

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 346/2003  
(22) Anmeldetag: 07.03.2003  
(24) Beginn der Patentdauer: 15.02.2004  
(45) Ausgabetag: 15.05.2010

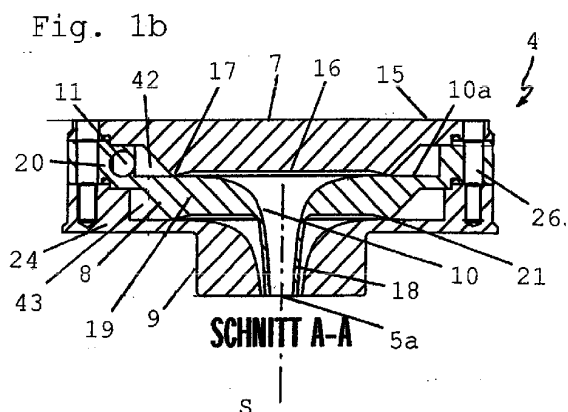
(51) Int. Cl.<sup>8</sup>: **C02F 1/34** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:  
DE 3738223  
AT 6483 U1 EP 134890 B1 DE 3325952 A1  
  
RAUM & ZEIT 49 (1991), 3-9

(73) Patentinhaber:  
NEBERT WERNER  
D-82216 MAISACH (DE)

(54) **VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR AUFBEREITUNG VON WASSER**

(57) Wasseraufbereitungsanlage mit einer ein-  
Einlauf- und eine Auslassöffnung aufweisenden  
Wirbelkammer, die aus einem Düseninnenkörper (8)  
und einem Düsenbasiskörper (9) zusammengesetzt  
ist, die jeweils eine Wirbelkammer (42, 43) und  
einen axial angeordneten Auslasstrichter (18, 25)  
aufweisen und der Auslass (5a) des Auslasstrichters  
(18) des Düseninnenkörpers (8) gegen den  
Auslasstrichter (25) des Düsenbasiskörpers (9)  
gerichtet ist, wobei jede der Wirbelkammern (42, 43)  
tangential einmündende Zulaufkanäle (11, 13) zur  
Ausbildung gegensinniger Wirbelströmungen in den  
Wirbelkammern (42, 43) aufweisen. Dadurch  
werden zwei Wirbelfelder mit entgegengesetzter  
Umlaufrichtung erzeugt, die axial zusammengeführt  
werden, wobei durch Verringerung des  
Durchmessers der inneren Begrenzungsflächen (10,  
12) der Auslasstrichter (18, 25) die  
Winkelgeschwindigkeit der Wirbelfelder vom Bereich  
der Einleitung zum Auslass erhöht wird.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Wasser.

**[0002]** Vorrichtungen bzw. Verfahren dieser Art zielen darauf ab, die Eigenschaften von Wasser hinsichtlich seiner Mischbarkeit mit anderen Substanzen bzw. Flüssigkeiten sowie dessen Verträglichkeit für biologische Systeme wie Pflanzen, Tiere oder auch dem menschlichen Organismus zu verbessern. Die Arbeitshypothese hierbei gründet sich auf grundlegende Betrachtungen der physikalischen Eigenschaften von Wasser.

**[0003]** Die in vielerlei Hinsicht bemerkenswerten Eigenschaften von Wasser lassen sich auf die Struktur des  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküls zurückführen, in dem die beiden H-Atome unter einem Winkel von  $104,5^\circ$  angeordnet sind. Die unterschiedlichen Elektronegativitäten von Sauerstoff und Wasserstoff führen zu einer Polarisierung der O-H-Bindungen, die somit auch als polare Atombindungen bezeichnet werden. Da die entgegengesetzten elektrischen Pole in ihrer räumlichen Lage nicht zusammenfallen, bildet das Wassermolekül einen Dipol und verleiht Wasser einen stark polaren Charakter. Das erklärt die Eignung von Wasser als Lösungsmittel für polare Stoffe, die elektrolytische Dissoziation von Salzen, Basen und Säuren, die Neigung zur Komplexbildung, die Hydratation und die Fähigkeit zur Ausbildung von Wasserstoff-Brückenbindungen.

**[0004]** Insbesondere die Ausbildung von Wasserstoff-Brückenbindungen hat weitreichende Konsequenzen und bedingt nicht zuletzt auch die Strukturen von flüssigem und festem Wasser. Zwischen dem positiv geladenen Wasserstoffatom und dem freien Elektronenpaar eines Sauerstoffatoms eines Nachbarmoleküls kommt es zu einer elektrostatischen Anziehung, wobei die Bindungsenergien der Wasserstoff-Brückenbindungen im Bereich von 40 kJ/mol liegen. Diese Wasserstoffbrücken erhöhen die Schmelztemperatur, die Siedetemperatur, die Verdampfungsenthalpie, das Dipolmoment, die elektrische Feldkonstante und die Viskosität. So müsste etwa Wasser aufgrund seiner kleinen Molekülmasse von 18 U den wesentlich geringeren Siedepunkt von  $-70^\circ\text{C}$  aufweisen, anstatt des tatsächlich beobachteten Siedepunkts von  $100^\circ\text{C}$  und würde daher in der Natur gasförmig vorkommen. Dies verdeutlicht die herausragende Bedeutung der Fähigkeit des Wassers zur Bildung von Wasserstoff-Brückenbindungen.

**[0005]** Wasserstoff-Brückenbindungen führen aber auch zu typischen Ketten-, Schicht- und Raumnetzstrukturen. Eis etwa besitzt eine hochgeordnete kristalline Struktur mit einem Maximum an Wasserstoffbrücken. Aber auch flüssiges Wasser hat eine teilweise geordnete Struktur, in der sich ständig Gruppen von Molekülen je nach Temperatur über Wasserstoffbrücken zusammenschließen und wieder auflösen. Diese Gruppen von Wassermolekülen werden als Cluster bezeichnet, deren Größe experimentell bestimmt werden kann. So kann aus Messdaten geschlossen werden, dass sich die durchschnittliche Clustergröße bei  $10^\circ\text{C}$  bei etwa 50 Wassermolekülen bewegt, während dies bei  $50^\circ\text{C}$  nur mehr etwa 20 Moleküle sind.

**[0006]** Wasserstoff-Brückenbindungen sind für die Lebensvorgänge in biologischen Systemen von weitreichender Bedeutung. Sie beeinflussen Strukturen und Eigenschaften von organischen Molekülen, insbesondere von Biopolymeren wie DNA, Proteine und Polysaccharide. Erst in wässriger Lösung können diese Moleküle bestimmte Funktionen im Stoffwechsel ausüben, etwa als Enzyme, Gene oder Stützgewebe. Bei den für biologische Systeme typischen Temperaturen ist die Bildung von Molekülcluster mit bis zu 40 Wassermolekülen in der Wechselwirkung mit solchen Biopolymeren allerdings keine zu vernachlässigende Größe mehr und beeinträchtigt die Funktionsweise der unterschiedlichen Biopolymere als auch die Aufnahme von Wasser in das Innere von Zellen in nachteiliger Weise.

**[0007]** Somit besteht die Überlegung, durch chemische oder technische Maßnahmen die Größe dieser Molekülcluster zu verkleinern, um dessen Eigenschaften innerhalb biologischer Systeme bzw. die Mischbarkeit von Wasser mit anderen Substanzen zu verbessern. So wird etwa in JP 6315682 vorgeschlagen, mittels Ultraschall die durchschnittliche Clustergröße zu verringern. In US 5 753 124 wird hingegen vorgeschlagen, durch Anwendung eines magnetischen Feldes Molekülcluster im Wasser aufzubrechen. In EP 0 507 960 B1 wird ein chemischer Lösungsansatz verfolgt, bei dem durch Beimengung wasserlöslicher Mineralien Wasserstoffbrückenbin-

dungen des Wassers aufgebrochen werden sollen. In EP 1 052 226 A1 wird eine Vorrichtung offenbart, die im Wesentlichen einen zylindrischen Grundkörper umfasst, in dem Leitschaufeln angeordnet sind, die dem durchströmenden Wasser einen Drall verleihen. Durch diese Verwirbelung soll ebenfalls die durchschnittliche Clustergröße verringert werden.

**[0008]** Vorrichtungen dieser Art zeichnen sich durch einen verhältnismäßig komplizierten Aufbau aus. Es hat sich im Gegensatz dazu überraschenderweise gezeigt, dass sich der gewünschte Effekt, nämlich eine Reduktion durchschnittlicher Clustergrößen, auch durch eine relativ einfache Konstruktion einer Vorrichtung verwirklichen lässt, die somit auch preisgünstig herzustellen ist und eine breite Anwendung dieser Art der Wasseraufbereitung ermöglicht. Durch den einfachen Aufbau lässt sich die erfindungsgemäße Düse aber auch wesentlich kleiner bauen, was deren Montage an Wasserhähne, Duschköpfe und dergleichen ohne großen Aufwand ermöglicht.

**[0009]** Insbesondere ist es Aufgabe der Erfindung, die Effektivität der Aufbereitung zu erhöhen. Diese Eigenschaften werden durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß der kennzeichnenden Merkmale von Anspruch 1 sichergestellt.

