



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 059 546 A1** 2009.11.05

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 059 546.2**

(22) Anmeldetag: **28.11.2008**

(43) Offenlegungstag: **05.11.2009**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **A61B 17/221** (2006.01)  
**A61M 1/00** (2006.01)

(66) Innere Priorität:  
**10 2008 021 710.7 02.05.2008**

(71) Anmelder:  
**Acandis GmbH & Co. KG, 76327 Pfinztal, DE**

(74) Vertreter:  
**Meissner, Bolte & Partner GbR, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Cattaneo, Giorgio, Dr., 76137 Karlsruhe, DE;**  
**Büchert, Michael, 70193 Stuttgart, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

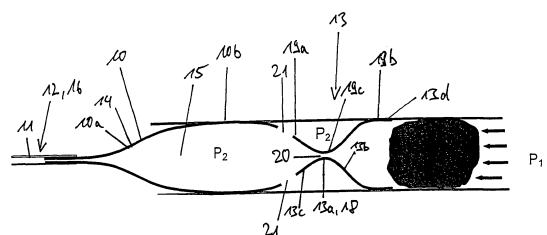
US	50 11 488	A
US	2004/01 27 936	A1
US	66 32 236	B2
DE	697 34 993	T2
US	2008/01 03 508	A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen mit wenigstens einem komprimierbaren Aufnahmeelement (10) zur Aufnahme von Konkrementen und einer Zufuhreinrichtung (11) zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements (10), wobei dem Aufnahmeelement (10) eine Betätigungseinrichtung (12) und ein Verschlussmittel (13) zugeordnet sind, und das Verschlussmittel (13) in eine Offenstellung zum Einführen des Konkrements in das Aufnahmeelement (10) und in eine Schließstellung zum Rückhalten des Konkrements im Aufnahmeelement (10) überführbar ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Betätigungseinrichtung (12) derart angepasst ist, dass diese im Gebrauch eine in Richtung des Aufnahmeelementes (10) wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement ausübt.



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der WO 03/075793 A1 bekannt.

**[0002]** Die Bildung von Konkrementen in Körpergefäßen kann dazu führen, dass das Körpergefäß durch das Konkrement vollständig oder zumindest teilweise verschlossen wird mit der Folge erheblicher gesundheitlicher Einschränkungen. Ein besonders hohes Risiko geht dabei von Thromben aus, d. h. von Blutgerinnseln, die sich intravasal bilden und das Blutgefäß partiell oder vollständig verschließen können. Wenn der Verschluss eine Arterie betrifft, werden die stromabwärts angeordneten Gewebeareale nicht mehr oder in unzureichendem Maß mit Sauerstoff und anderen Nährstoffen versorgt, was als Ischämie bezeichnet und ein Gewebesterven zur möglichen Folge hat.

**[0003]** Derzeit werden Thromben in menschlichen Arterien üblicherweise durch die medikamentöse Thrombolyse behandelt, wobei die Blutgerinnsel mit Hilfe von Medikamenten aufgelöst werden. Die Voraussetzung für diese Therapie ist, dass die Behandlung spätestens drei Stunden nach Auftreten der Symptomatik erfolgt. Zusätzlich zu diesem schmalen Zeitfenster hat die medikamentöse Thrombolyse den Nachteil, dass die Behandlung nicht nur lokal im Bereich des Thrombus, sondern auch in anderen Bereichen, beispielsweise in nahen Hirnbereichen wirkt. Durch die Hemmung der Blutgerinnung besteht die Gefahr von Blutungskomplikationen, insbesondere das Risiko, dass durch die Therapie eine Hirnblutung ausgelöst wird.

**[0004]** Eine Alternative zur medikamentösen Therapie ist die mechanische Entfernung von Thromben aus Blutgefäßen, bei der beispielsweise eine Vorrichtung gemäß der eingangs genannten WO 03/075793 A1 eingesetzt wird.

**[0005]** Dieser darin beschriebene Retriever umfasst einen aus Stegen mit einer Gitterstruktur gebildeten Käfig, in dem ein Thrombus gefangen und aus dem Körper abgeführt werden kann. Dazu ist der Käfig am proximalen Ende mit einem Betätigungsdraht verbunden, der den Käfig aus dem Katheter in das Blutgefäß schiebt bzw. diesen zusammen mit dem im Käfig gefangenen Thrombus in den Katheter zurückzieht. Der Käfig weist zwei Kammern mit unterschiedlichen Durchmessern auf, wobei die distale Kammer des Käfigs mit einem kleineren Durchmesser als die proximal angeordnete Kammer ausgebildet ist. Die engere distale Kammer ist schlauchförmig ausgebildet und weitet sich zu dem eigentlichen Aufnahmeabschnitt des Käfigs auf (proximale Kammer). Die Funk-

tion der engeren distalen Kammer besteht darin, ein Gerinnsel im Blutgefäß greifen zu können, dessen Außendurchmesser kleiner ist, als der Innendurchmesser der größer dimensionierten Aufnahmekammer. Neben der Greiffunktion hat die enge schlauchförmige Kammer die Funktion, einen in der Aufnahmekammer gefangenen Thrombus zurückzuhalten.

**[0006]** Der Retriever gemäß WO 03/075793 A1 hat den Nachteil, dass die enge schlauchförmige Kammer den Transport des Thrombus in proximaler Längsrichtung im Retriever erschwert bzw. verhindert. Gerade ein größerer Thrombus gelangt nicht in die eigentlich zur Aufnahme des Thrombus vorgesehene größere Aufnahmekammer, sondern wird in der engen schlauchartigen Kammer gehalten und dort stark verformt, wodurch sich Partikel vom Thrombus lösen und in die Blutbahn gelangen können mit der möglichen Folge neuer Verschlüsse. Außerdem besteht die Gefahr, dass ein Thrombus mit einem größeren Durchmesser als die distale Kammer durch eine Vorschubbewegung des Retrievers in distaler Richtung vor sich her geschoben und nicht von der distalen Kammer aufgenommen wird. Der Thrombus kann dabei von der distalen Außenkante des Retrievers aufgespießt und verletzt werden, wodurch es wiederum zur Ablösung von Partikeln aus dem Thrombus kommen kann.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 so zu verbessern, dass eine einfache und sichere Handhabung der Vorrichtung beim Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen ermöglicht und das gesundheitliche Risiko für den Patienten verringert wird.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1 und alternativ durch den Gegenstand des Anspruchs 21 gelöst.

**[0009]** Die Erfindung beruht auf dem Gedanken, eine Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen mit wenigstens einem komprimierbaren Aufnahmeelement zur Aufnahme von Konkrementen und einer Zufuhreinrichtung zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements anzugeben. Dem Aufnahmeelement sind eine Betätigungseinrichtung und ein Verschlussmittel zugeordnet, wobei das Verschlussmittel in eine Offenstellung zum Einführen des Konkrements in das Aufnahmeelement und in eine Schließstellung zum Rückhalten des Konkrements im Aufnahmeelement überführbar ist. Die Betätigungseinrichtung ist erfindungsgemäß angepasst derart, dass diese im Gebrauch eine in Richtung des Aufnahmeelementes wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement ausübt.

**[0010]** Die Erfindung hat den Vorteil, dass die Betä-

tigungseinrichtung eine in Richtung des Aufnahmeelementes wirkende, insbesondere eine in proximaler Richtung wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement ausübt und dadurch eine Verschiebung des Konkrements bzw. des Thrombus in Richtung des Aufnahmeelements bewirkt. Die Vorrichtung, insbesondere das Aufnahmeelement bleibt dabei während der Aufnahme des Thrombus ortsfest im Blutgefäß. Im Gegensatz dazu wird im Stand der Technik das Aufnahmeelement gegen bzw. über den ortsfest angeordneten Thrombus geschoben, so dass der Thrombus mit einer in distaler Richtung wirkender Kraft beaufschlagt wird, was dazu führen kann, dass der Thrombus in distaler Richtung verschoben wird.

