

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 83108923.0

51 Int. Cl.³: **B 08 B 9/04**

22 Anmeldetag: 09.09.83

30 **Priorität: 28.09.82 DE 3235785**

43 **Veröffentlichungstag der Anmeldung:**
04.04.84 Patentblatt 84/14

84 **Benannte Vertragsstaaten:**
AT DE FR GB

71 **Anmelder: Nukem GmbH**
Rodenbacher Chaussee 6 Postfach 11 00 80
D-6450 Hanau 11(DE)

72 **Erfinder: Wolff, Willi**
Dresdner Strasse 8
D-8756 Kahl/Main(DE)

72 **Erfinder: Bader, Eberhardt**
Barbarossastrasse 17
D-5430 Montabaur(DE)

72 **Erfinder: Knichelmann, Winfried**
Goethestrasse 8
D-8757 Karlstein(DE)

74 **Vertreter: Nowak, Gerhard**
DEGUSSA AG Fachbereich Patente Postfach 1345
D-6450 Hanau 1(DE)

54 **Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen und Kontrollieren der Innenoberfläche von Rohren.**

57 Ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum automatischen Reinigen und Kontrollieren der Innenoberfläche von Rohren mit Hilfe von Stopfen aus kompressiblem Material, insbesondere aus Filz oder Schaumstoff, umfaßt das Zuführen der Stopfen, das Einführen in die zu behandelnden Rohre sowie Inspektion nach dem Behandlungsvorgang und die Auslösung von Folgebehandlungen. Vor dem Einführen der mit dem Behandlungsmittel getränktem Stopfen in die Rohre werden die Stopfen zunächst auf ein Durchmesseruntermaß gegenüber dem Rohrinnendurchmesser gepreßt bzw. verdichtet.

1

5

NUKEM GmbH
6450 Hanau 11,

10

Verfahren und Vorrichtung zum Reinigen und
Kontrollieren der Innenoberfläche von Rohren

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum automatischen Reinigen und Kontrollieren von Rohren mit Hilfe von Stopfen aus kompressiblem Material, insbesondere aus Filz oder Schaumstoff sowie eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

20

Bei der Herstellung von Qualitätsrohren z.B. für Wärmetauscher- oder Brennelementhüllrohre ist es notwendig, eine hohe Reinheit der Rohroberflächen sowohl in den Zwischenschritten der Herstellung als auch am Fertigerohr sicherzustellen.

25

Während die Reinigung und Prüfung der Außenrohroberflächen unproblematisch ist, gestalten sich die Reinigung und die Prüfung der Innenrohroberflächen schwieriger.

30

Zur Zeit wird die Innenoberfläche von Rohren durch Durchspülen eines Wasch- oder Lösungsmittels mit anschließendem Durchtreiben von Lappen oder Stopfen gereinigt. Die fest an der Innenwand anliegenden Stopfen streifen dabei Schmutzreste ab und schieben diese aus dem Rohr aus.

35

1

- 2 -

5 Der Verschmutzungsgrad der Stopfen läßt Rückschlüsse
auf die Sauberkeit der Innenrohroberflächen zu. Die
Schwierigkeit dieses Verfahrens besteht darin, daß
Lappen oder Stopfen mühsam manuell in das zu behandelnde
Rohr eingeführt werden müssen. Da diese Prozedur je
10 nach Verschmutzungsgrad z.T. mehrere Male an einem Rohr
wiederholt werden muß, ist dieses Verfahren sehr um-
ständlich und zeitaufwendig. So kann die Behandlung
einer Innenrohroberfläche eines 30 m langen Rohres bis
zu einer Stunde betragen. Ein weiterer Nachteil ist
15 die Belastung des Bedienungspersonals durch Lösungs-
mitteldämpfe und der ständige Kontakt mit Waschmitteln.
In einem weiteren Verfahren erfolgt die Rohrrinnenbehand-
lung durch Strahlen mit abrasiven Mitteln. Auch dieses
Verfahren ist aufwendig, mit Gesundheitsrisiken ver-
20 bunden und in vielen Fällen überdies nicht oder nur be-
grenzt einsetzbar.

Der vorliegenden Erfindung lag daher die Angabe zugrunde,
ein Verfahren zum automatischen Reinigen und Kontrollie-
25 ren der Innenoberfläche von Rohren mit Hilfe von Stopfen
aus kompressiblem Material, insbesondere aus Filz oder
Schaumstoff, und eine dazugehörige Vorrichtung zur
Durchführung des Verfahrens zu schaffen, mit denen eine
automatische, schnelle und für das Bedienungspersonal
30 ungefährliche Rohrrinnenwandbehandlung möglich ist.