**[0010]** Anspruch 1 sieht hierbei eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Wasser vor, die aus einem Düseninnenkörper und einem Düsenbasiskörper zusammengesetzt ist, die jeweils eine Wirbelkammer und einen axial angeordneten Auslasstrichter aufweisen und der Auslass des Auslasstrichters des Düseninnenkörpers gegen den Auslasstrichter des Düsenbasiskörpers gerichtet ist, wobei jede der Wirbelkammern tangential einmündende Zulaufkanäle zur Ausbildung gegensinniger Wirbelströmungen in den Wirbelkammern aufweisen. Das zunächst in Form einer annähernd laminaren Strömung zugeführte Wasser wird in den beiden Düsenkörpern in eine turbulente Wirbelströmung mit mitunter beachtlichen Winkelgeschwindigkeiten umgewandelt, wobei die beiden Wirbelströmungen entgegengesetzte Umlaufrichtungen aufweisen. Bei der Vereinigung beider Wirbelströmungen bildet sich gewissermaßen ein Zyklon, bei dem sich im Zentrum nahe der Rotationsachse ein Luftschlauch ausbildet, der Luft vom Auslass in das Innere der Vorrichtung aufgrund des dort herrschenden Unterdrucks ansaugt. Dadurch stellen sich nicht nur große Geschwindigkeitsgradienten in horizontaler Richtung, sondern auch in vertikaler Richtung ein, was bereits im Bereich relativ geringer Absolutwerte für die Winkelgeschwindigkeiten starke hydrodynamische Scherkräfte bewirkt. Molekülcluster im Wasser werden somit gewissermaßen "zerrissen". Die außergewöhnliche Effektivität einer dermaßen einfachen Vorrichtung hinsichtlich der Zerstörung von Molekülcluster wie jene gemäß der Erfindung begründet sich insbesondere darauf, dass zwei entgegengesetzt umlaufende, turbulente Wirbelströmungen erzeugt werden, was die hydrodynamischen Scherkräfte maximiert.

**[0011]** Anspruch 2 sieht vor, dass die Wirbelkammern rotationssymmetrisch um eine gemeinsame Rotationsachse S ausgeführt sind und die Zulaufkanäle in einer Normalebene zur Rotationsachse S verlaufen, wodurch die anfängliche Rotationsgeschwindigkeit und somit auch die Winkelgeschwindigkeit der Wirbelströmungen im Auslass der Vorrichtung maximiert wird.

**[0012]** Die Ansprüche 3 bis 6 sehen vorteilhafte Verwirklichungen der inneren Begrenzungsflächen der Auslasstrichter zur Erzeugung der Wirbelströmungen vor. Insbesondere ist vorgesehen, die inneren Begrenzungsflächen der Auslasstrichter rotationssymmetrisch um eine Rotationsachse S auszuführen, die mit der Rotationsachse S der Wirbelkammern zusammenfallen und einen Abschnitt aufweisen, deren Erzeugende eine Kurve zweiter Ordnung ist, also etwa eine Parabel, Hyperbel oder auch eine exponentielle Kurve ist.

**[0013]** Anspruch 7 sieht vor, dass der Düseninnenkörper über eine Abschlussplatte verfügt, die in ihrem äußersten Umfangsbereich einen Schulterabschnitt mit kreisförmigem Umfang aufweist, der dünner ist als der konisch ausgeführte, zentrische Abschnitt der Abschlussplatte, wobei sich im Übergangsbereich zwischen dem Schulterabschnitt und dem zentrischen Abschnitt eine konzentrisch umlaufende, ringförmige Kante befindet, die den zentrischen Abschnitt geringfügig überragt. Anspruch 8 bezieht sich auf eine vorteilhafte Ausführung des Düseninnenkörpers selbst und sieht vor, dass die Wirbelkammer des Düseninnenkörpers von einem den Auslasstrichter umgebenden Schulterabschnitt und einen den Schulterabschnitt umfassen-

den, zylindermantelförmigen Wandabschnitt gebildet wird, wobei die innere Begrenzungsfläche des Auslasstrichters im Schulterabschnitt in einen Horizontalabschnitt übergeht, der vom Wandabschnitt begrenzt wird.

**[0014]** Diese Ausführung von Abschlussplatte und Düseninnenkörper ermöglicht die Verwirklichung der Merkmale von Anspruch 9, nämlich die Abschlussplatte relativ zum Düseninnenkörper koaxial so anzuordnen, dass die ringförmige Kante der Abschlussplatte vom Horizontalabschnitt nur geringfügig beabstandet ist. Es wird somit im zusammengesetzten Zustand ein konzentrisch umlaufender, ringförmiger Spalt zwischen Abschlussplatte und Düseninnenkörper erzeugt, der die erste Wirbelkammer in zwei Abschnitte unterteilt. Im ersten Abschnitt mündet der erste Zulaufkanal tangential ein, durch den Wasser in diesen ersten Abschnitt mit einer räumlichen Verteilung in die Wirbelkammer einströmt. Durch den Ringspalt wird die in den ersten Abschnitt mit einer ausgedehnten räumlichen Verteilung einströmenden Wassermasse nach Durchlaufen des Ringspalts gewissermaßen in eine dünne, annähernd „flächenförmige“ Wasserschicht umgewandelt. Diese verhältnismäßige dünne Wasserschicht wird in weiterer Folge der Beschleunigung entlang der inneren Begrenzungsfläche des Düseninnenkörpers unterzogen.

**[0015]** Anspruch 10 sieht vor, dass sich auf der dem Auslasstrichter zugewandten Seite des Schulterabschnittes des Düseninnenkörpers eine ringförmige, den Auslasstrichter konzentrisch umlaufende Kante befindet, die den Schulterabschnitt geringfügig überragt. Gemäß Anspruch 11 ist vorgesehen, dass der Düsenbasiskörper über einen zentrischen Abschnitt, der vom Auslasstrichter durchstoßen wird, verfügt und seine Wirbelkammer aus einem den zentrischen Abschnitt umgebenden Schulterabschnitt und einen den Schulterabschnitt umfassenden, zylindermantelförmigen Wandabschnitt gebildet wird, wobei die innere Begrenzungsfläche des Auslasstrichters im Schulterabschnitt in einen Horizontalabschnitt übergeht, der vom Wandabschnitt begrenzt wird.

**[0016]** Diese Ausführung von Düseninnenkörper und Düsenbasiskörper ermöglicht die Verwirklichung der Merkmale von Anspruch 12, nämlich den Düseninnenkörper relativ zum Düsenbasiskörper koaxial so anzuordnen, dass die ringförmige Kante des Düseninnenkörpers vom Horizontalabschnitt der inneren Begrenzungsfläche des Düsenbasiskörpers nur geringfügig beabstandet ist. Es wird somit im zusammengesetzten Zustand wiederum ein konzentrisch umlaufender, ringförmiger Spalt zwischen dem Düseninnenkörper und dem Düsenbasiskörper erzeugt, der auch die zweite Wirbelkammer in zwei Abschnitte unterteilt. Die obigen Bemerkungen zum Zweck einer solchen Ausführung gelten auch hier.

**[0017]** Gemäß Anspruch 13 liegen der Auslass des Auslasstrichters des Düseninnenkörpers und der Auslass des Auslasstrichters des Düsenbasiskörpers in einer Ebene. Dadurch werden die beiden Wirbelströmungen an jener Stelle vereinigt, wo die jeweiligen Winkelgeschwindigkeiten maximal sind, was die Effektivität der Vorrichtung optimiert. Beim Auslass der Vorrichtung werden die beiden Wirbelströmungen gewissermaßen in Form eines Wirbelkernes und einer entgegengesetzt rotierenden Wirbelhülle vereinigt.

**[0018]** Die Ansprüche 14 bis 16 beziehen sich schließlich auf eine Vorrichtung zur Aufbereitung von Wasser, bei der die Vorrichtung gemäß der Ansprüche 1 bis 13 mit aufwärts orientiertem Auslass in einer Halterung mit einer Zulauföffnung und einer im Bodenbereich der Halterung angeordneten Ablauföffnung eingesetzt ist und auf der Halterung eine kuppelförmige Begrenzung für das aus der erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgedüste Wasser aufgesetzt ist, wobei die Halterung mit Ablaufpassagen versehen ist, die den von der Begrenzung umschlossenen Hohlraum mit der Ablauföffnung verbinden.

**[0019]** Gemäß Anspruch 15 besteht die kuppelförmige Begrenzung aus einem durchsichtigen Material, was die Beobachtung und Kontrolle des entstehenden Wirbelfeldes ermöglicht. Gemäß Anspruch 16 ist die Halterung mit mindestens drei Stützfüßen zur stabilen Lagerung auf einer Standfläche versehen, wobei einer der Stützfüße an der Zulauföffnung ansetzt und mit einer koaxialen Bohrung zur Zuleitung von Wasser versehen ist. Ein Auffanggefäß kann somit unter die Halterung platziert werden, in dem das aufbereitete Wasser zum sofortigen Verzehr

oder für eine Weiterverarbeitung gesammelt wird.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren werden nun anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen dabei

**[0021]** Fig. 1a eine Seitenansicht einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung,

**[0022]** Fig. 1b einen Schnitt durch die Vorrichtung gemäß Fig. 1a entlang der Ebene A-A in Fig. 1e,

**[0023]** Fig. 1c ein Explosionsbild der Vorrichtung gemäß Fig. 1a,

**[0024]** Fig. 1d eine perspektivische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1a,

**[0025]** Fig. 1e eine Ansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung von oben,

**[0026]** Fig. 2a einen Grundriss einer Ausführungsform der Abschlussplatte einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1a,

**[0027]** Fig. 2b einen Schnitt durch die Abschlussplatte gemäß Fig. 2a entlang der Ebene B-B in Fig. 2a,

**[0028]** Fig. 2c eine perspektivische Darstellung der Abschlussplatte gemäß Fig. 2a,

**[0029]** Fig. 3a eine Seitenansicht einer Ausführungsform des Düsenbasiskörpers einer erfindungsgemäßen Vorrichtung gemäß Fig. 1a,