**[0011]** Das Konkrement wird somit durch die in proximaler Richtung wirkende Betätigungseinrichtung sicher bei Offenstellung des Verschlussmittels in das Aufnahmeelement gezogen bzw. gedrückt und dort durch die Schließstellung des Verschlusselementes gehalten. Der Thrombus kann dann einfach aus dem Körpergefäß mittels der erfindungsgemäßen Vorrichtung entfernt werden.

**[0012]** Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist das Aufnahmeelement eine fluiddichte Abdeckung auf, die einen durch das zu entfernende Konkrement verschließbaren, insbesondere proximalen Hohlraum bildet, wobei die Betätigungseinrichtung im Gebrauch mit der Abdeckung und/oder dem Hohlraum in Wirkverbindung steht derart, dass im Hohlraum zum Bewegen, insbesondere zum Lösen des Konkrements ein anderer Druck einstellbar ist als außerhalb des Hohlraums.

**[0013]** Diese Ausführungsform hat den Vorteil, dass das Konkrement durch Einstellung eines Unterdrucks im Hohlraum, d. h. eines im Hohlraum niedrigeren Drucks als außerhalb des Hohlraums herrschenden physiologischen Drucks, in den Hohlraum bzw. das Aufnahmeelement eingesaugt bzw. durch den auf das Konkrement wirkenden höheren physiologischen Druck in den Hohlraum geschoben wird. Insofern wird durch die Betätigungseinrichtung eine in Richtung des Aufnahmeelementes wirkende Kraft (verursacht durch die Druckdifferenz auf beiden Seiten des Konkrements) auf das zu entfernende Konkrement erzeugt. Dabei ist es auch möglich, dass zumindest temporär das Druckgefälle umgekehrt wird derart, dass im Hohlraum ein Überdruck, d. h. ein höherer Druck als der hinter dem, d. h. distal zum Thrombus herrschende physiologische Druck erzeugt wird, so dass das Konkrement zum Lösen kurzzeitig mit einer in distaler Richtung wirkenden Kraft beaufschlagt wird. Zum Einsaugen des Konkrements in das Aufnahmeelement wird dann wieder ein Unterdruck im Hohlraum eingestellt.

**[0014]** Zur Bildung des Hohlraumes begrenzt das Aufnahmeelement einen in Axialrichtung, insbeson-

dere in distaler Axialrichtung offenen Raum, der im Gebrauch durch das zu entfernende Konkrement verschließbar ist. Die Begrenzung des Raumes, bzw. Hohlraumes in der anderen Axialrichtung, insbesondere in proximaler Axialrichtung erfolgt durch die fluiddichte Abdeckung. Dabei ist die fluiddichte Abdeckung so angepasst, bzw. erstreckt sich soweit in distaler Richtung des Aufnahmeelements, dass die Abdeckung mit der Gefäßwand im Gebrauch fluiddicht abschließt. Dadurch erfolgt eine in einer Richtung, insbesondere in proximaler Richtung wirkende Abdichtung des Gefäßes. Die Abdichtung in der anderen Richtung, insbesondere in distaler Richtung wird vom Konkrement übernommen, das an der Gefäßwand anliegt und das Gefäß verschließt.

**[0015]** Für den Verschluss des Hohlraums durch das Konkrement ist es nicht erforderlich, dass das Konkrement direkt am abgedichteten Aufnahmeelement anliegt. Es genügt, wenn der Querschnitt des dem Aufnahmeelement nachgeordneten Gefäßabschnittes und somit die Querschnittsfläche der distalen Öffnung des Aufnahmeelements vom Konkrement überdeckt wird, wobei das Konkrement geringfügig beabstandet vom Aufnahmeelement angeordnet sein kann. Ein hermetischer Gefäßverschluss durch das Konkrement ist nicht erforderlich, um das Druckgefälle zwischen der distalen und der proximalen Seite des Konkrements aufzubauen. Es genügt, wenn die durch das Konkrement eventuell nachströmende Blutmenge so gering ist, dass sich ein Druckausgleich mit Zeitverzögerung einstellt.

**[0016]** Somit bildet das Aufnahmeelement bzw. die fluiddichte Abdeckung im Zusammenwirken zumindest mit dem zu entfernenden Konkrement einen insbesondere proximalen Hohlraum. Durch die Betätigungseinrichtung, die dem Aufnahmeelement zugeordnet ist und im Gebrauch mit der Abdeckung und/oder dem Hohlraum in Wirkverbindung steht, kann im Hohlraum ein anderer Druck eingestellt werden, als außerhalb des proximalen Hohlraums, insbesondere auf der distalen Seite des zu entfernenden Konkrements. Dadurch wird das Konkrement mit einem hydraulischen Druck beaufschlagt, der zum Bewegen, insbesondere zum Lösen des Konkrements führt.

**[0017]** Unter dem Begriff Druck werden im Rahmen der vorliegenden Anmeldung nicht nur positive Drücke (Überdruck), sondern auch negative Drücke (Unterdruck) verstanden. Dabei ist ein Überdruck ein Druck, der höher ist als der im Gefäß herrschende Druck. Entsprechend ist ein Unterdruck ein Druck, der niedriger ist als der im Gefäß herrschende Druck. Bei der im Stand der Technik auftretenden möglichen Kollabierung des Gefäßes ist der Unterdruck so ausgeprägt, dass der transmurale Druck negativ wird.

**[0018]** Die Erfindung eignet sich insbesondere zum

Entfernen von Gerinnseln bzw. Thromben aus Blutgefäßen. Obwohl nachfolgend die Erfindung am Beispiel der Entfernung von Thromben beschrieben wird, werden auch andere Einsatzmöglichkeiten der Vorrichtung, die das Entfernen von Konkrementen bzw. Objekten aus Körperhohlräumen betreffen, von der Erfindung umfasst.

**[0019]** Die Raumbezeichnungen bzw. Richtungsangaben, insbesondere die Bezeichnungen distal und proximal, beziehen sich auf die Position des Anwenders, insbesondere Arztes, der die Vorrichtung bedient. Distal angeordnete Objekte sind demnach bezüglich eines proximal angeordneten Objekts weiter vom Anwender bzw. Bediener der Vorrichtung entfernt angeordnet.

**[0020]** Das Betätigungselement kann eine Saug- und/oder Druckeinrichtung umfassen, die mit dem Hohlraum fluidverbunden oder fluidverbindbar ist. Dadurch wird auf einfache Weise die Druckänderung im Hohlraum bzw. im Aufnahmeelement erreicht, beispielsweise indem Fluid in den Hohlraum gepumpt bzw. Fluid aus dem Hohlraum abgesaugt wird.

**[0021]** Alternativ oder zusätzlich zu der hydraulischen Druckeinstellung mit der Saug- und/oder Druckeinrichtung kann das Betätigungselement einen distal zum Konkrement positionierbaren Schirm umfassen, der in Richtung des Aufnahmeelements bewegbar ist. Mit Hilfe des Schirms kann eine mechanische Kraft auf das Konkrement in Richtung des Aufnahmeelements, d. h. in proximaler Richtung aufgebracht werden. Es ist auch denkbar, den Schirm derart mit der Saug- und/oder Druckeinrichtung zu verbinden, dass auf der distalen Seite des Konkrements, d. h. zwischen Schirm und Konkrement ein Überdruck einstellbar ist, so dass auf das Konkrement eine hydraulische Kraft in proximaler Richtung wirkt.