Die Aufgabe wurde erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß
die Stopfen zunächst mit einem Reinigungs-, Spül- oder
Gleitmittel getränkt werden, die Stopfen danach in einer
35 Verdichtungskammer durch Pressen mit einem oder mehreren

1

- 3 -

5 Preßstempeln soweit verdichtet werden, daß der Durchmesser der Stopfen ein Untermaß von einigen Zehntel-
millimetern gegenüber dem Innendurchmesser des zu be-
handelnden Rohres erhält, das Rohr vor eine Mündung der
10 Verdichtungskammer positioniert wird, und anschließend
die verdichteten Stopfen, die mit dem positionierten
Rohr eine gemeinsame Längsachse besitzen, aus der noch
in Verdichtungsposition der Preßstempel befindlichen
Verdichtungskammer mittels eines Transportmittels in
das Rohr eingeführt werden, wobei die Stopfen beim
15 Passieren des Rohres durch Ausdehnen des kompressiblen
Stopfenmaterials die Rohrwand intensiv behandeln
und nach dem Verlassen des Rohres inspiziert werden und
ferner, je nach Inspektionsbefund, über ein Signal
gegebenenfalls weitere Stopfen in das Rohr eingeführt
20 werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf der Erkenntnis, daß kompressibles Stopfenmaterial, durch Pressen auf Untermaß gegenüber dem Rohrinne Durchmesser gebracht,
25 bequem und schnell in ein Rohr einzufügen ist, im Rohr sich quasi entspannt, sich also entsprechend der Materialeigenschaft, wie sie beispielsweise für Filz oder bestimmte Schaumstoffarten typisch ist, im Rohr aufweitet. Der dadurch bewirkte innige Kontakt des nunmehr aufgeweiteten, mit Reinigungsmittel getränkten Stopfens
30 sichert eine intensive und schonende Behandlung der Innenrohroberfläche. Auf diese Weise wird ein gewaltsames Einführen des Stopfens, z.B. mit mechanischen Hilfen vermieden, somit eine Rohrbeschädigung ausgeschlossen, und das Einführen des Stopfens auf überraschend
35 schnelle Weise, in Bruchteilen von Sekunden, in das Rohr erreicht.

1

5 Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Verdichtung der Stopfen nacheinander durch eine horizontale Vorverdichtung und eine vertikale Endverdichtung erfolgt. Dadurch kann eine weitgehend beliebige Stopfenanfangsgeometrie der Innenrohrgeometrie angepaßt werden.

10

Es ist auch in vielen Fällen besonders günstig, wenn die Stopfen in einen Reinigungs-, Spül- oder Gleitmittelkreislauf eingeschleust werden, der durch die Verdichtungskammer und das Rohr geführt wird. Weiterhin hat es sich
15 als besonders vorteilhaft herausgestellt, wenn je nach gegebenem Inspektionsbefund der Stopfen über ein ausgelöstes Signal automatisch weitere Stopfen in das Rohr eingeführt werden bzw. das inspizierte Rohr automatisch abgeführt und ein noch zu reinigendes oder zu kontrollierendes Rohr der Mündung der Verdichtungskammer zugeführt
20 wird.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhafterweise in einer Vorrichtung durchgeführt, bei der eine Zuführung für Stopfen, die mit einer Dusche für Reinigungs-,
25 Spül- oder Gleitmittel versehen ist, mit einer Verdichtungskammer verbunden ist, und die Verdichtungskammer eine Preßmatrize, Preßstempel, eine Transportmittel-Zuführung und eine Mündung zur Aufnahme des Rohres enthält.
30

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung sowie weitere besonders günstige Ausgestaltungen der Vorrichtung werden anhand der schematischen Abbildungen I bis
35 III beispielhaft näher erläutert.