**[0030]** Fig. 3b einen Schnitt durch den Düsenbasiskörper gemäß Fig. 3a entlang der Ebene E-E in Fig. 3a,

**[0031]** Fig. 3c zwei perspektivische Darstellungen des Düsenbasiskörpers gemäß Fig. 3a,

**[0032]** Fig. 3d eine Ansicht des Düsenbasiskörpers gemäß Fig. 3a von unten,

**[0033]** Fig. 3e einen Grundriss des Düsenbasiskörpers gemäß Fig. 3a,

**[0034]** Fig. 4a einen Schnitt durch eine Ausführungsform einer Halterung für eine erfindungsgemäße Vorrichtung gemäß Fig. 1a,

**[0035]** Fig. 4b den Grundriss der Halterung gemäß Fig. 4a,

**[0036]** Fig. 4c eine Ansicht der Halterung gemäß Fig. 4a von unten,

**[0037]** Fig. 4d eine Seitenansicht der Halterung gemäß Fig. 4a,

**[0038]** Fig. 4e einen Schnitt durch die Halterung gemäß Fig. 4a entlang der Ebene E-E in Fig. 4c,

**[0039]** Fig. 4f einen Schnitt durch die Halterung gemäß Fig. 4a entlang der Ebene D-D in Fig. 4d,

**[0040]** Fig. 4g drei perspektivische Darstellungen der Halterung gemäß Fig. 4a,

**[0041]** Fig. 5 einen Schnitt durch eine Ausführungsform einer kuppelförmigen Begrenzung für die Halterung gemäß Fig. 4a, und

**[0042]** Fig. 6 eine perspektivische Darstellung einer Ausführungsform einer Vorrichtung zur Aufbereitung von Wasser.

**[0043]** Die Fig. 1a-e zeigen eine Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 4, die im Wesentlichen aus einem Düsenbasiskörper 9 und einem Düseninnenkörper 8 zusammengesetzt ist. Der Düseninnenkörper 8 kann einteilig gefertigt sein, es wird aber bevorzugt, eine Abschlussplatte 7 für den Düseninnenkörper 8 vorzusehen. Alle drei Teilkörper sind mit Bohrungen 2 6 versehen, von denen jene des Düsenbasisteils 9 Sackbohrungen sind. Bei geeigneter relativer Ausrichtung der drei Teilkörper fallen die Bohrungsachsen der Bohrungen 2 6 zusammen und erlauben das Einführen von Befestigungsmitteln wie etwa Schrauben, sodass die

drei Teilkörper aneinander fest montiert werden können. Hierzu weist die Abschlussplatte 7 eine ringförmige Nut 27 auf, in die eine entsprechende Feder des Düseninnenkörpers eingreift, wobei auch ein Dichtungsring vorgesehen sein kann.

**[0044]** Die Fig. 1a-d und Fig. 3a-e zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des Düsenbasiskörpers 9, bei der der Düsenbasiskörper 9 rotationssymmetrisch mit einem zylinderförmigen, zentrischen Abschnitt 22 und einen den zentrischen Abschnitt 22 konzentrisch umgebenden, dünneren Schulterabschnitt 23 ausgeführt ist, sodass der Querschnitt des Düsenbasiskörpers 9 im Wesentlichen T-förmig erscheint. Der zentrische Abschnitt 22 weist einen zentralen Durchbruch auf, der trichterförmig gestaltet ist und den Auslasstrichter 25 bildet. In weiterer Folge wird dieser Auslasstrichter 25 durch den zentrischen Abschnitt 22 des Düsenbasiskörpers 9 auch als Düsenkanal 25 bezeichnet. Die innere Begrenzungsfläche 12 des Düsenkanals 25 ist ebenfalls rotationssymmetrisch, wobei als erzeugende Kurven vorzugsweise Kurven zweiter Ordnung dienen, insbesondere Kurven gemäß einer Exponentialfunktion, einer Parabelfunktion oder einer Hyperbelfunktion. Es sind aber auch Kurven denkbar, die die in der Natur vorkommenden Wirbelformen nachahmen, wie sie etwa entstehen, wenn sich ein Wassertrichter beim Abfluss aus einem wassergefüllten Hohlraum bildet. Wesentlich ist hierbei, dass sich die Querschnittsfläche des Düsenkanals 25 normal zur Rotationsachse S verjüngt, also in einem Auslass 5b, der im folgenden auch als Düsenaustrittsöffnung 5b bezeichnet wird, am kleinsten ist und sich in Richtung des Schulterabschnitts 23 zunehmend erweitert, bis die innere Begrenzungsfläche 12 im Schulterabschnitt 23 horizontal verläuft und dabei den Horizontalabschnitt 12a bildet, der lediglich vom Wandabschnitt 24 des Düsenbasiskörpers 9 begrenzt wird. Der Schulterabschnitt 23 und der diesen Schulterabschnitt 23 begrenzende Wandabschnitt 24 bilden somit die Wirbelkammer 43 des Düsenbasiskörpers 9, an der sich axial der Auslasstrichter 25 anschließt, durch den das in die Wirbelkammer 43 eingeleitete Wasser in Form einer Wirbelströmung abfließt.

**[0045]** Der Wandabschnitt 24 umschließt konzentrisch den Schulterabschnitt 23 und weist abgesehen von den bereits erwähnten, vertikalen Bohrungen 26 auch einen vorzugsweise horizontal ausgeführten Zulaufkanal 13 auf (Fig. 3a-c). Die Einlassöffnung des Zulaufkanals 13 befindet sich hierbei in einer Ausnehmung 28, die durch eine radiale Ausfräsung über einen Teil des äußeren Umfangs und einem Teil der axialen Erstreckung des Wandabschnitts 24 gebildet wird. Der Zulaufkanal 13 durchquert den Wandabschnitt 24 und mündet tangential in die Wirbelkammer 43 des Düsenbasiskörpers 9. Durch den Zulaufkanal 13 einströmendes Wasser wird sich zunächst aufgrund seiner Trägheit entlang der inneren Begrenzungswand 30 des Wandabschnitts 24 bewegen und in weiterer Folge in Form einer Rotationsbewegung um die Rotationsachse S die innere Begrenzungsfläche 12 entlang in Richtung der Düsenaustrittsöffnung 5b fließen. In vorteilhafter Weise ist die innere Begrenzungswand 30 des Wandabschnitts 24 spiralförmig ausgebildet, sodass sich der Abstand der inneren Begrenzungswand 30 zur Rotationsachse S vom Bereich der Auslassöffnung 29 des Zulaufkanals 13 entlang des Umfangs der inneren Begrenzungswand 30 sich zunehmend verringert, bis nach einer Umdrehung eine Auslassöffnung 29 gebildet wird (Fig. 3c, 3e). Aufgrund des sich verjüngenden Querschnitts der Begrenzungsfläche 12 und der Tatsache, dass der anfängliche Drehimpuls bei der Bewegung in Richtung der Düsenaustrittsöffnung 5b erhalten bleiben muss, wird sich eine zunehmende Winkelgeschwindigkeit des Wassers einstellen. Ist etwa der innere Durchmesser D des Wandabschnitts 24 doppelt so groß wie der Durchmesser d der Düsenaustrittsöffnung 5b, so wird die Winkelgeschwindigkeit der bewegten Wassermenge im Bereich der Düsenaustrittsöffnung 5b ebenfalls verdoppelt, sofern Reibungseffekte an der Begrenzungsfläche 12 vernachlässigt werden. Das bedeutet, dass bei Erhöhung des Verhältnisses  $D/d$  ein Vielfaches an Winkelgeschwindigkeiten bei der Düsenaustrittsöffnung 5b erzielt werden kann.

**[0046]** Die Fig. 1a-d zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des Düseninnenkörpers 8, bei der der Düseninnenkörper 8 rotationssymmetrisch mit einem an eine Wirbelkammer 42 axial angeschlossenen Auslasstrichter 18 und einen den Auslasstrichter 18 konzentrisch umgebenden Schulterabschnitt 19 ausgeführt ist. Der Auslasstrichter 18 ist als Fortsatz geformt und wird im folgenden daher auch als Düsenfortsatz 18 bezeichnet. Die innere Begrenzungsfläche 10

des Düsenfortsatzes 18 ist ebenfalls rotationssymmetrisch, wobei als erzeugende Kurven vorzugsweise Kurven zweiter Ordnung dienen, insbesondere Kurven gemäß einer Exponentialfunktion, einer Parabelfunktion oder einer Hyperbelfunktion. Es sind aber auch Kurven denkbar, die die in der Natur vorkommenden Wirbelformen nachahmen, wie sie etwa entstehen, wenn sich ein Wassertrichter beim Abfluss aus einem wassergefüllten Hohlraum bildet. Wesentlich ist hierbei wiederum, dass sich die Querschnittsfläche des Düsenfortsatzes 18 normal zur Rotationsachse S verjüngt, also in der Düsenaustrittsöffnung 5a am kleinsten ist und sich in Richtung des Schulterabschnittes 19 zunehmend erweitert, bis die innere Begrenzungsfläche 10 im Schulterabschnitt 19 horizontal verläuft und dabei den Horizontalabschnitt 10a bildet, der lediglich vom Wandabschnitt 20 des Düseninnenkörpers 8 begrenzt wird. Der Schulterabschnitt 19 und der diesen Schulterabschnitt 19 begrenzende Wandabschnitt 20 bilden somit die Wirbelkammer 42 des Düseninnenkörpers 8, an der sich axial der trichterförmige Düsenfortsatz 18 anschließt, durch den das in die Wirbelkammer 42 eingeleitete Wasser in Form einer Wirbelströmung abfließt.