**[0022]** Die Ausgestaltung der hydraulischen Druckbeaufschlagung auf das Konkrement ist in der weiteren Anmeldung mit dem Titel „Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen“ offenbart, die am selben Tag wie die vorliegende Anmeldung eingereicht wurde und auf den selben Anmelder zurückgeht. Der Inhalt dieser Anmeldung wird durch Verweis vollumfänglich in die vorliegende Anmeldung aufgenommen.

**[0023]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist das Verschlussmittel einen selbstschließenden Verschlussbereich auf, der zwischen einem distalen Einlassbereich und einem proximalen Auslassbereich des Verschlussmittels angeordnet ist, wobei der Einlassbereich zur Aufnahme des zu entfernenden Konkrements angepasst und der Auslassbereich zum Aufnahmeelement hin geöffnet ist. Das Verschlussmittel umfasst somit drei diskrete, in

axialer Richtung nachgeordnete Bereiche mit unterschiedlichen Funktionen. Der distale Einlassbereich dient dazu, den proximalen Teil des Konkrements zu fangen und in die Nähe des Verschlussbereichs zu bringen. Dazu ist der Einlassbereich zur Aufnahme des zu entfernenden Konkrements angepasst und weist eine entsprechende Aufnahmekontur auf. Die Relativbewegung zwischen Konkrement und Einlassbereich wird, wie erläutert, durch eine Bewegung des Konkrements, verursacht durch die Betätigungseinrichtung, hervorgerufen.

**[0024]** Der dem distalen Einlassbereich axial nachgeordnete selbstschließende Verschlussbereich ist durch eine Bewegung des Konkrements betätigbar derart, dass das Verschlussmittel in eine Offenstellung zum Einführen des Konkrements in das Aufnahmeelement überführbar ist. Der selbstschließende Verschlussbereich weist dazu generell eine andere Form bzw. Dimensionierung, insbesondere im Hinblick auf den Durchmesser auf als der Einlassbereich.

**[0025]** Der dem selbstschließende Verschlussbereich axial nachgeordnete Auslassbereich des Verschlussmittels dient dazu, das Konkrement dem Aufnahmeelement zuzuführen. Dazu ist der Auslassbereich zum Aufnahmeelement hin geöffnet. Durch die in axialer Richtung nachgeordneten unterschiedlichen Bereiche des Verschlussmittels, insbesondere durch die Kopplung des Verschlussbereichs mit dem zur Aufnahme des Konkrements angepassten Einlassbereich wird im Gegensatz zum Stand der Technik die Einführung des Konkrements in das Aufnahmeelement vereinfacht.

**[0026]** Das Verschlussmittel, insbesondere der Verschlussbereich kann zumindest abschnittsweise eine Verjüngung mit einem veränderbaren Querschnittsdurchmesser umfassen, wobei die Verjüngung im Ruhezustand einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als der Einlassbereich des Verschlussmittels. Mit anderen Worten ist der Querschnittsdurchmesser des Einlassbereichs größer als der Querschnittsdurchmesser der Verjüngung im Ruhezustand. Im Gegensatz dazu ist der schlauchartige engere Bereich des Retrievers gemäß WO 03/075793 A1 zylinderförmig mit konstantem Querschnittsdurchmesser ausgebildet, der sich nur zum Aufnahmeelement hin erweitert. Da bei der erfindungsgemäßen Ausführungsform die Verjüngung im Ruhezustand einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als der Einlassbereich des Verschlussmittels, kann der Einlassbereich so dimensioniert sein, dass dieser besonders gut den proximalen Teil des Konkrements aufnimmt, ohne dass dabei die Verschlussfunktion der Verjüngung im Ruhezustand beeinträchtigt wird.

**[0027]** Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform

rungsform ist das Verschlussmittel doppeltrichterförmig ausgebildet, wobei zwei trichterartige Abschnitte miteinander verbunden sind und im Halsbereich zwischen den Abschnitten die Verjüngung bilden. Dadurch wird sowohl der Eintritt des Konkrements in die Vorrichtung im Einlassbereich als auch die Überführung des Konkrements vom Verschlussmittel in das Aufnahmeelement erleichtert. Außerdem ist die Doppeltrichterform des Verschlussmittels herstellungstechnisch günstig. Ein weiterer Vorteil der Doppeltrichterform besteht darin, dass die durch die Betätigungseinrichtung aufgebrachte Kraft zum Bewegen des Konkrements in Richtung des Aufnahmeelementes durch die Schließbewegung der Verjüngung bzw. des Halsbereichs zwischen den beiden trichterartigen Abschnitten mechanisch unterstützt wird, wenn das Konkrement fast vollständig durch den Halsbereich hindurchgetreten ist. Das bedeutet, dass das Konkrement durch die Schließbewegung der Verjüngung in den Aufnahmeabschnitt eingeschoben wird. Außerdem legt sich das doppeltrichterförmige Verschlusselement eng, insbesondere abdichtend um das Konkrement, wodurch die Saugwirkung des Betätigungselements bzw. der Saug- und/oder Druckeinrichtung verbessert wird.

**[0028]** Das Verschlussmittel kann im Bereich der Verjüngung eine Verschlussöffnung bilden, die mit dem Aufnahmeelement fluchtet, insbesondere zum Aufnahmeelement koaxial angeordnet ist, so dass das Konkrement ungehindert in das Aufnahmeelement durch die Verschlussöffnung gleiten kann.

**[0029]** Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, wenn das Verhältnis des Innendurchmessers der Verjüngung zum Innendurchmesser des Einlassbereichs im Ruhezustand höchstens 0,8, insbesondere höchstens 0,5, insbesondere höchstens 0,1, insbesondere höchstens 0,5, insbesondere höchstens 0,02 beträgt. Die Verjüngung kann im Ruhezustand eine Querschnittsfläche von höchstens 10 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 5 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 1 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,5 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,2 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,1 mm<sup>2</sup> umfassen.

**[0030]** Die Aufweitung des Verschlussmittels im Bereich der Verjüngung beim Eintritt des Konkrements in die Vorrichtung wird dadurch erleichtert, dass das Verschlussmittel zumindest im Bereich der Verjüngung wenigstens eine Druckausgleichsöffnung aufweist. Dadurch wird erreicht, dass im Bereich zwischen der Verjüngung und dem Gefäß der selbe Druck herrscht, wie im Aufnahmeelement.

**[0031]** Das Verschlussmittel kann eine Axiallänge von höchstens 10 mm, insbesondere höchstens 8 mm, insbesondere höchstens 5 mm, insbesondere höchstens 2 mm aufweisen. Die fluiddichte Abdeckung des Aufnahmeelementes kann sich mindes-

tens bis vor den Auslassbereich erstrecken. Dadurch wird erreicht, dass die fluiddichte Abdichtung des Aufnahmeelements gegen die Gefäßwand bis zum Verschlussmittel gewährleistet ist.