1

5 Aus einem Stopfenmagazin (1) (s. Abb. I), in dem sich ein Vorrat zylindrischer Stopfen (11), beispielsweise aus Filz, befindet, deren Durchmesser größer ist als der Innendurchmesser des zu behandelnden Rohres (9) ist, rollen

10 Stopfen (11) über eine schiefe Ebene (30) auf eine Siebleiste (26) und werden auf ihr mittels eines taktweise arbeitenden Schiebers (29) unter eine Dusche (2) in Richtung einer Verdichtungskammer (3) geschoben. Die Dusche (2) besprengt die Stopfen (11) mit Wasch-, Spül- oder Lösungsmittel, das aus einem Vorratsbehälter (24) über eine

15 Pumpe (25) zugeführt wird. Überschüssiges Waschmittel tropft durch die Siebleiste (26) in eine Wanne (31), von wo es in den Vorratsbehälter (24) zurückgeführt wird. Die befeuchteten Stopfen (11) werden weitergeschoben und fallen bzw. rollen in eine Preßmatrize (5) der Verdichtungskammer (3). Mittels eines pneumatisch angetriebenen Stempels (4) wird der Stopfen (11) in einen entsprechend geformten Kanal (32) gepreßt und dabei zu einem Zylinder (34) mit einem Durchmesseruntermaß von einigen Zehntelmillimetern gegenüber dem zu behandelnden Rohr (9) verdichtet. Der Stempelkragen (33) dichtet gleichzeitig die Verdichtungskammer (3) nach außen ab. Beim Verdichten freigesetztes überschüssiges Waschmittel kann durch das zu behandelnde Rohr (9) ablaufen. Dieses Rohr (9) ist in eine mit Dichtungselementen (7) versehene Mündung (8),

25 die eine entsprechend geformte Rohreinlaufgeometrie aufweist und sich an der Verdichtungskammer (3) befindet, eingeführt. In dieser Position haben der verdichtete Stopfen (34) und das Rohr (9) eine gemeinsame Achse (22). Nunmehr wird durch eine in der Verdichtungskammer (3)

30 befindliche Transportmedium-Zuführungsöffnung (6) ein Transportmedium, beispielsweise Preßluft, auf den verdichteten Stopfen (34) bei noch in Verdichtungsposition be-

35

1
5 findlichem Stempel (4) gegeben. Dadurch wird der verdichtete Stopfen (34) längs des Kanals (32) einwandfrei in das zu behandelnde Rohr (9) eingeführt und durchgetrieben. Dabei dehnt sich der verdichtete Stopfen (34) entsprechend dem Innendurchmesser des Rohres (9) aus und
10 behandelt beim Passieren des Rohres durch inniges Berühren die Rohrrinnenwand intensiv.

Die Auslösung des Druckluftstopfens wird manuell, vorteilhafterweise über einen Signalgeber (16) oder automatisch
15 durchgeführt. Nach dem Passieren des Rohres (9) wird der Stopfen auf Verschmutzung inspiziert und begutachtet. Dabei können visuelle und andere an sich bekannte Kontrollmethoden angewendet werden. Je nach Inspektionsbefund können über den Signalgeber (16) weitere Stopfen (11)
20 durch das Rohr (9) getrieben werden. Die Bedienung ist also unproblematisch und ungefährlich.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung wird das Rohr (9) mittels einer ansteuerbar arbeitenden Zu- und Abführungseinrichtung (12), die mit einem Magazin (13) für un-
25 behandelte Rohre und mit einem Magazin (10) für behandelte Rohre versehen ist, in die Mündung (8) eingeführt. In besonderen Fällen ist es auch günstig, wenn ein horizontal bewegtes Transportgehäuse, das durch die Zuführungsöffnung (6) geführt ist, die Stopfen (11) durch das
30 Rohr (9) schiebt.

1

- 7 -

5 Als Ausgangsmaterial für die Stopfen kann auch würfel-
oder säulenförmiges Material (siehe Abb. II), z.B.
Würfel (18) aus Polypropylen, verwendet werden. Dabei
ist es besonders günstig, wenn die Verdichtungskammer (3)
horizontal arbeitende Preßstempel (14) und einen vertikal
10 arbeitenden Preßstempel (15) enthält. Ferner ist es vor-
teilhaft, wenn die Preßmatrize (5), die Preßstempel (4,
14, 15) und die Mündung (8) auswechselbar angeordnet
sind, da sich die Umrüstzeiten bei der Umstellung auf
andere Rohrabmessungen fallweise verkürzen.