**[0047]** Der Wandabschnitt 20 umschließt konzentrisch den Schulterabschnitt 19 und weist abgesehen von den bereits erwähnten, vertikalen Bohrungen 26 auch einen vorzugsweise horizontal ausgeführten Zulaufkanal 11 auf (Fig. 3a-c). Die Einlassöffnung des Zulaufkanals 11 befindet sich hierbei in einer Ausnehmung 30, die durch eine radiale Ausfräsung über einen Teil des äußeren Umfangs und der gesamten axialen Erstreckung des Wandabschnitts 20 gebildet wird. Der Zulaufkanal 11 durchquert den Wandabschnitt 20 und mündet in die Wirbelkammer 42 des Düseninnenkörpers 8. Durch den Zulaufkanal 11 einströmendes Wasser wird sich zunächst aufgrund seiner Trägheit entlang der inneren Begrenzungswand 31 des Wandabschnitts 20 bewegen und in weiterer Folge in Form einer Rotationsbewegung um die Rotationsachse S die innere Begrenzungsfläche 10 entlang in Richtung der Düsenaustrittsöffnung 5a fließen. Wie dies auch bei der inneren Begrenzungswand des Düsenbasiskörpers 9 der Fall war, ist auch die innere Begrenzungswand 31 des Wandabschnitts 24 spiralförmig ausgebildet, sodass sich der Abstand der inneren Begrenzungswand 31 zur Rotationsachse S vom Bereich der Auslassöffnung des Zulaufkanals 11 entlang des Umfangs der inneren Begrenzungswand 31 sich zunehmend verringert, bis nach einer Umdrehung eine Auslassöffnung gebildet wird. Aufgrund des sich verjüngenden Querschnitts der Begrenzungsfläche 10 und der Tatsache, dass der anfängliche Drehimpuls bei der Bewegung in Richtung der Düsenaustrittsöffnung 5a erhalten bleiben muss, wird sich auch im Düseninnenkörper 8 eine zunehmende Winkelgeschwindigkeit des Wassers einstellen.

**[0048]** Im Vergleich zum Zulaufkanal 13 verläuft der Zulaufkanal 11 im zusammengesetzten Zustand der Vorrichtung 4 in entgegengesetzter Richtung. Die durch die beiden Zulaufkanäle zuströmenden Wassermengen bilden somit im Düsenbasiskörper 9 und im Düseninnenkörper 8 Wirbelfelder mit entgegengesetzter Umlaufrichtung aus, wie durch die beiden Pfeile in Fig. 1c angedeutet ist.

**[0049]** Der Düseninnenkörper 8 verfügt des weiteren gemäß einer bevorzugten Ausführungsform auf der dem Düsenfortsatz 18 zugewandten Seite des Schulterabschnittes 19 über eine ringförmige, den Düsenfortsatz 18 konzentrisch umlaufende Kante 21, die den Schulterabschnitt 19 geringfügig überragt.

**[0050]** Die Fig. 1a-e und Fig. 2a-c zeigen eine bevorzugte Ausführungsform der Abschlussplatte 7, bei der die Abschlussplatte 7 rotationssymmetrisch mit einem konischen, zentrischen Abschnitt 16 und einen den zentrischen Abschnitt 16 konzentrisch umgebenden, dünneren Schulterabschnitt 15 ausgeführt ist. Im Übergangsbereich zwischen dem Schulterabschnitt 15 und dem zentrischen Abschnitt 16 ist eine konzentrisch umlaufende, ringförmige Kante 17 vorgesehen, die den zentrischen Abschnitt 16 geringfügig überragt.

**[0051]** Der Düsenbasiskörper 9, der Düseninnenkörper 8 und die Abschlussplatte 7 können aus jedem beständigen, wasserfesten Material bestehen, das eine hinreichend genaue Fertigung erlaubt. Erfindungsgemäß sind aber metallische Werkstoffe bevorzugt, insbesondere Messing.

**[0052]** Beim Zusammensetzen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 ist zunächst der Düse-

ninnenkörper 8 in den Düsenbasiskörper 9 einzusetzen. Dabei stützt sich der Wandabschnitt 20 des Düseninnenkörpers 8 auf dem Wandabschnitt 24 des Düsenbasiskörpers 9 ab. Des weiteren können in den jeweiligen Wandabschnitten 20, 24 eine konzentrisch umlaufende Nut und Feder vorgesehen sein, um eine radiale Verschiebbarkeit der beiden Düsenkörper 8, 9 zu unterbinden. Die relativen Abmessungen der beiden Düsenkörper 8 und 9 werden bevorzugt so gewählt, dass der äußere Umfang des Wandabschnittes 24 und des Wandabschnittes 20 gleich groß sind und somit nach deren Zusammensetzen eine gemeinsame Außenfläche bilden. Die Länge des Düsenfortsatzes 18 ist in vorteilhafter Weise so gewählt, dass er den Düsenkanal 25 im zusammengesetzten Zustand der Vorrichtung 4 vollständig durchstößt, sodass der Auslass 5a des Düsenfortsatzes 18 und der Auslass 5b des Düsenkanals 25 in einer Ebene liegen. Die Dicke des Schulterabschnittes 19 ist bevorzugt so gewählt, dass sich im zusammengesetzten Zustand die dem Düsenfortsatz 18 zugewandte Seite des Schulterabschnittes 19 nahe am Horizontalabschnitt 12a der inneren Begrenzungsfläche 12 befindet, etwa in einem Abstand von ca. 1 mm. Durch die Realisierung der ringförmigen Kante 21 im Schulterabschnitt 19 kann dieser Abstand lokal in Form eines Ringspalts verringert werden, etwa bis in den Bereich eines Zehntelmillimeters. Dadurch wird erreicht, dass die zunächst mit einer ausgedehnten räumlichen Verteilung durch den Zulaufkanal 13 einströmende Wassermasse nach Durchlaufen des Ringspalts in eine dünne, annähernd „flächenförmige“ Wasserschicht umgewandelt wird. Da die auf den Ringspalt zuströmende Wassermasse nicht radial auf die Ringkante auftrifft, sondern aufgrund seiner Rotationsbewegung tangential, kann der Ringspalt vergleichsweise einfach überwunden werden. Andererseits wird durch den Ringspalt auch erreicht, dass pro Zeiteinheit eine definierte Wassermenge in den Düsenkanal 25 zufließt, die in weiten Bereichen unabhängig vom Einleitdruck der eingeleiteten Wassermenge ist. Dadurch kann etwa vermieden werden, dass pro Zeiteinheit nicht mehr Wasser in den Düsenkanal 25 zugeführt wird, als durch die Düsenaustrittsöffnung 5b abgeführt werden kann, was die Funktionsfähigkeit der Vorrichtung 4 gefährden könnte. In diesem Zusammenhang muss allerdings erwähnt werden, dass auch durch entsprechende Wahl des Querschnitts des Zulaufkanals 11 die ständige Funktionsfähigkeit sicherstellt. Nicht zuletzt ist auch mithilfe einer Ausdüsung des Wassers über eine Wirbelströmung leicht jene Wasserabgabemenge über die Düsenaustrittsöffnung 5b zu verwirklichen, wie durch den Zulaufkanal 11 gleichen Querschnitts zugeführt werden kann.

**[0053]** Beim Zusammensetzen der Vorrichtung 4 ist in weiterer Folge die Abschlussplatte 7 auf den Düseninnenkörper 8 aufzusetzen. Dabei stützt sich der Schulterabschnitt 15 auf dem Wandabschnitt 20 des Düseninnenkörpers 8 ab. Wie bereits erwähnt, können im Schulterabschnitt 15 und dem Wandabschnitt 20 eine konzentrisch umlaufende Nut und Feder vorgesehen sein, um eine radiale Verschiebbarkeit der beiden Düsenkörper 7, 8 zu unterbinden. Die relativen Abmessungen der beiden Düsenkörper 7 und 8 werden bevorzugt so gewählt, dass der äußere Umfang des Wandabschnittes 20 und des Schulterabschnittes 15 gleich groß sind und somit nach deren Zusammensetzen eine gemeinsame Außenfläche bilden. Die Dicke des zentrischen Abschnittes 16 ist bevorzugt so gewählt, dass sich im zusammengesetzten Zustand die dem Düseninnenkörper 8 zugewandte Seite des zentrischen Abschnittes 16 nahe am Horizontalabschnitt 10a der inneren Begrenzungsfläche 10 befindet, etwa in einem Abstand von ca. 1 mm. Durch die Realisierung der ringförmigen Kante 17 im zentrischen Abschnitt 16 kann dieser Abstand lokal in Form eines Ringspalts verringert werden, etwa bis in den Bereich eines Zehntelmillimeters. Dadurch wird wiederum erreicht, dass die zunächst mit einer ausgedehnten räumlichen Verteilung durch den Zulaufkanal 11 einströmende Wassermasse nach Durchlaufen des Ringspalts in eine dünne, annähernd „flächenförmige“ Wasserschicht umgewandelt wird.

**[0054]** Wie bereits erwähnt wurde, sind alle drei Teilkörper mit Bohrungen 26 versehen, von denen jene des Düsenbasisteils 9 Sackbohrungen sind. Bei geeigneter relativer Ausrichtung der drei Teilkörper fallen die Bohrungsachsen der Bohrungen 26 zusammen und erlauben das Einführen von Befestigungsmitteln wie etwa Schrauben, sodass die drei Teilkörper aneinander fest montiert werden können.

**[0055]** Zum Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 ist nun lediglich Wasser durch die Zulauföffnungen 11, 13 zuzuleiten. Das zunächst in Form einer annähernd laminaren Strömung



zugeführte Wasser wird in den beiden Wirbelkammern 42, 43 der Düsenkörper 8 und 9 in eine turbulente Wirbelströmung mit mitunter beachtlichen Winkelgeschwindigkeiten umgewandelt, wobei die beiden Wirbelströmungen entgegengesetzte Umlaufrichtungen aufweisen. Erst beim Auslass 5, der aus den beiden Düsenaustrittsöffnungen 5a und 5b gebildet wird, werden die beiden Wirbelfelder in Form eines Wirbelkernes und einer entgegengesetzt rotierenden Wirbelhülle vereinigt. Es bildet sich gewissermaßen ein Zyklon, bei dem sich im Zentrum, nahe der Rotationsachse S, ein Luftschlauch ausbildet, der Luft vom Auslass in das Innere der Vorrichtung 4 aufgrund des dort herrschenden Unterdrucks ansaugt. Das Wasser im Auslassbereich kann mit einem Gefäß aufgefangen werden und steht dem sofortigen Verzehr oder einer weiteren Verarbeitung zur Verfügung.