**[0032]** Das Verschlussmittel kann im Wesentlichen eine geflochtene, insbesondere stentähnliche Gitterstruktur umfassen, die im Hinblick auf die Herstellung des Profils bzw. der Form des Verschlussmittels günstig ist. Vorzugsweise weist die Gitterstruktur, wenn geflochten, im Bereich der Verjüngung im Ruhezustand einen kleineren Flechtwinkel auf als im Bereich des Aufnahmeabschnitts. Dadurch wird eine gute Ausweitung der Verjüngung beim Durchtritt des Konkrements erreicht, ohne dass es dabei zu einer übermäßigen Längskomprimierung des Verschlussmittels kommt. Die radiale Ausdehnung des Verschlussmittels, insbesondere der Verjüngung überwiegt somit. Bei der geflochtenen Gitterstruktur kann vorzugsweise eine schraubenförmige Geometrie der Drähte der geflochtenen Gitterstruktur vorgesehen sein. Eine derartige geflochtene Struktur hat den Vorteil, dass eine geringe axiale Komprimierung, durch die schraubenförmige Geometrie der Drähte eine radiale Ausweitung hervorruft. Das bedeutet, dass eine axiale Komprimierung durch die vom Konkrement ausgeübte Kraft zu einer Ausweitung bzw. Aufweitung der Verjüngung führt, ohne dass Radialkräfte ausgeübt werden. Aufgrund des kleinen Flechtwinkels ist die Ausweitung besonders in der Anfangsphase der Aufweitung bzw. Aufschließung der Verjüngung, in der der Winkel am kleinsten ist, selbst bei kleinen Komprimierungen sehr ausgeprägt.

**[0033]** Das Verschlussmittel weist vorzugsweise im Einlassbereich und/oder im Auslassbereich Querschnittsänderung, insbesondere eine kontinuierliche Querschnittsänderung auf, wodurch eine gleitende ungehinderte Bewegung des Konkrements durch das Verschlussmittel hindurch verbessert wird.

**[0034]** Dem Verschlussmittel kann ein Stützelement zugeordnet sein, das radial außen bezogen auf das Verschlussmittel angeordnet ist und im Gebrauch eine Gefäßwand des Körpergefäßes zumindest im Bereich der Verjüngung stützt. Dadurch wird eine Verformung der Gefäßwand im Bereich der Verjüngung verhindert, die möglicherweise durch die Druckbeaufschlagung des Aufnahmeelements auftreten kann insbesondere, bevor das Konkrement in das Verschlussmittel eintritt. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn das Verschlussmittel mit Druckausgleichöffnungen versehen ist, da dann der Unterdruck, d. h. ein Druck, der kleiner als der physiologische Druck ist, auch im Außenbereich des Verschlussmittels radial um die Verjüngung herum wirkt.

**[0035]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst das Verschlussmittel eine Vielzahl von Drähten mit freien Enden, die am distalen Ende

des Aufnahmeelements angeordnet sind und in der Ruheposition radial nach innen vorstehen. Dadurch wird alternativ zu dem bekannten Verschlussmittel gemäß WO 03/075793 A1 eine andere Rückhalte-möglichkeit geschaffen, um ein im Aufnahmeelement angeordnetes Konkrement dort zu halten. Diese Ausbildung des Verschlussmittels ist besonders einfach zu realisieren, insbesondere bei geflochtenen Strukturen. Dabei können die freien Enden in proximaler Richtung vorstehen und/oder in Umfangsrichtung des Aufnahmeelements gekrümmt sein. Die Drähte können dabei als Ventil oder Klappe wirken, die einen Eintritt des Konkrements in den Aufnahmebereich der Vorrichtung ermöglichen und den Austritt des Konkrements aus dem Aufnahmebereich verhindern.

**[0036]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die freien Enden mit einer weiteren fluiddichten Abdeckung, insbesondere einer flächigen Beschichtung verbunden, die eine Durchtrittsöffnung für das zu entfernende Konkrement, insbesondere eine schließbare Durchtrittsöffnung, bildet und eine Bewegung der freien Enden radial nach außen erlaubt. Dadurch wird die Rückhaltefunktion der Drähte bzw. des Verschlussmittels verbessert und darüber hinaus eine sichere Barriere geschaffen, die einen Austritt von sich eventuell vom gefangenen Thrombus lösenden Partikeln in distaler Richtung verhindert.

**[0037]** Das Verschlussmittel umfasst bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform zwei trichterartige Abschnitte, die doppelkegelförmig angeordnet sind und die Verjüngung bilden, wobei die trichterartigen Abschnitte unterschiedliche Trichterwinkel aufweisen. Bezüglich einer im Bereich der Verjüngung angeordneten Querschnittsebene des Verschlussmittels sind die beiden trichterartigen Abschnitte somit asymmetrisch ausgebildet. Als Trichterwinkel wird im Rahmen der Erfindung der Winkel bezeichnet, der zwischen der Außenfläche des trichterartigen Abschnitts und der Rotationsachse des Verschlussmittels gebildet ist.

**[0038]** Die trichterartigen Abschnitte können einen distalen Einlassbereich und einen proximalen Auslassbereich bilden, wobei der distale Einlassbereich einen kleineren Trichterwinkel aufweist als der proximale Auslassbereich. Bei gleicher Grundfläche der beiden trichterartigen Abschnitte weist der distale Einlassbereich somit eine größere Längserstreckung auf als der proximale Auslassbereich. Durch den sich unter einem flacheren Winkel verjüngenden distalen Einlassbereich wird erreicht, dass beim Einsaugen bzw. Aspirieren eines Thrombus die Verjüngung des Verschlussmittels einfacher aufgeweitet wird. Insbesondere ist zur Aufweitung der Verjüngung eine relativ kleine Kraft erforderlich, die vom Thrombus beim Einsaugen auf die Verjüngung ausgeübt wird. Durch den relativ steilen Trichterwinkel des proximalen Aus-

lassbereichs wird hingegen erreicht, dass der Thrombus im Aufnahmeelement sicher gehalten wird, da zum Aufweiten der Verjüngung durch Bewegung des Thrombus in distale Richtung eine größere Kraft erforderlich ist.

**[0039]** Das Verschlussmittel kann einen distalen Endabschnitt aufweisen, der radial nach außen geformt ist derart, dass der Einlassbereich im Wesentlichen trompetenartig ausgebildet ist. Das Verschlussmittel bzw. der distale Endabschnitt kann freie Drahtenden und/oder Drahtschlaufen oder andere Drahtabschlüsse aufweisen. Die Drahtenden können beschichtet sein. Im implantierten Zustand bzw. im Gebrauch der Vorrichtung wird mit dem trompetenartigen Einlassbereich ein fließender bzw. kontinuierlicher Übergang zwischen der Gefäßwand und dem Verschlussmittel erreicht, so dass sich der zu entfernende Thrombus beim Ansaugen nicht an den freien Drahtenden des Verschlussmittels bzw. des distalen Endabschnitts verhaken kann. Ferner bildet der radial nach außen geformte, distale Endabschnitt einen Schneidebereich, womit ein stark an der Gefäßwand anhaftender Thrombus gelöst werden kann. Dazu wird die Vorrichtung behutsam um ihre Rotationsachse gedreht und gleichzeitig unter kontinuierlicher Aspiration in distale Richtung auf den Thrombus zuge-schoben, so dass der Schneidebereich den Thrombus von der Gefäßwand trennt.

**[0040]** Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst das Aufnahmeelement einen proximalen Dichtungsabschnitt, der einen größeren Querschnittsdurchmesser aufweist als ein zylindrischer Abschnitt des Aufnahmeelements. Der Übergang zwischen dem proximalen Dichtungsabschnitt und dem zylindrischen Abschnitt des Aufnahmeelements ist vorzugsweise kontinuierlich bzw. fließend. Der proximale Dichtungsabschnitt gewährleistet im Gebrauch eine verbesserte Abdichtung des Aufnahmeelements gegenüber der Gefäßwand. Dabei erfolgt die Abdichtung auf relativ kleiner Fläche, wodurch der Flächen-druck auf das Gefäß bzw. die Gefäßwand auf einen kleinen Gefäßabschnitt beschränkt und somit insgesamt reduziert wird. Bei Bewegung des Aufnahmeelements, beispielsweise beim Zurückziehen des Aufnahmeelements nach erfolgreicher Entfernung eines Thrombus, wird durch den Dichtungsabschnitt das Gefäß in einem relativ kleinen Bereich mit Scherkräften beaufschlagt, so dass die Belastung des Gefäßes bzw. der Gefäßwand reduziert wird. Bei Bewegung des Aufnahmeelements in distaler Richtung, d. h. beim Schieben des Aufnahmeelements, bewirkt der proximale Dichtungsabschnitt eine verbesserte Abdichtung gegenüber dem Gefäß, da der proximale Dichtungsabschnitt gestaucht wird, wodurch sich der Querschnittsdurchmesser des proximalen Dichtungsabschnitts erhöht.