15

In einer weiteren besonders interessanten Ausgestaltung,
die in Abb. III dargestellt ist, wird der verdichtete
Stopfen (34) in einen Waschmittelkreislauf (17) einge-
schleust. Dabei wird der Waschmittelstrom alternierend
20 über die Verdichtungskammer (3) oder hinter dieser in
den Kanal (32) zwischen einem entsprechend dimensionier-
ten Durchgangsventil (19) und der Mündung (8) durch das
Rohr (9) geführt. Dabei wird das Waschmittel aus einem
Waschmittelvorratstank (28) von einer Pumpe (27) ange-
25 saugt und über ein Durchgangsventil (20) durch das zu
reinigende Rohr (9) geleitet. Die Dichtung (7) verhin-
dert, daß Waschmittel austritt. Gleichzeitig wird die
Verdichtungskammer (3) mit einem Stopfen (11) beladen.
Danach werden das bisher geschlossene Ventil (19) und
30 ein weiteres bisher ebenfalls geschlossenes Dreiwegeven-
til (21) geöffnet und nach kurzer Verzögerung das Ventil
(20) geschlossen. Der Waschmittelstrom drückt jetzt den
komprimierten Stopfen (34) aus der Verdichtungskammer (3)
in und durch das Rohr (9). Danach werden die Ventile
35 wieder automatisch in die Ausgangsstellung gebracht,
wobei ein Teil des in der Verdichtungskammer (3) stehenden
Waschmittels durch das Dreiwegeventil (21) zum Anschluß (23) in

1

- 8 -

5 den Waschmittelvorratstank (35) zurückfließt. Die ent-
leerte Verdichtungskammer kann sodann erneut beladen wer-
den. Das durch das Rohr (9) gedrückte Waschmittel fließt
über eine Rücklaufleitung, gegebenenfalls zusätzlich über
Reinigungsvorrichtungen, in den Waschmittelvorratstank
10 (28) zurück.

Außer der Behandlung von geraden Rohren lassen sich auch
in vielen Fällen gekrümmte Rohre reinigen und kontrollie-
ren. Fallweise ist bei Verwendung entsprechend geeigneter
15 Reinigungsmittel auch die Behandlung verkalkter Rohre mög-
lich, da das erfindungsgemäße Stopfeneinführverfahren in
Verbindung mit der Stopfenaufweitung im zu behandelnden
Rohr zu einem besonders intensiven Kalkabtrag führt.

20 Rohre mit eckigem Querschnittsprofil lassen sich eben-
falls auf die erfindungsgemäße Weise reinigen und inspi-
zieren.

Es hat sich herausgestellt, daß für das erfindungsgemäße
Verfahren ein Verhältnis von Stopfenlänge zu Rohrrinnen-
25 durchmesser zwischen 3 und 5 günstig ist. Aber auch
davon abweichende Geometrien sind fallweise geeignet.
Für stark verschmutzte Rohre haben sich Stopfen aus
Schaumstoff gut bewährt, während für die erfindungsge-
mäßige Behandlung von bereits verhältnismäßig sauberen
30 Rohren Filzstopfen wegen ihres speziellen Andruckver-
mögens beim "Aufgehen" aus dem komprimierten, also
verdichteten Zustand, hervorragend geeignet sind.
Die Verdichtungskammer (3) sowie ihre Bestandteile
können aus Metall oder Kunststoff, z.B. Teflon, ge-
35 fertigt sein.

1

5 Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens, die neben der einfachen und ungefährlichen Bedienung im sehr geringen Zeitaufwand liegen, da das bisherige umständliche "Einfädeln" von Stopfen etc. in die Rohre entfällt, wird in den folgenden zwei Beispielen eindrucksvoll deutlich:

10

Beispiel 1

Es waren verölte Wärmetauscherrohre, Edelstahl, Abmessungen 14 x 1 mm, Länge 40 Meter, zu reinigen.

15

- Stopfen: - Polypropylenschaumstoff,
- Abmessungen vor der Verdichtungskammer
25 x 25 x 40 mm,
- Untermaß des Durchmessers gegenüber dem
Innenrohrdurchmesser 0,3 mm nach dem Verdichten,
20 - Länge des verdichteten Stopfens ca. 50 mm

Waschmittel: Alkalisches Waschmittel (Polyphosphat)

25

"Schießintervall": 30 Sekunden

Fördergeschwindigkeit des Stopfens durch das Rohr:
2,5 m/s bei einem Waschmitteldruck am Rohreingang von
4 bar.