**[0056]** Wie bereits erwähnt wurde, wird sich bei Durchlaufen der eingeleiteten Wassermengen durch die Düsenkörper 8 und 9 der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 eine zunehmende Winkelgeschwindigkeit des Wassers einstellen. Die Winkelgeschwindigkeiten der bewegten Wassermengen sind allerdings entlang des Querschnitts normal zur Rotationsachse S nicht konstant. Wie sich aus theoretischen Betrachtungen der Turbulenztheorie ergibt, ist die Winkelgeschwindigkeit des Wassers im Nahbereich zur Rotationsachse S um ein Vielfaches größer als im Nahbereich zu den Begrenzungsflächen 10 und 12, wo sie im unmittelbaren Kontaktbereich, der sogenannten sublaminaeren Grenzschicht, schließlich gegen Null konvergiert. Dadurch stellen sich nicht nur große Geschwindigkeitsgradienten in horizontaler Richtung, sondern auch in vertikaler Richtung ein, was bereits im Bereich relativ geringer Absolutwerte für die Winkelgeschwindigkeiten starke hydrodynamische Scherkräfte bewirkt. Molekülcluster im Wasser werden somit gewissermaßen "zerrissen". Die außergewöhnliche Effektivität einer dermaßen einfachen Vorrichtung hinsichtlich der Zerstörung von Molekülcluster wie jene gemäß der Erfindung begründet sich insbesondere darauf, dass zwei entgegengesetzt umlaufende, turbulente Wirbelströmungen erzeugt werden, was die hydrodynamischen Scherkräfte am Auslass 5 maximiert.

**[0057]** Die qualitative Veränderung der physikalischen Eigenschaften nach Durchlaufen einer erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 lassen sich auch experimentell bestimmen, etwa durch Messung der Lichtabsorption. Molekülcluster in Wasser besitzen Anregungsenergien im Bereich des UV-Spektrums. Sollte die durchschnittliche Größe von Molekülcluster bei Durchlaufen der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 tatsächlich abnehmen, so müsste die Durchlässigkeit von Wasser im UV-Bereich von Licht zunehmen. Entsprechende Messdaten des Anmelders bestätigen diesen Sachverhalt.

**[0058]** Eine Ausführung der erfindungsgemäßen Vorrichtung 4 bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens im Zuge einer konkreten Anwendung soll anhand des folgenden Ausführungsbeispiels illustriert werden, das in Fig. 6 als perspektivische Darstellung gezeigt ist.

#### AUSFÜHRUNGSBEISPIEL:

**[0059]** Für die erfindungsgemäße Vorrichtung 4 gemäß Fig. 1b ist eine Halterung 1 vorgesehen, die im Wesentlichen aus einem zylindrischen Mantelteil 32 und einer Bodenplatte 34 mit einer Ablauföffnung 3 besteht (Fig. 4a-g). Im Mantelteil 32 ist eine Zulauföffnung 2 vorgesehen, die in eine ausgefräste Tasche 32 mündet, deren Grundriss in Fig. 4f dargestellt ist. Die Zulauföffnung 2 kann etwa das Endstück einer coaxialen Bohrung eines Stützfußes 40 sein, durch die Wasser eingeleitet wird. Die Vorrichtung gemäß des Ausführungsbeispiels verfügt etwa über insgesamt drei Stützfüße 40 zur stabilen Lagerung der Vorrichtung auf einer Standfläche 41. Zur Befestigung der Stützfüße 40 an der Halterung 1 sind Bohrungen 35 vorgesehen.

**[0060]** In die Halterung 1 kann von oben die erfindungsgemäße Vorrichtung 4 eingesetzt werden, wobei gemäß dieses Ausführungsbeispiels deren Auslass 5 nach oben orientiert ist. Hierzu weist die Abschlussplatte 7 eine Nase 36a auf (Fig. 2b, Einzelheit C), die sich auf einem Vorsprung 36b (Fig. 4a, Einzelheit B) an der Innenwand der Halterung 1 abstützt. Des weiteren verfügt der Düsenbasiskörper 9 über eine Nase 37a (Fig. 3b, Einzelheit N), die sich auf einem Vorsprung 37b (Fig. 4a, Einzelheit B) abstützt.

**[0061]** Die Bodenplatte 34 weist des weiteren Bohrungen 26 auf, die mit den oben beschriebenen

nen Bohrungen 26 des Düsenbasiskörpers 9, des Düseninnenkörpers 8 und der Abschlussplatte 7 ausgerichtet werden können und mithilfe derer die Vorrichtung 4 in der Halterung 1 befestigt werden kann. Dabei wird die Vorrichtung 4 innerhalb der Halterung 1 so ausgerichtet, dass die Ausnehmung 30 des Düseninnenkörpers 8, die Ausnehmung 28 des Düsenbasiskörpers 9 und die Tasche 32 der Halterung 1 gemeinsam mit der Abschlussplatte 7 einen dichten Hohlraum bilden. Durch die Zulauföffnung 2 zuströmendes Wasser füllt diesen Hohlraum und fließt in weiterer Folge in die Zulaufkanäle 11 und 13 und somit in die Wirbelkammern 42 und 43 der Vorrichtung 4.

**[0062]** Nach Einsetzen der Vorrichtung 4 in die Halterung 1 wird die Halterung 1 mit einer kupfelförmigen Begrenzung 6 dicht abgeschlossen (Fig. 5). Wie aus der Darstellung „Einzelheit B“ zu Fig. 5 ersichtlich ist, weist die Kuppel 6 eine Einkerbung 38 auf, die mit einem in eine Nut 39 (Fig. 4a, Einzelheit B) eingesetzten Dichtungsring zusammenwirkt und die Kuppel 6 in der Halterung 1 fixiert. Die Kuppel 6 ist vorzugsweise aus durchsichtigem Material gefertigt, etwa Glas, Plexiglas oder einem anderen Kunststoff, und verfügt etwa über die Form eines Rotationsellipsoids. Im Mantel 33 der Halterung 1 sind des weiteren Ablaufpassagen 14 vorgesehen (Fig. 4a und Fig. 4g), die im Ausführungsbeispiel als vertikal im Mantel 33 verlaufende Kanäle 14 ausgeführt sind. Diese Kanäle 14 stehen mit der Ablauföffnung 3 in Verbindung.

**[0063]** Beim Betrieb dieser Vorrichtung wird Wasser von einem Wasserhahn über einen in einer der Stützfüße 40 geführten Schlauch oder über eine koaxiale Bohrung in die Zulauföffnung 2 eingeleitet. Unter der Annahme einer Durchflussmenge von 10 Liter pro Minute kann leicht die Einströmgeschwindigkeit des Wassers in die beiden Düsenkörper 8 und 9 errechnet werden, indem man die eingeleitete Wassermenge pro Zeiteinheit durch die Querschnittsfläche der Zulaufkanäle 11, 13 dividiert. Im gegebenen Ausführungsbeispiel hat der Querschnitt der beiden Zulaufkanäle 11, 13 einen Radius von jeweils 2.5 mm. Gemeinsam mit dem Durchmesser D der inneren Begrenzungsflächen 10, 12 im Horizontalabschnitt 10a bzw. 12a, der mit 70 mm angenommen wird, ergibt sich in diesem Ausführungsbeispiel eine anfängliche Winkelgeschwindigkeit von etwa  $240 \text{ s}^{-1}$ , die bei einem Düsenauslass 5 mit einem Radius von 7 mm auf bis zu  $2400 \text{ s}^{-1}$  im Bereich des Auslasses 5 erhöht wird. Das diesen extremen physikalischen Bedingungen ausgesetzte und so aufbereitete Wasser verlässt die Vorrichtung 4 über den Auslass 5 und wird in den durch die Kuppel 6 begrenzten Hohlraum ausgedüst. Durch die Kuppel 6 kann dabei beobachtet werden, wie sich ein Zyklon-ähnliches Wirbelfeld im Hohlraum einstellt, das mitunter von einem Summton begleitet ist, der aufgrund des in die Vorrichtung 4 angesaugten Luftschlauches entsteht. Das ausgedüste Wasser fließt an der Innenseite der Kuppel 6 ab und wird durch die Ablaufkanäle 14 zur Ablauföffnung 3 abgeführt. Unter die Ablauföffnung 3 kann ein Auffangbehälter gestellt werden, in dem das aufbereitete Wasser gesammelt wird.

**[0064]** Durch eine Verwirbelung des Wassers durch die erfindungsgemäße Vorrichtung bzw. des erfindungsgemäßen Verfahrens kann eine weitestgehende Auflösung von Molekülcluster im aufbereiteten Wasser erreicht werden, wodurch sich etwa Mischungen mit anderen Substanzen oder Flüssigkeiten besser herstellen lassen. Zudem ist nachweisbar, dass die Verringerung der durchschnittlichen Clustergrößen eine messbare Erhöhung der Transparenz des Wassers im UV-Bereich bewirkt. Diese Verringerung der durchschnittlichen Clustergrößen bewirkt zudem eine bessere Aufnahme des Wassers durch organische Zellen, was unter anderem durch Keimfähigkeitsversuche von Pflanzensamen gezeigt wurde. Generell kann bei solcherart aufbereitetem Wasser von einer besseren Resorptionsfähigkeit durch biologische Systeme wie Pflanzen, Tiere oder auch dem Menschen ausgegangen werden.