**[0041]** Des Weiteren kann das Verschlussmittel wenigstens zwei Verjüngungen umfassen, die koaxial zueinander angeordnet sind, wobei eine proximal angeordnete Verjüngung eine kleinere Querschnittsfläche aufweist als eine distal angeordnete Verjüngung, die eine kleinere Querschnittsfläche aufweist als ein an einem distalen Ende des Verschlussmittels angeordneter Einlassbereich. Im Bereich der beiden Verjüngungen ist jeweils eine Verschlussöffnung gebildet, wobei der Querschnittsdurchmesser der Verschlussöffnung von distal nach proximal abnimmt, d. h. die Verengungen werden von distal beginnend nach proximal zunehmend enger. Unabhängig von der Größe des zu entfernenden Thrombus wird das Einsaugen des Thrombus dadurch vereinfacht. Beim Ansaugen verformt sich der Thrombus, der aus einem weichen, geleeartigen Material besteht, da der Unterdruck im Hohlraum zwischen Aufnahmeelement und Thrombus überwiegend im proximalen Bereich des Thrombus wirkt. Durch die mehreren Verjüngungen, deren Verschlussöffnungen in proximaler Richtung einen zunehmend kleineren Querschnittsdurchmesser aufweisen, wird der Thrombus mit relativ geringem Kraftaufwand abschnittsweise in das Aufnahmeelement hineingesogen. Ein Zerreißen des Thrombus wird somit vermieden. Ein weiterer Vorteil dieser Ausführungsform besteht darin, dass durch die mehreren Verjüngungen die Umfangsfläche des Aufnahmeelements, die die Gefäßwand berührt, verringert ist. Durch die kleinere Kontaktfläche zwischen Aufnahmeelement und Gefäßwand wird die Belastung der Gefäßwand reduziert.

**[0042]** Gemäß einem unabhängigen Aspekt der Erfindung beruht diese alternativ auf dem Gedanken, eine Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen mit wenigstens einem komprimierbaren Aufnahmeelement zur Aufnahme von Konkrementen und einer Zufuhreinrichtung zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements anzugeben, wobei dem Aufnahmeelement ein Verschlussmittel zugeordnet ist. Erfindungsgemäß umfasst das Verschlussmittel zumindest abschnittsweise eine Verjüngung mit einem veränderbaren Querschnittsdurchmesser, wobei die Verjüngung im Ruhezustand einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als ein der Verjüngung distal zugeordneter Einlassbereich des Verschlussmittels. Gemäß diesem unabhängigen Aspekt der Erfindung unterscheidet sich die erfindungsgemäße Vorrichtung von dem Retriever gemäß WO 03/075793 A1 durch die Form des Verschlussmittels, die aufgrund des größer als die Verjüngung dimensionierten Einlassbereichs eine verbesserte Aufnahme- bzw. Eintrittsfunktion der Vorrichtung bietet. Die Vorrichtung gemäß dem vorstehend genannten unabhängigen Aspekt der Erfindung kann daher auch ohne eine spezielle Betätigungseinrichtung verwendet werden, so dass die Vorrichtung über das Konkrement geschoben werden kann, ohne dieses in distaler Richtung zu verset-

zen.

**[0043]** Alle vorstehend genannten Merkmale betreffend die Ausgestaltung des Verschlussmittels werden auch unabhängig von der Betätigungseinrichtung, also im Zusammenhang mit der Vorrichtung ohne Betätigungseinrichtung offenbart.

**[0044]** Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit weiteren Einzelheiten und unter Bezugnahme auf die beigefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. In diesen zeigen:

**[0045]** [Fig. 1](#) einen Längsschnitt durch eine Vorrichtung nach einem erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel, bei der das zu entfernende Konkrement distal von der Vorrichtung angeordnet ist;

**[0046]** [Fig. 2](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#), wobei das Konkrement teilweise vom Verschlussmittel aufgenommen ist;

**[0047]** [Fig. 3](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#), wobei das Konkrement sich vollständig im Bereich des Verschlussmittels befindet;

**[0048]** [Fig. 4](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#), wobei das Konkrement im Aufnahmeelement der Vorrichtung angeordnet ist;

**[0049]** [Fig. 5](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) mit verformter Gefäßwand im Bereich des Verschlussmittels;

**[0050]** [Fig. 6](#) die Vorrichtung gemäß [Fig. 1](#) mit Stützstruktur;

**[0051]** [Fig. 7](#) eine Vorrichtung nach einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel mit einem alternativen Verschlussmittel;

**[0052]** [Fig. 8](#) eine Vorrichtung nach einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel mit einer anderen Variante des Verschlussmittels; und

**[0053]** [Fig. 9–Fig. 11](#) jeweils eine Vorrichtung nach einem weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiel.

**[0054]** In [Fig. 1](#) ist ein Beispiel für eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen dargestellt, die besonders bevorzugt zur Entfernung von Thromben eingesetzt wird. Besonders geeignet ist die Vorrichtung zur cerebralen Behandlung von Thromben, da die Vorrichtung gute Crimpeigenschaften aufweist und entsprechend in Mikrokathetersysteme eingebracht werden kann. Die Vorrichtung ist auch zur Entfernung anderer Konkreme in Körpergefäßen oder anderen Körperhöhlräumen geeignet.



**[0055]** Nachfolgend wird der Aufbau der Vorrichtung beschrieben, die ein komprimierbares, insbesondere crimpbares Aufnahmeelement **10** zur Aufnahme von Konkrementen sowie eine Zufuhreinrichtung **11**, insbesondere einen Mikrokatheter, umfasst. Die Zufuhreinrichtung **11** ist zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements **10** vorgesehen und bringt das komprimierte Aufnahmeelement in das Körpergefäß in die Nähe des zu entfernenden Konkrements ein.

**[0056]** Das Aufnahmeelement ist in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#) in expandiertem Zustand dargestellt und weist eine korbartige bzw. käfigartige Struktur auf. Aufbau und Form des Aufnahmeelements entsprechen der in der eingangs erwähnten Anmeldung „Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen“ offenbarten Vorrichtung, auf die auch im Zusammenhang mit dem Aufnahmeelement bzw. den übrigen identischen Bauteilen Bezug genommen wird. Das Aufnahmeelement **10** ist trichterförmig ausgebildet und weist einen sich in proximaler Richtung verjüngenden trichterförmigen Abschnitt **10a** auf. Der trichterförmige Abschnitt **10a** ist in distaler Richtung mit einem zylinderförmigen Abschnitt **10b** verbunden, insbesondere koaxial verbunden. Der Querschnittsdurchmesser des zylinderförmigen Abschnitts **10b** entspricht im Wesentlichen dem Durchmesser des Blutgefäßes, so dass der zylinderförmige Abschnitt **10b** im expandierten Zustand an der Gefäßwand anliegt und diese abstützt. Andere Formen des Aufnahmeelements sind möglich, die die Abstützfunktion erfüllen.