30

Ergebnis:

Nach dem zweiten Stopfen, also nach ca. 1 Minute, war die
Rohrinnenoberfläche eines jeden Rohres nahezu sauber
(visuelle Güteklasse "1"). Nach dem sechsten Stopfen,
35 also nach ca. 3 Minuten, war die Rohrinnenoberfläche
eines jeden Rohres entsprechend der Stopfeninspektion
einwandfrei sauber (visuelle Güteklasse "0").

1

5 Beispiel 2

Es waren bereits gereinigte Hüllrohre für Kernbrennelemente, Zircalloy, Abmessungen 10,75 x 0,4 mm, Länge 5,5 m, auf Sauberkeit zu endkontrollieren.

10

- Stopfen: - Filzstopfen, zylinderförmig,
- Untermaß des Durchmessers gegenüber dem Innenrohrdurchmesser 0,3 mm nach dem Verdichten,
- Länge des verdichteten Stopfens ca. 20 mm.

15

Behandlungsmittel: Alkohol

"Schießintervall": 10 Sekunden

20

Fördermedium: ölfreie Preßluft

Fördergeschwindigkeit des Stopfens durch das Rohr:
20 m/s.

25

Ergebnis:

Nach dem ersten Stopfen, einschließlich der Stopfenverdichtung, nach weniger als ca. 10 Sekunden, war die Rohrinnenoberfläche eines jeden Rohres entsprechend der Stopfeninspektion einwandfrei sauber (visuelle Güteklasse "0").

30

35

1

5

NUKEM GmbH
6450 Hanau 11,

10

Patentansprüche

15

1. Verfahren zum automatischen Reinigen und Kontrollieren der Innenoberfläche von Rohren mit Hilfe von Stopfen aus kompressiblem Material, insbesondere aus Filz oder Schaumstoff, dadurch gekennzeichnet, daß die Stopfen zunächst mit einem Reinigungs-,

20 Spül- oder Gleitmittel getränkt werden, die Stopfen danach in einer Verdichtungskammer durch Pressen mit einem oder mehreren Preßstempeln soweit verdichtet werden, daß der Durchmesser der Stopfen ein Untermaß von einigen Zehntelmillimetern gegenüber dem Innendurchmesser des zu behandelnden Rohres erhält, das Rohr vor eine Mündung der Verdichtungs-

25 kammer positioniert wird und anschließend die verdichteten Stopfen, die mit dem positionierten Rohr eine gemeinsame Längsachse besitzen, aus der noch in

30 Verdichtungsposition der Preßstempel befindlichen Verdichtungskammer mittels eines Transportmittels in das Rohr eingeführt werden, wobei die Stopfen beim Passieren des Rohres durch Ausdehnen des kompressiblen Stopfenmaterials die Rohrwand intensiv be-

35 handeln und nach dem Verlassen des Rohres inspiziert

- 1
- 5 werden und ferner, je nach Inspektionsbefund, über ein Signal gegebenenfalls weitere Stopfen in das Rohr eingeführt werden.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichtung der Stopfen nacheinander durch eine horizontale Vorverdichtung und eine vertikale Endverdichtung erfolgt.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stopfen in einen Reinigungs-, Spül- oder Gleitmittelkreislauf eingeschleust werden, der durch die Verdichtungskammer und das Rohr geführt wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß je nach gegebenem Inspektionsbefund der Stopfen über einen Steuerbefehl das inspizierte Rohr automatisch abgeführt und ein noch zu reinigendes oder zu kontrollierendes Rohr der Mündung der Verdichtungskammer zugeführt wird.
- 25 5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Zuführung (35) für Stopfen (11), die mit einer Dusche (2) für Reinigungs-, Spül- oder Gleitmittel versehen ist, mit einer Verdichtungskammer (3) verbunden ist, und die Verdichtungskammer (3) eine Preßmatrize (5), Preßstempel (4), eine Transportmittelzuführung (6)
- 30 und eine Mündung (8) zur Aufnahme des Rohres (9) enthält.
- 35

1

5 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
daß als Transportmittel für die Stopfen (11) durch
das Rohr (9) ein horizontal hin- und herbewegtes
Transportgestänge durch die Zuführungsöffnung (6)
geführt ist.

10

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 und 6, dadurch gekenn-
zeichnet, daß das Rohr mittels einer ansteuerbar
arbeitenden Zu- und Abführungseinrichtung (12), die
Rohrmagazine (10,13) enthält, in die Mündung (8)
15 eingeführt ist.

