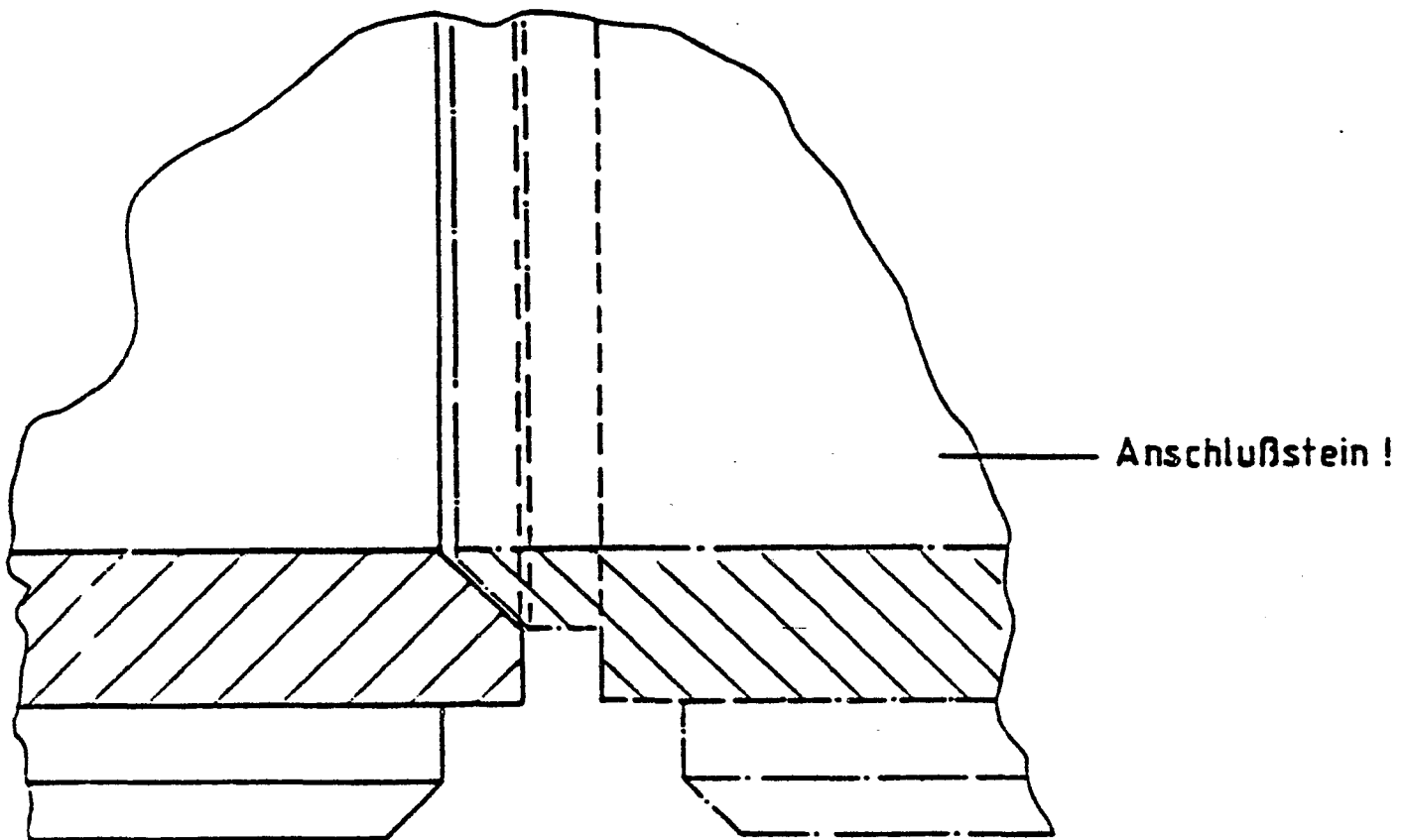
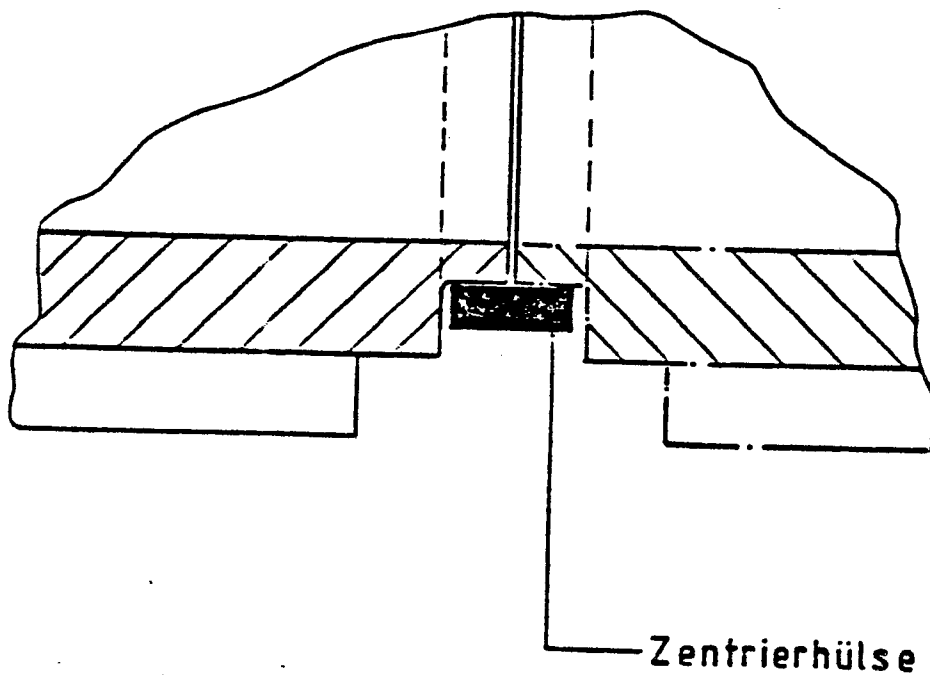
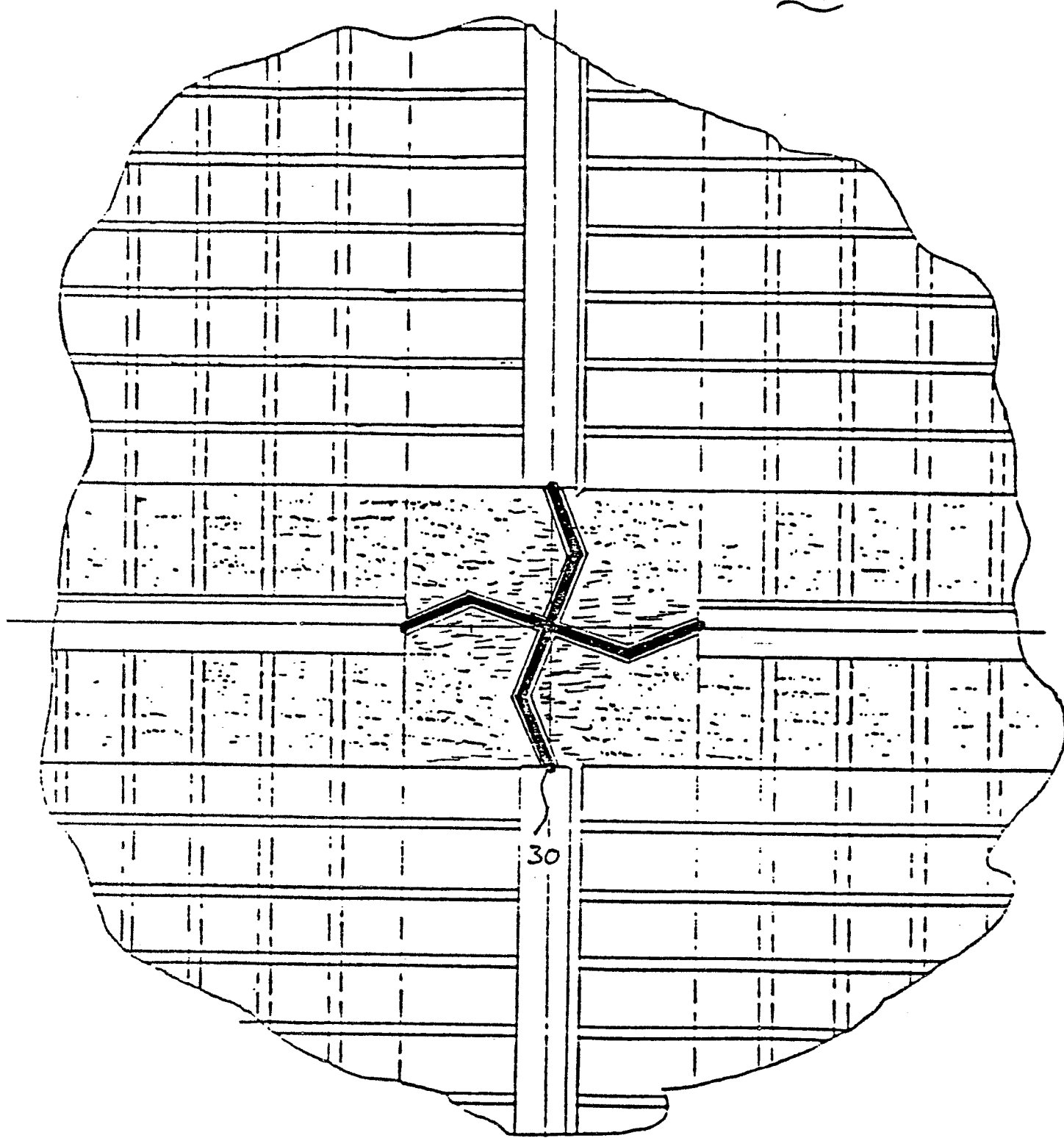
Fig. 6

Fig. 7

Uhde GmbH, DORTMUND
Eig. Zeichen 10 153
Kreuzstrom-Wärmeaustauscher

8/8

Fig.: 8 0176680



Uhde GmbH, DORTMUND
Eig. Zeichen 10 153
Kreuzstrom-Wärmeaustauscher