**[0057]** Das Aufnahmeelement **10** weist ferner eine fluiddichte Abdeckung **14** auf, die das Aufnahmeelement **10** zumindest soweit bedeckt, dass der zylindrische Abschnitt **10b** des Aufnahmeelements fluiddicht an der Gefäßwand anliegt. Die Abdeckung **14** erstreckt sich somit mindestens bis zum zylindrischen Abschnitt **10b**, insbesondere teilweise in den zylindrischen Abschnitt **10b** hinein, insbesondere bis zum distalen Ende des zylindrischen Abschnitts **10b**. Die Abdeckung **21** kann als freitragende Stützstruktur durch Sputtern oder ein anderes Beschichtungsverfahren hergestellt sein oder auf eine Gitterstruktur, insbesondere eine geflochtene oder geschnittene Gitterstruktur des Aufnahmeelements **10** aufgebracht sein, ebenfalls durch ein an sich bekanntes Beschichtungsverfahren.

**[0058]** Wie in [Fig. 1](#) weiter dargestellt, bildet das Aufnahmeelement **10** im Inneren einen Hohlraum **15**, der in Fluidverbindung mit dem Katheter bzw. der Zufuhreinrichtung **11** und einer zugehörigen Saug- und/oder Druckeinrichtung **16** steht. Die Saug- und/oder Druckeinrichtung **16** kann mittels einer (nicht dargestellten) Druckleitung mit dem Hohlraum **15** bzw. der Abdeckung **15** verbunden sein, wobei die Druckleitung mit dem Aufnahmeelement **10** bzw. der fluiddichten Abdeckung **14** fluiddicht gekoppelt ist.

Mittels der Saug- und/oder Druckeinrichtung **16** bzw. allgemein mittels der Betätigungseinrichtung **12**, die dem Aufnahmeelement **10** zugeordnet ist, lässt sich eine in Richtung des Aufnahmeelementes **10** wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement erzeugen, insbesondere dadurch, dass im Hohlraum **15** durch die Betätigungseinrichtung **12** ein anderer Druck einstellbar ist, als außerhalb des Hohlraums **15**.

**[0059]** Dazu wird das im Hohlraum **15** befindliche Flüssigkeitsvolumen zumindest teilweise abgepumpt bzw. abgesaugt, so dass im abgedichteten Hohlraum **15** ein niedrigerer Druck als der physiologische Druck eingestellt wird, der auf der distalen Seite des Konkrements wirkt und dieses mit einer in Richtung des Aufnahmeelements **10** wirkenden Kraft beaufschlagt. Dadurch wird das Konkrement in Richtung des ortsfest angeordneten Aufnahmeelements **10** verschoben. Es ist möglich, zum besseren Lösen des Konkrements das Druckgefälle umzukehren, indem im Hohlraum **15** ein Überdruck, also ein höherer Druck als der physiologische Druck eingestellt wird, wodurch eine in distaler Richtung wirkende Kraft auf das Konkrement ausgeübt wird. Durch ein entsprechend zeitlich alternierendes Druckgefälle wird der Thrombus sicher und schonend von der Gefäßwand gelöst und als Ganzes in das Aufnahmeelement verschoben.

**[0060]** Dem Aufnahmeelement **10** ist ein Verschlussmittel **13** zugeordnet, das in eine Offenstellung zum Einführen des Konkrements in das Aufnahmeelement **10** und in eine Schließstellung zum Rückhalten des Konkrements im Aufnahmeelement **10** überführbar ist. Das Verschlussmittel **13** umfasst drei verschiedene Bereiche, die sich durch unterschiedliche Durchmesser bzw. durch eine unterschiedliche Ausrichtung unterscheiden und verschiedene Funktionen wahrnehmen. Das Verschlussmittel **13** weist insbesondere einen selbstschließenden Verschlussbereich **13a** auf, sowie einen distalen Einlassbereich **13b** und einen proximalen Auslassbereich **13c**, die jeweils dem Verschlussbereich **13a** zugeordnet sind. Der Einlassbereich **13b** ist zur Aufnahme des zu entfernenden Konkrements angepasst und weist zumindest in der Ruheposition einen größeren Innendurchmesser auf, als der Verschlussbereich **13a** in der Ruheposition. Der Auslassbereich **13c** ist zum Aufnahmeelement **10** hin geöffnet und weist ebenfalls einen größeren Durchmesser auf als der Verschlussbereich **13a**. Der Verschlussbereich **13a** bildet eine Verjüngung **18** zwischen dem Einlassbereich **13b** und dem Auslassbereich **13c**, die einen veränderbaren Querschnittsdurchmesser umfasst. Die Verjüngung **18** ist hierzu flexibel ausgebildet und ermöglicht dadurch die Offen- bzw. Schließstellung des Verschlussmittels **13**.

**[0061]** Konkret ist das Verschlussmittel **13** doppel-



trichterförmig ausgebildet und weist zwei trichterartige Abschnitte **19a**, **19b** auf, die im Bereich des engsten Querschnitts miteinander verbunden sind. Der sich dabei bildende Halsbereich **19c** zwischen den Abschnitten **19a**, **19b** entspricht der Verjüngung **18**. Der Halsbereich **19c**, bzw. die Verjüngung **18** hat eine axiale Erstreckung und ist ringförmig bzw. zylinderförmig ausgebildet. Die beiden trichterartigen Abschnitte **19a**, **19b** sind jeweils im Einlass- bzw. Auslassbereich **13b**, **13c** des Verschlussmittels angeordnet bzw. entsprechend diesen Bereichen.

**[0062]** Die Erfindung ist nicht auf die Doppeltrichterform des Verschlussmittels eingeschränkt, sondern umfasst auch andere Querschnittsformen des Einlass- und Auslassbereichs **13a**, **13b**, **13c** des Verschlussmittels **13**, bzw. in Form eines Konus bzw. Doppelkonus. Trichter- und Konusformen können kombiniert werden. Ferner ist es möglich, die beiden trichterartigen Abschnitte **19a**, **19b** bzw. den Einlass- und Auslassbereich **13b**, **13c** mit jeweils unterschiedlichen Innendurchmessern auszubilden, wobei der Innendurchmesser des Auslassbereichs **13c**, beispielsweise größer als der Innendurchmesser des Einlassbereichs **13b** sein kann, da dann die Dichtfunktion des Aufnahmeelements **10** gewährleistet ist. In [Fig. 1](#) ist ferner zu erkennen, dass das Verschlussmittel **13** im Bereich der Verjüngung **18** eine Verschlussöffnung **20** bildet, die mit dem Aufnahmeelement **10** fluchtet, insbesondere zum Aufnahmeelement **10** koaxial angeordnet ist.

**[0063]** Wie in [Fig. 1](#) weiter zu erkennen, geht der trichterförmige Auslassbereich **13c** in einer kontinuierlichen Querschnittserweiterung bzw. allgemein Querschnittsänderung in das Aufnahmeelement **10** über bzw. ist mit diesem verbunden. Konkret ist der Auslassbereich **13c** des Verschlussmittels **13** mit dem zylindrischen Abschnitt **10b** des Aufnahmeelements **10** verbunden. Der ebenfalls trichterförmige Einlassbereich **13b** weist einen zylindrischen Endabschnitt **13d** auf, dessen Außendurchmesser so dimensioniert ist, dass dieser an der Gefäßwand anliegt. Der Übergang zwischen dem Einlassbereich **13b** und dem Endabschnitt **13c** erfolgt durch eine kontinuierliche Querschnittsänderung bzw. Querschnittserweiterung. In diesem Ausführungsbeispiel sind somit die Außendurchmesser des zylindrischen Endabschnitts **13c** und des zylindrischen Abschnitts **10b** des Aufnahmeelements **10** mit denselben Außendurchmessern dimensioniert. Unterschiedliche Durchmesser sind möglich.