15

8. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 7, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Verdichtungskammer (3) horizontal
arbeitende Preßstempel (14) und einen vertikal arbei-
20 tenden Preßstempel (15) enthält.

20

9. Vorrichtung nach Anspruch 5 bis 8, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die Preßmatrize (5), die Preßstempel
(4,14,15) und die Mündung (8) auswechselbar ange-
25 ordnet sind.

25

30

35

1/3

Abb.I b

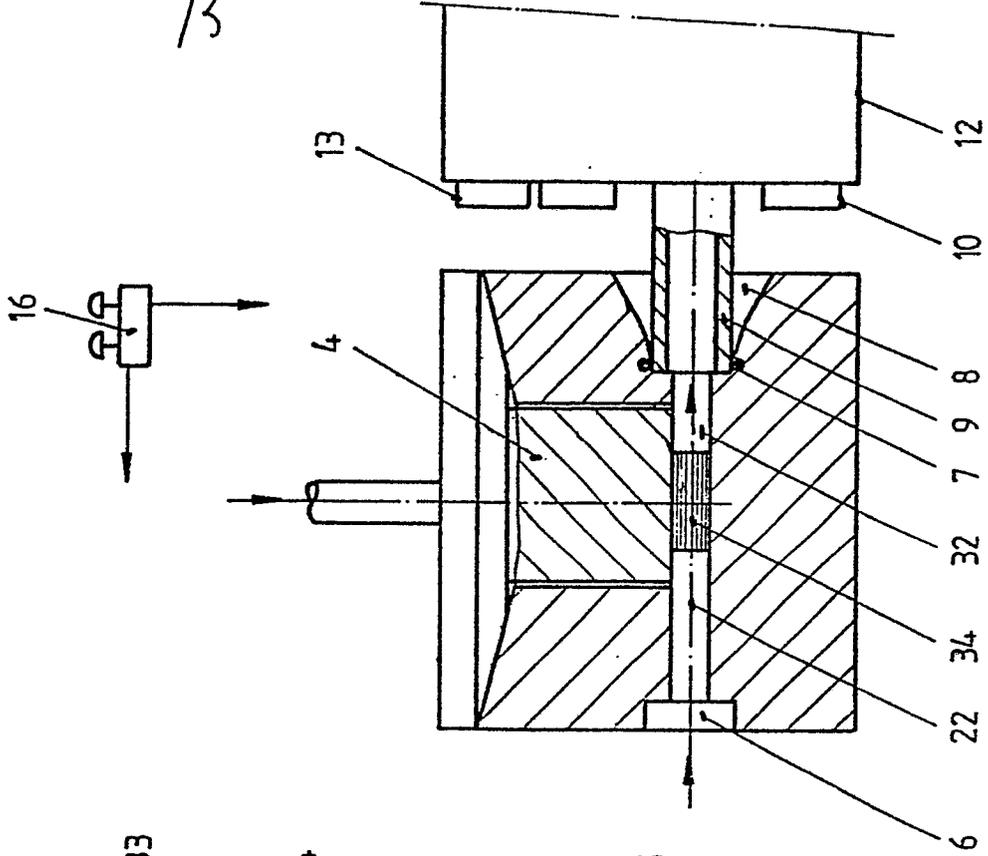
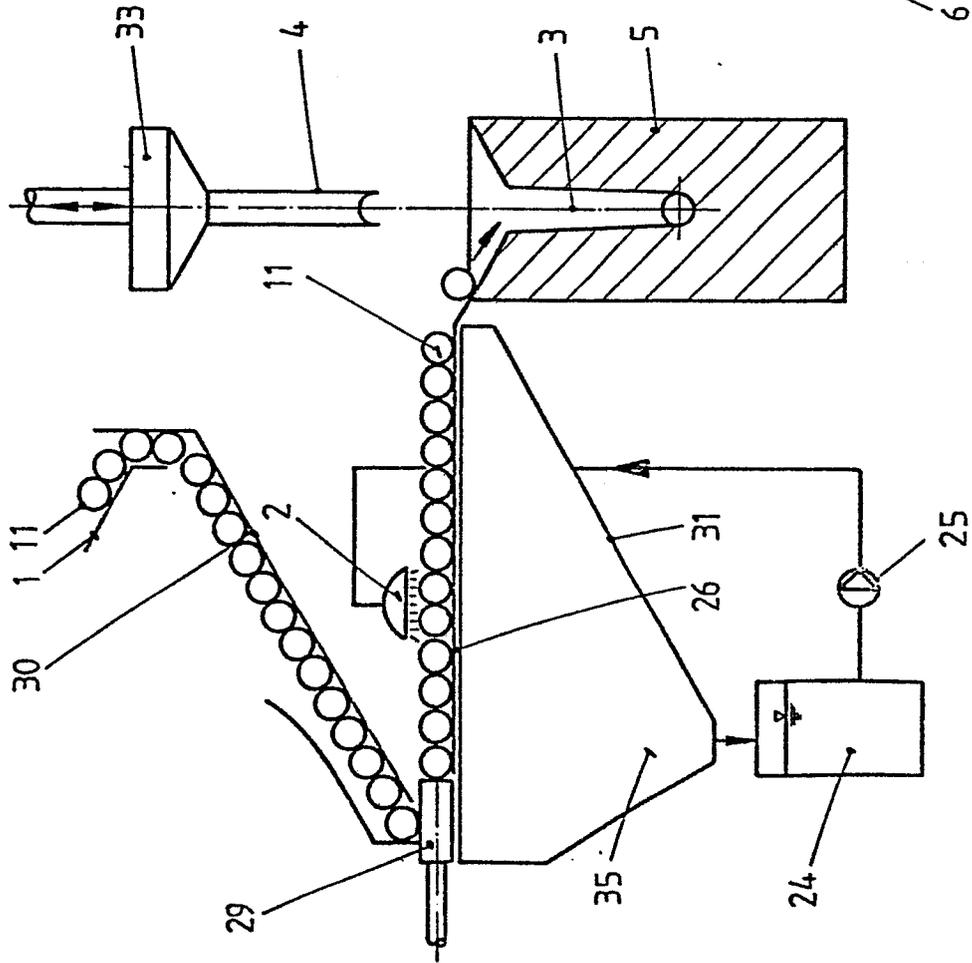