## Patentansprüche

1. Wasseraufbereitungsanordnung mit einer Einlauf- und einer Auslassöffnung aufweisenden Wirbelkammer, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie aus einem Düseninnenkörper (8) und einem Düsenbasiskörper (9) zusammengesetzt ist, die jeweils eine Wirbelkammer (42, 43) und einen axial angeordneten Auslasstrichter (18, 25) aufweisen und der Auslass (5a) des Auslasstrichters (18) des Düseninnenkörpers (8) gegen den Auslasstrichter (25) des Düsenbasiskörpers (9) gerichtet ist, wobei jede der Wirbelkammern (42, 43) tangential einmündende Zulaufkanäle (11, 13) zur Ausbildung gegensinniger Wirbelströmungen in den Wirbelkammern (42, 43) aufweisen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirbelkammern (42, 43) rotationssymmetrisch um eine gemeinsame Rotationsachse S ausgeführt sind und die Zulaufkanäle (11, 13) in einer Normalebene zur Rotationsachse S verlaufen.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die inneren Begrenzungsflächen (10, 12) der Auslasstrichter (18, 25) rotationssymmetrisch um eine Rotationsachse S ausgeführt sind, die mit der Rotationsachse S der Wirbelkammern (42, 43) zusammenfallen und einen Abschnitt aufweisen, deren Erzeugende eine Kurve zweiter Ordnung ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rotationssymmetrischen Begrenzungsflächen (10, 12) über einen Abschnitt verfügen, deren Erzeugende eine parabolische Form besitzt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rotationssymmetrischen Begrenzungsflächen (10, 12) über einen Abschnitt verfügen, deren Erzeugende eine hyperbolische Form besitzt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rotationssymmetrischen Begrenzungsflächen (10, 12) über einen Abschnitt verfügen, deren Erzeugende eine exponentielle Form besitzt.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Düseninnenkörper (8) über eine Abschlussplatte (7) verfügt, die in ihrem äußersten Umfangsbereich einen Schulterabschnitt (15) mit kreisförmigem Umfang aufweist, der dünner ist als der konisch ausgeführte, zentrische Abschnitt (16) der Abschlussplatte (7), wobei sich im Übergangsbereich zwischen dem Schulterabschnitt (15) und dem zentrischen Abschnitt (16) eine konzentrisch umlaufende, ringförmige Kante (17) befindet, die den zentrischen Abschnitt (16) geringfügig überragt.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Wirbelkammer (42) des Düseninnenkörpers (8) von einem den Auslasstrichter (18) umgebenden Schulterabschnitt (19) und einen den Schulterabschnitt (19) umfassenden, zylindermantelförmigen Wandabschnitt (20) gebildet wird, wobei die innere Begrenzungsfläche (10) des Auslasstrichters (18) im Schulterabschnitt (19) in einen Horizontalabschnitt (10a) übergeht, der vom Wandabschnitt (20) begrenzt wird.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 und 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Abschlussplatte (7) relativ zum Düseninnenkörper (8) coaxial so angeordnet ist, dass die ringförmige Kante (17) der Abschlussplatte (7) vom Horizontalabschnitt (10a) nur geringfügig beabstandet ist, sodass ein Ringspalt gebildet wird.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich auf der dem Auslasstrichter (18) zugewandten Seite des Schulterabschnittes (19) des Düseninnenkörpers (8) eine ringförmige, den Auslasstrichter (18) konzentrisch umlaufende Kante (21) befindet, die den Schulterabschnitt (19) geringfügig überragt.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Düsenbasiskörper (9) über einen zentrischen Abschnitt (22), der vom Auslasstrichter (25)

durchstoßen wird, verfügt und die Wirbelkammer (43) aus einem den zentrischen Abschnitt (22) umgebenden Schulterabschnitt (23) und einen den Schulterabschnitt umfassenden, zylindermantelförmigen Wandabschnitt (24) gebildet wird, wobei die innere Begrenzungsfläche (12) des Auslasstrichters (25) im Schulterabschnitt (23) in einen Horizontalabschnitt (12a) übergeht, der vom Wandabschnitt (24) begrenzt wird.

12. Vorrichtung nach Anspruch 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Düseninnenkörper (8) relativ zum Düsenbasiskörper (9) coaxial so angeordnet ist, dass die ringförmige Kante (21) des Düseninnenkörpers (8) vom Horizontalabschnitt (12a) nur geringfügig beabstandet ist, sodass ein Ringspalt gebildet wird.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Auslass (5a) des Auslasstrichters (18) des Düseninnenkörpers (8) und der Auslass (5b) des Auslasstrichters (25) des Düsenbasiskörpers (9) in einer Ebene liegen.
14. Vorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass sie mit aufwärts orientiertem Auslass (5) in einer Halterung (1) mit einer Zulauföffnung (2) und einer im Bodenbereich der Halterung (1) angeordneten Ablauföffnung (3) eingesetzt ist und auf der Halterung (1) eine kuppelförmige Begrenzung (6) für das aus der Vorrichtung (4) ausgedüste Wasser aufgesetzt ist, wobei die Halterung (1) mit Ablaufpassagen (14) versehen ist, die den von der Begrenzung (6) umschlossenen Hohlraum mit der Ablauföffnung (3) verbinden.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die kuppelförmige Begrenzung aus einem durchsichtigen Material besteht.
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Halterung (1) mit mindestens drei Stützfüßen (40) zur stabilen Lagerung auf einer Standfläche (41) versehen ist, wobei einer der Stützfüße (40) an der Zulauföffnung (2) ansetzt und mit einer coaxialen Bohrung zur Zuleitung von Wasser versehen ist.