**[0064]** Die kontinuierliche Querschnittsänderung kann zumindest abschnittsweise linear und/oder mit einer Wölbung erfolgen. Vorzugsweise an den axialen Übergängen des Einlassbereichs **13b** bzw. des Auslassbereichs **13c** zu den jeweils angrenzenden Bereichen ist die Wandung gekrümmt, um Kanten zu vermeiden, die das Gleiten des Konkrements beein-

trächtigen könnten.

**[0065]** Die fluiddichte Abdeckung **14** erstreckt sich bis kurz vor den Auslassbereich **13c**, d. h. bis zum proximalen Ende des Auslassbereichs **13c**. Die fluiddichte Abdeckung **14** kann sich teilweise bis in den Auslassbereich **13c**, insbesondere bis zur Verjüngung **18** erstrecken. Es ist auch möglich, dass die Abdeckung die komplette Vorrichtung bedeckt, d. h. dass sich die Abdeckung **14** bis zum distalen Ende des Verschlussmittels **13** erstreckt.

**[0066]** Wie in [Fig. 1](#) ferner dargestellt, weist das Verschlussmittel **13** zumindest im Bereich der Verjüngung **18** wenigstens eine, insbesondere mehrere Druckausgleichsöffnungen **21** auf. Konkret ist die Druckausgleichsöffnung **21** im Bereich des Auslassbereichs **13c**, insbesondere im proximalen Trichter angeordnet, d. h. proximal von der Verjüngung **18**. Die Druckausgleichsöffnung **21** bzw. die Vielzahl der Druckausgleichsöffnungen **21** dient dazu, das Aufweiten der Verjüngung **18** zu unterstützen, wenn im Hohlraum **15** ein Unterdruck angelegt wird. Die Druckausgleichsöffnungen **21** sind distal etwas entfernt vom zylindrischen Abschnitt **10b** angeordnet, damit diese nicht an der Gefäßwand anliegen, sondern frei durchströmbar sind. Bei der Beaufschlagung des Hohlraums **15** mit dem Unterdruck kann es zu einer Gefäßverformung im Bereich der Verjüngung kommen, da der Unterdruck aufgrund der Druckausgleichsöffnungen **21** auch in dem Umfangsbereich außerhalb der Verjüngung **18** wirkt ([Fig. 5](#)). Um diese Gefäßverformung zu vermeiden, ist beim Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 6](#) eine axial sich erstreckende Stützstruktur bzw. ein Stützelement **22** dem Verschlussmittel **13** zugeordnet, das radial außen bezogen auf das Verschlussmittel **13** angeordnet ist. Im Gebrauch stützt das Stützelement **22** die Gefäßwand des Körpergefäßes im Bereich der Verjüngung **18**. Das Stützelement **22** kann als stentartige Hülse ausgebildet sein, die den Außenumfang des Einlassbereichs **13b** mit dem maximalen Außenumfang des Auslassbereichs **13c** bzw. den zylindrischen Abschnitt **10b** verbindet.

**[0067]** Zur Funktionsweise der Vorrichtung wird Folgendes ausgeführt:

Die Vorrichtung gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) basiert auf dem Gedanken, das Verschlussmittel **13** insbesondere das selbstverschließende Verschlussmittel **13** mit einer Betätigungseinrichtung **12** zu kombinieren, die es erlaubt, im Gebrauch eine in Richtung des Aufnahmeelements **10** wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement auszuüben. Damit wird erreicht, dass die Vorrichtung stationär im Gefäß angeordnet ist und das Konkrement auf die Vorrichtung zubewegt und von dieser aufgenommen wird. Die Erfindung ist besonders geeignet für eine Ausführungsform, bei der die Aufbringung der Löse- bzw. Bewegungskraft, die auf das Konkrement wirkt, hydrau-

lisch, d. h. durch einen Unterdruck bzw. durch ein Druckgefälle über den Thrombus hinweg erzeugt wird. Dazu bildet, wie vorstehend beschrieben, das Aufnahmeelement **10** und dessen fluiddichte Abdeckung **14** einen durch das zu entfernende Konkrement verschließbaren, insbesondere proximalen Hohlraum **15**.

**[0068]** Das Verschlussmittel **13** ist dem Hohlraum **15** in Strömungsrichtung nachgeordnet bzw. distal zum Hohlraum **15** angeordnet. Damit ist das Verschlussmittel im Gebrauch zwischen dem Hohlraum **15** und dem zu entfernenden Konkrement positionierbar. Der Hohlraum **15** ist insofern durch das Konkrement verschließbar, da das Konkrement, wie in [Fig. 2](#) dargestellt, im Zusammenwirken mit dem Verschlussmittel **13** den Hohlraum **15** des Aufnahmeelements **10** fluiddicht abdichtet. Damit wird erreicht, dass der Hohlraum **15** mit Drücken beaufschlagbar ist, die sich vom physiologischen Druck unterscheiden, insbesondere durch einen Unterdruck bzw. durch einen Überdruck, so dass das gewünschte Druckgefälle am Thrombus erzeugbar ist.

**[0069]** Durch den erzeugten Unterdruck im Korb bzw. im Aufnahmeelement **10** wird der Thrombus in proximaler Richtung durch den distal vom Thrombus herrschenden höheren physiologischen Druck gedrückt. Wenn der Thrombus in Kontakt mit der Vorrichtung, insbesondere mit dem Verschlussmittel **13** gelangt, übt der Thrombus eine nach außen gerichtete radiale Kraft auf das selbstschließende Verschlussmittel **13**, insbesondere auf die Verjüngung aus. Die vom Thrombus ausgeübte Kraft kann dabei auch rein axial sein, d. h. ohne radiale Komponente, wobei durch eine entsprechend angepasste Struktur des Korbes bzw. Verschlussmittels **13** eine Ausweitung der Verjüngung **18** hervorgerufen wird. Insbesondere kann der Korb bzw. das Verschlussmittel **13** drahtgeflochten sein, so dass die Ausweitung durch eine reine Axialkomprimierung hervorgerufen wird.

**[0070]** Dabei ist der Thrombus in [Fig. 2](#) im Einlassbereich **13b** des Verschlussmittels **13** angeordnet. Wie in [Fig. 2](#) gezeigt, ist der Einlassbereich **13b** so groß dimensioniert, dass der Thrombus ohne Widerstand bis zur Verjüngung **18** gleiten kann und dort die radiale Betätigungskraft ausübt. Aufgrund der Druckausgleichsöffnungen **21** herrscht im Außenbereich um die Verjüngung herum der gleiche Druck P<sub>2</sub>, wie im Hohlraum **15**. Da die aufgrund des höheren physiologischen Drucks außerhalb des Hohlraums **15** auf das Konkrement wirkende Kraft entsprechend groß ist, dehnt sich der Korb bzw. das Aufnahmeelement **10** an der verjüngten Stelle bzw. im Bereich der Verjüngung **18** radial nach außen aus. Die Druckausgleichsöffnungen **21** können klein sein, da kein signifikanter Volumenstrom durch diese hindurchströmen muss. Dasselbe gilt im Prinzip auch für den Durchmesser der Verjüngung im Ruhezustand, die so aus-

gelegt ist, das eine Druckübertragung vom proximalen Hohlraum **15** auf den Bereich zwischen Verschlussmittel **13** und Konkrement möglich ist.