Abb.I a



2/3

Abb. II b

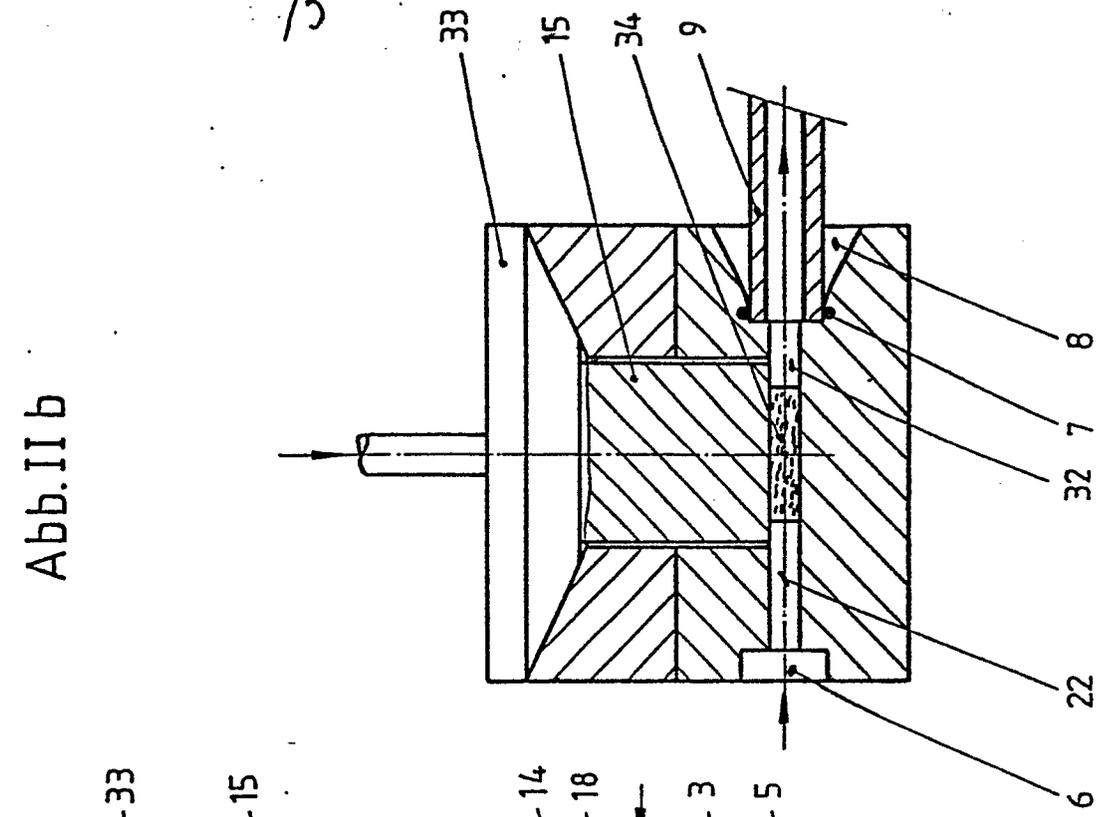