**Hierzu 7 Blatt Zeichnungen**

Fig. 1a

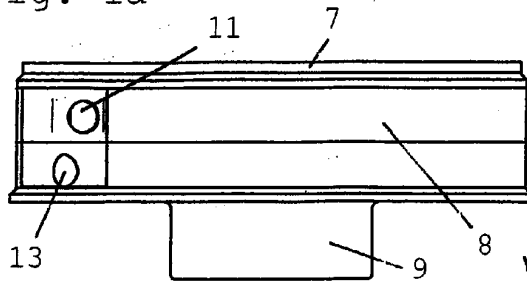


Fig. 1b

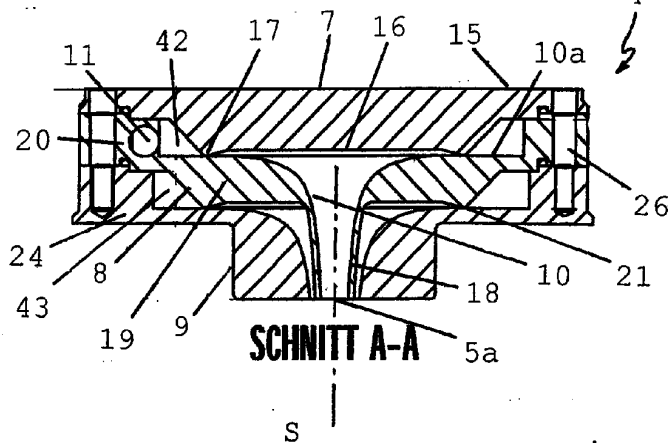


Fig. 1c

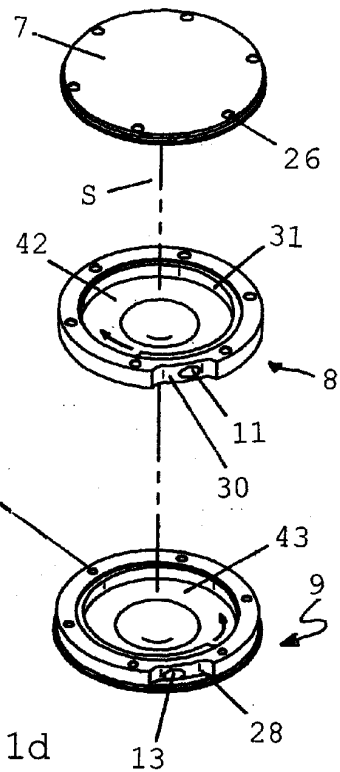


Fig. 1d

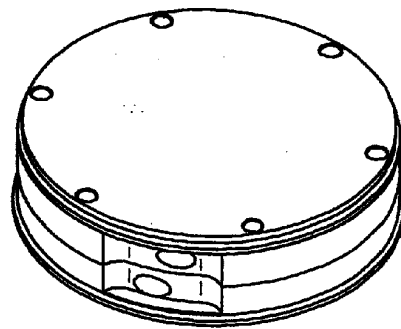


Fig. 1e

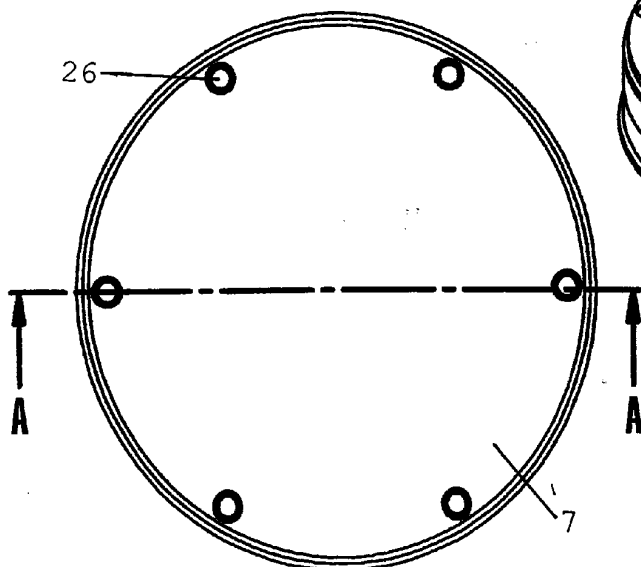


Fig. 2a

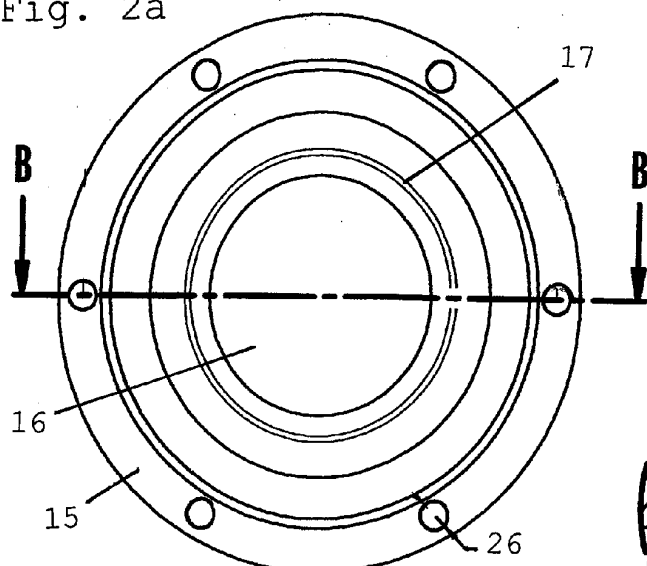
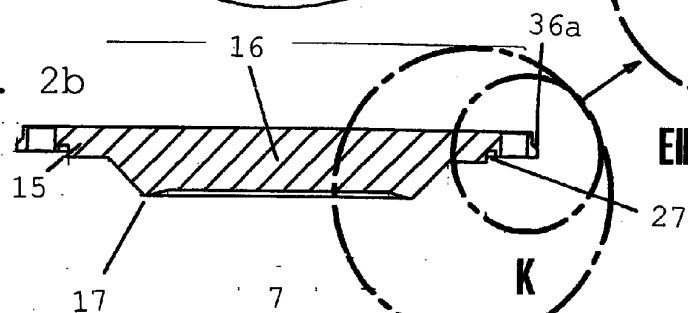


Fig. 2b

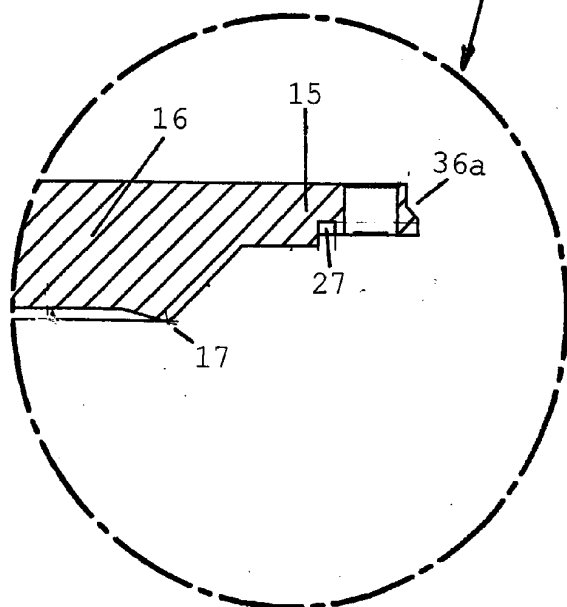
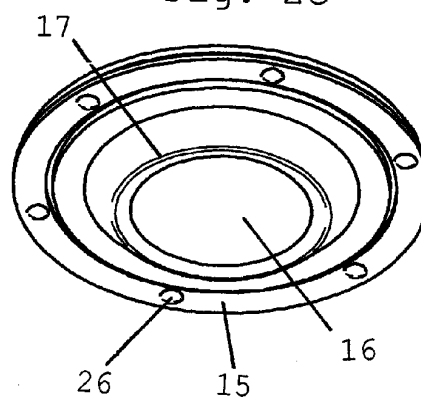