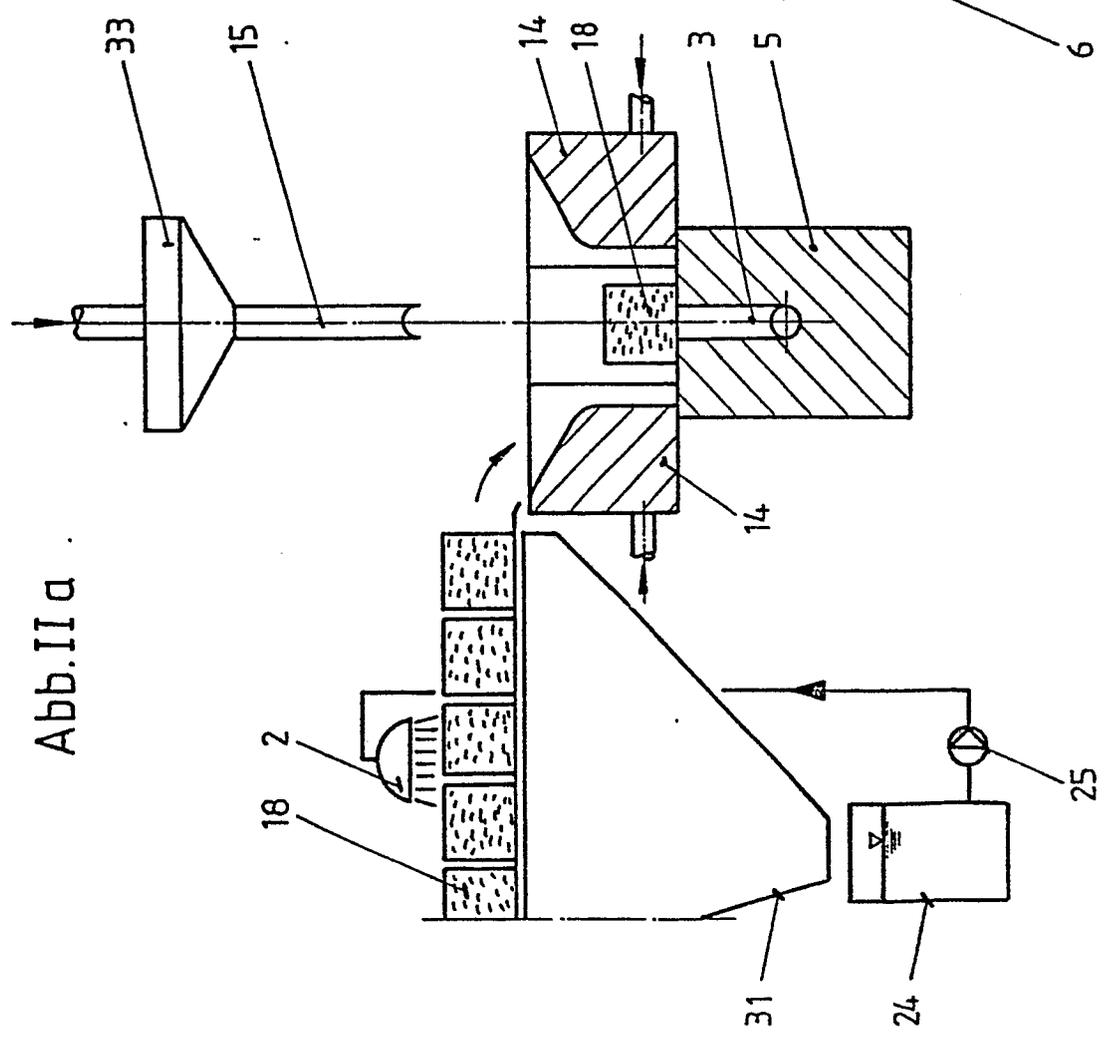


Abb. II a



3/3

Abb. III