**SCHNITT B-B**

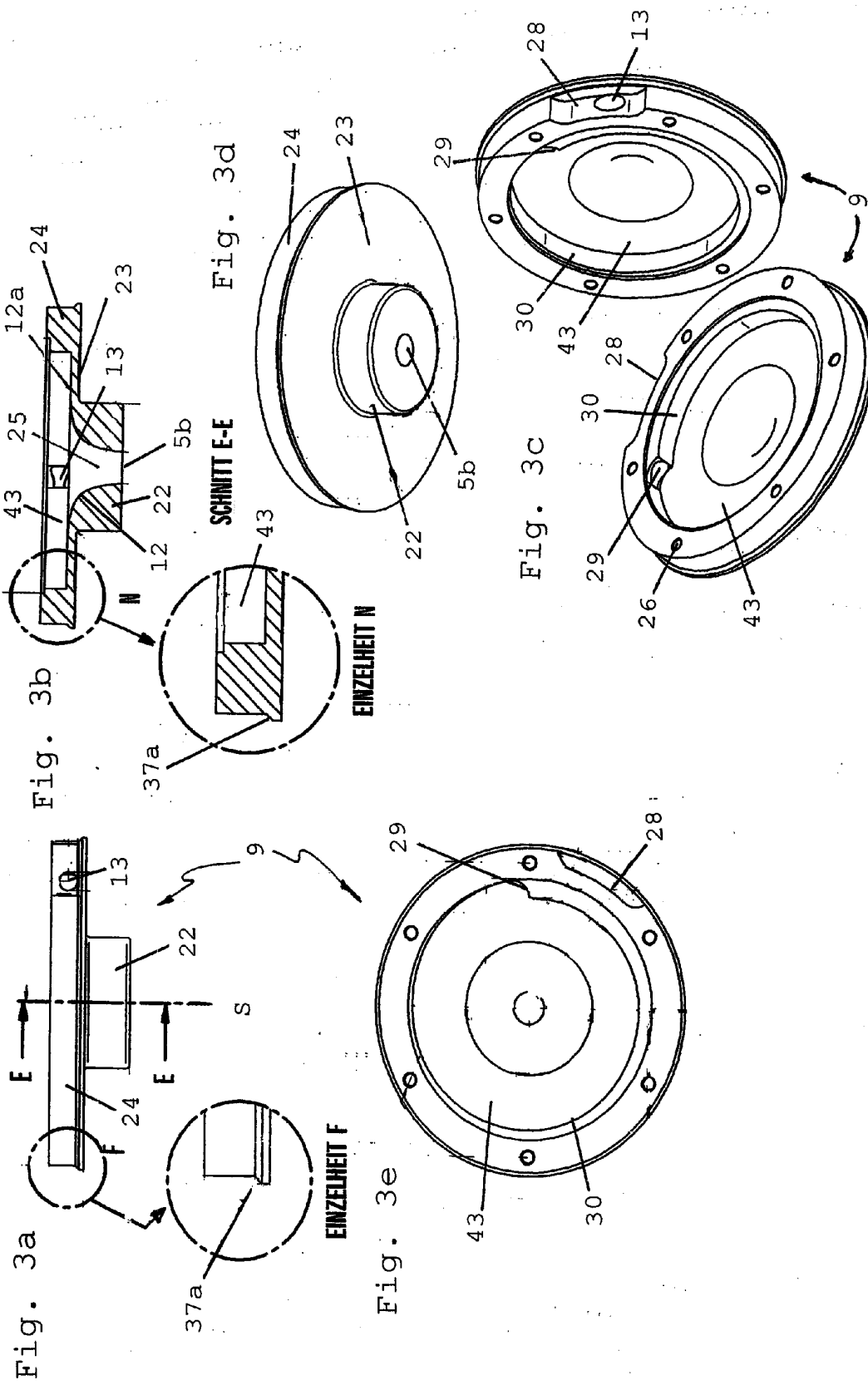
**C**

**EINZELHEIT K**

Fig. 2c



**EINZELHEIT C**



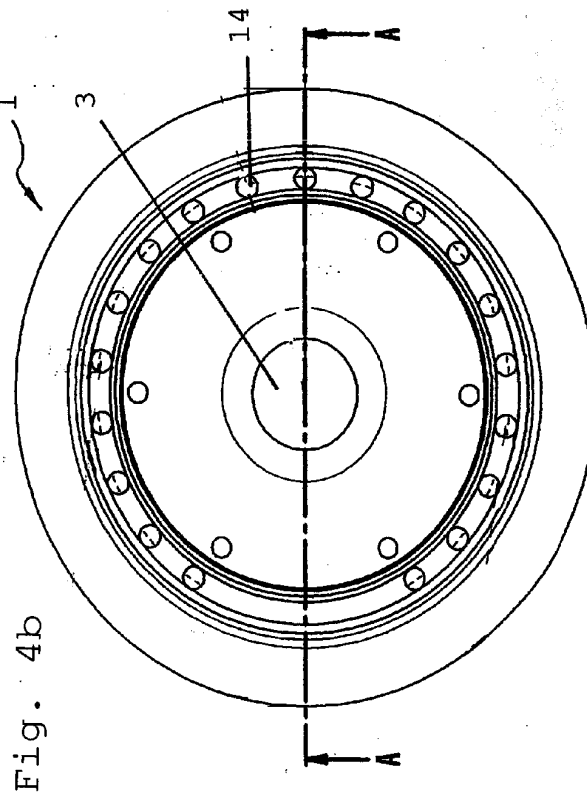
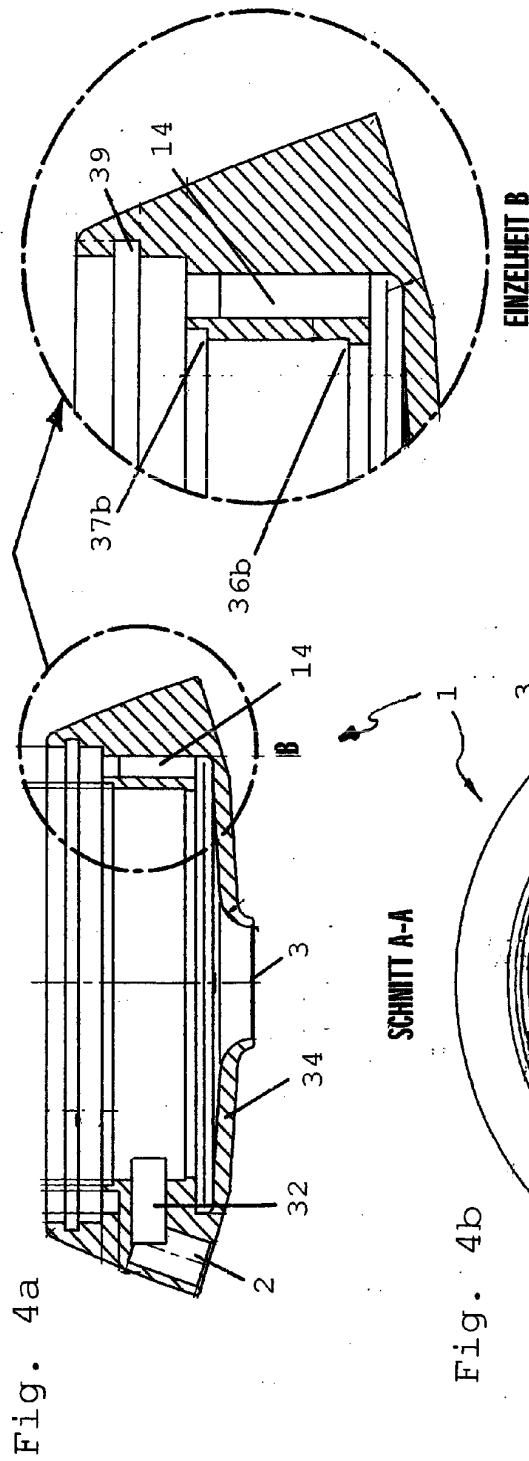




Fig. 4c

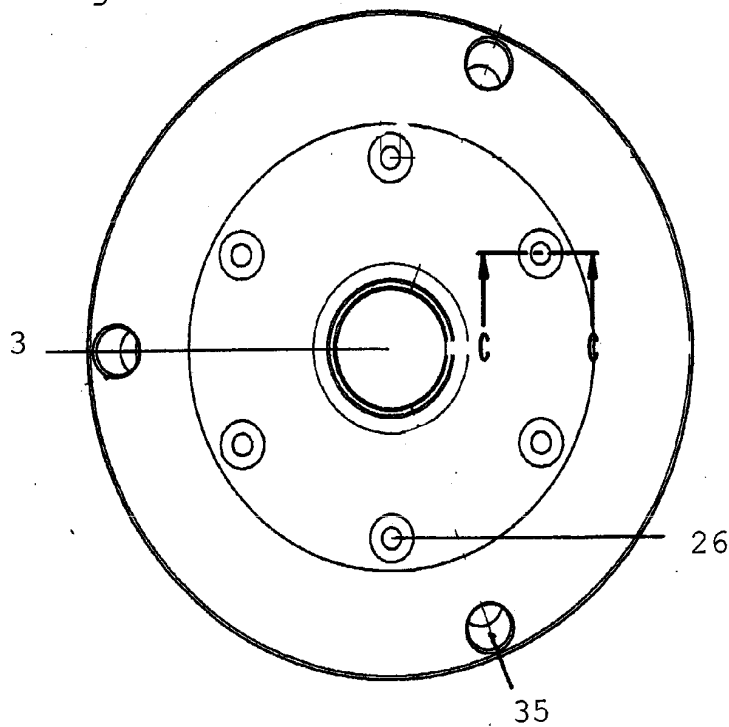


Fig. 4e

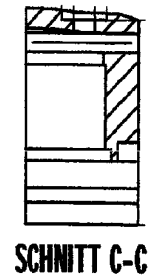


Fig. 4f

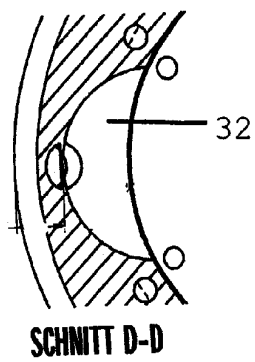


Fig. 4d

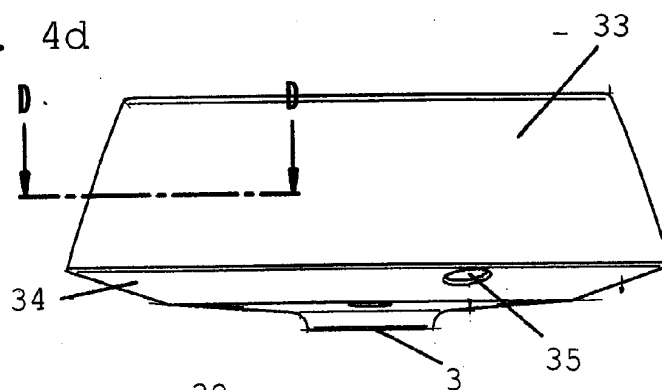


Fig. 4g

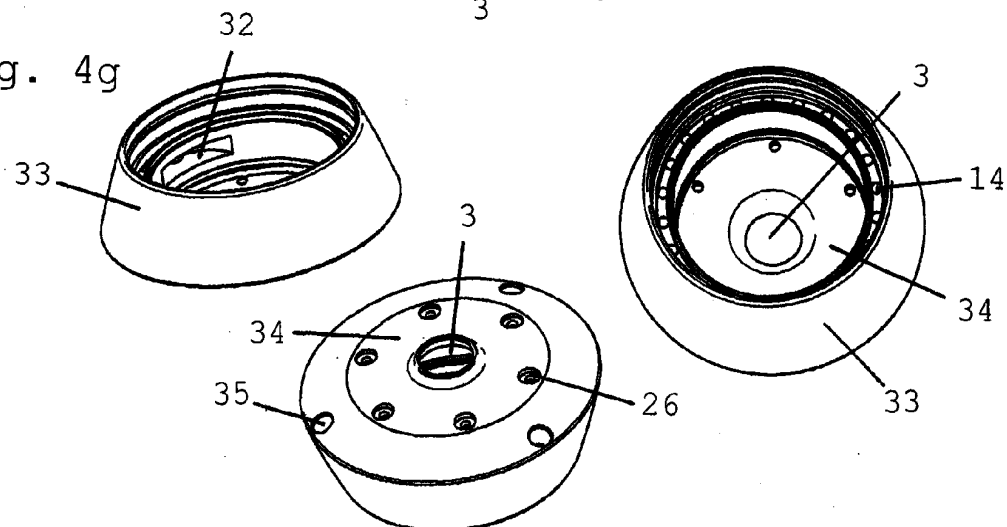
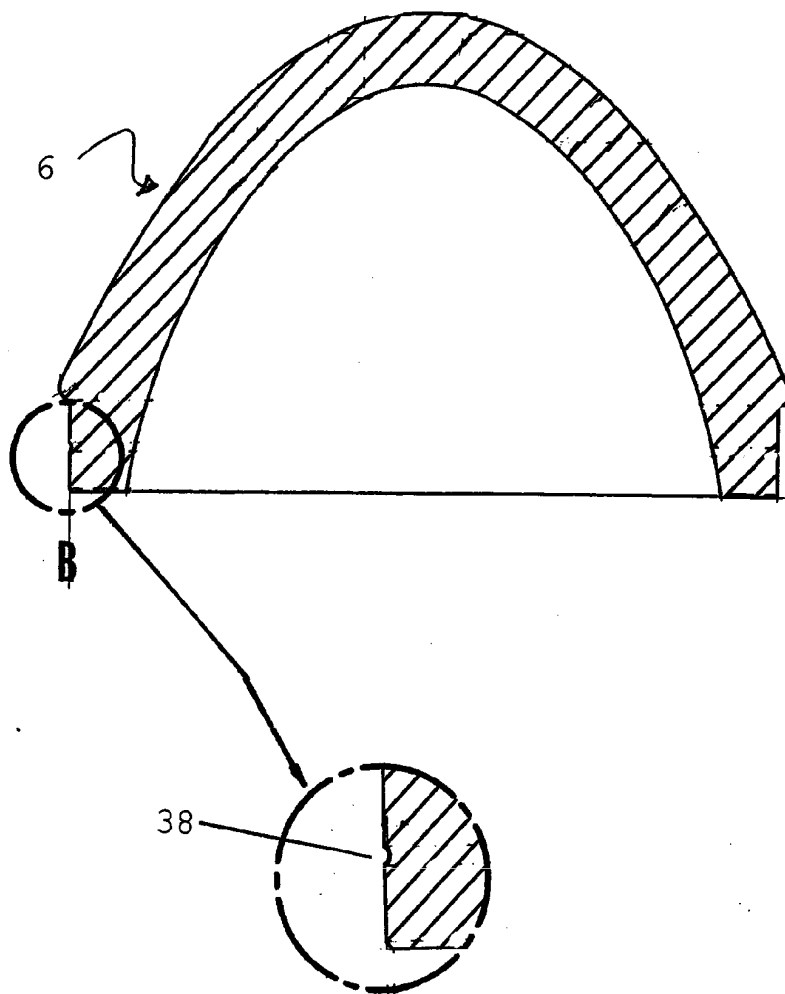


Fig. 5



**EINZELHEIT B**

Fig. 6