**[0071]** Wie in [Fig. 3](#) dargestellt, kann sich der Thrombus etwas verformen, wenn dieser den aufgeweiteten verjüngten Bereich bzw. die Verjüngung **18** passiert, wie in [Fig. 3](#) dargestellt. Der Thrombus wird dabei in den Korb bzw. in das Aufnahmeelement **10** hineingesaugt. Wenn sich der Thrombus im Korb bzw. im Aufnahmeelement **10** ([Fig. 4](#)) befindet, und zwar proximal zu den seitlichen Druckausgleichsöffnungen **21**, kommt es zu einer Fluidverbindung zwischen dem Zwischenraum um die Verjüngung **18** herum und dem distalen Bereich hinter dem Verschlussmittel **13**. Dadurch stellt sich ein Gleichgewicht der externen Kräfte im Bereich der Verjüngung **18** ein, so dass die Rückstellkraft der Verjüngung **18** bzw. des selbstschließenden Verschlussmittels **13** dazu führt, dass die Vorrichtung ihren Ruhezustand einnimmt.

**[0072]** Die Vorrichtung hat des Weiteren folgende Vorteile: Im Hinblick auf die Partikelablösung ist die Verjüngung **18** des Verschlussmittels **13** so klein dimensioniert, dass keine größeren Blutpartikel aus dem Aufnahmeelement **10** abfließen können. Die Öffnung ist lediglich so zu dimensionieren, dass der Unterdruck im Aufnahmeelement **10** auf den Bereich zwischen dem Aufnahmeelement **10** und dem Thrombus übertragen werden kann, um das Druckgefälle über den Thrombus zu erzeugen. Aufgrund der flexiblen Ausgestaltung der Verjüngung **18** kann die in der Schließstellung kleine Öffnung aufgeweitet werden, um in der Offenstellung einen ausreichend großen Durchgang für den Thrombus zu schaffen. Insofern wird auf die eingangs genannten Werte im Hinblick auf den Innendurchmesser der Verjüngung, das Verhältnis zwischen Innendurchmesser im verjüngten Bereich und im Einlass- bzw. Auslassbereich sowie auf die Querschnittsfläche der Druckausgleichsöffnungen **21** bzw. der Verschlussöffnung **20** verwiesen. Letztere können einander im Wesentlichen entsprechen.

**[0073]** Als Material für den Korb bzw. das Aufnahmeelement wird ein superelastisches Material (NiTi) verwendet, das geschnitten oder, in bevorzugter Variante geflochten ist. Geflochtene Stents werden verkürzt, wenn sie radial ausgedehnt werden, bzw. werden radial ausgedehnt, wenn sie in Längsrichtung, d. h. axial komprimiert werden, was die positiven Eigenschaften der Erfindung unterstützt. Geflochtene Stents können mit vielen, sehr feinen Drähten hergestellt werden, was den Vorteil hat, dass eine sehr feinmaschige Struktur erzielt wird. Die Abdeckung **14** bzw. die Beschichtung kann mit Kunststoff oder durch eine Metallfolie erfolgen. Die Beschichtung kann sich bis zur Verjüngung erstrecken, damit der Unterdruckbereich fluiddicht abgedichtet werden kann. Distal zur Abdeckung **14** kann die Struktur offen bleiben

und, aufgrund ihrer Feinmaschigkeit, als Filter die Ablösung bzw. den Austrag von großen Partikeln verhindern. Wenn die Vorrichtung in geflochtener Bauweise hergestellt ist, wird vorteilhafterweise im Bereich der Verjüngung **18** ein kleinerer Flechtwinkel gewählt, wodurch die Verjüngung **18** in radialer Richtung besonders flexibel ist, ohne dabei zu einer signifikanten axialen Komprimierung der Vorrichtung zu führen. Die Flechtwinkel im Bereich der Verjüngung können weniger als 30°, weniger als 20°, weniger als 10°, weniger als 5° betragen.

**[0074]** Die kontinuierliche Querschnittsänderung im Einlass- bzw. Auslassbereich **13b**, **13c** kann Winkel kleiner 80°, kleiner 70°, kleiner 60°, kleiner als 45°, kleiner als 30° umfassen. Die kontinuierliche Querschnittsänderung ist besonders wirksam am distalen Ende, d. h. am Einlassbereich **13b**, um ein möglichst widerstandsfreies Einführen des Thrombus in das Verschlussmittel zu gestatten. Ferner ist die axiale Länge der Verjüngung **18** relativ kurz, insbesondere kürzer als die axiale Länge des Aufnahmeelementes **10** bzw. kürzer als die axiale Länge des Einlassbereichs **13b** bzw. des Auslassbereichs **13c**. Die axiale Länge des gesamten Verschlussmittels **13**, d. h. des Einlassbereichs **13b**, der Verjüngung **18** und des Auslassbereichs **13c**, kann kleiner als 10 mm, kleiner als 8 mm, kleiner als 5 mm, kleiner als 4 mm, kleiner als 3 mm, kleiner als 2 mm sein. Die für die Ausdehnung der Verjüngung **18** erforderliche Radialkraft wird durch die Flexibilität der Verjüngung **18** bestimmt, wobei vermieden wird, dass der Thrombus nicht zu stark verformt wird. Damit wird erreicht, dass das Risiko der Partikelablösung durch Reibung im Bereich des Verschlussmittels **13** verringert wird. Ein weiterer Vorteil des geflochtenen Stents besteht in der geschlossenen Zellenstruktur, wodurch der Stent bzw. die Vorrichtung besser in einen schlauchartigen Katheter zum Entfernen der Vorrichtung einschließlich des gefangenen Thrombus gezogen werden kann.

**[0075]** Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) wird eine Variante des Verschlussmittels **13** mit einer Betätigungseinrichtung **12** kombiniert, die im Gebrauch eine in Richtung des Aufnahmeelementes **10** wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement ausübt. Die Betätigungseinrichtung kann einen mechanisch wirkenden distalen Schirm und/oder eine hydraulisch wirkende Saug- und/oder Druckeinrichtung umfassen. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß den [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) ist das Verschlussmittel **13** gemäß [Fig. 7](#), [Fig. 8](#) am distalen Ende des Aufnahmeelementes **10**, insbesondere im Bereich der Endkante vorgesehen. Dabei umfasst das Verschlussmittel eine Vielzahl von Drähten **23**, die über den Außendurchmesser des Aufnahmeelementes **10** radial nach innen vorstehen. Dabei bilden die Drähte **23** jeweils freie Enden **23a**, die in der Ruheposition radial

nach innen vorstehen ([Fig. 7](#)). Die freien Enden **23a** können zusätzlich in proximaler Richtung vorstehen, wobei die freien Enden **23a** nach innen in Längsrichtung des Aufnahmeelementes **10** gebogen bzw. gekrümmt sind. Zusätzlich oder alternativ können die freien Enden **23a** bzw. die freien Drähte **23** in Umfangsrichtung des Aufnahmeelementes **10** gekrümmt sein ([Fig. 8](#)). Dabei werden auch paarweise oder mehrere miteinander verdrehte oder anders verbundene Drähte als Drähte **23** mit freien Enden **23a** angesehen.

**[0076]** Die Drähte **23** wirken als Klappe oder Ventil und können mit einer Beschichtung, insbesondere einer Kunststoffbeschichtung, beispielsweise einer Polyurethanbeschichtung versehen sein. Die Beschichtung bildet eine weitere fluiddichte Abdeckung **24**, die eine verschließbare Durchtrittsöffnung **24a** für das zu entfernende Konkrement aufweist und eine Bewegung der freien Enden **23a** der Drähte **23** radial nach außen erlaubt. Dazu ist die Abdeckung **24** in der Ruheposition, d. h. in der Schließstellung des Verschlussmittels **13** so gefaltet, dass die Drähte **23** der Bewegung des zu entfernenden Konkrements in das Aufnahmeelement **10** hinein nachgeben können.

**[0077]** In [Fig. 9](#) ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung dargestellt, wobei das Verschlussmittel **13** doppeltrichterförmig ausgebildet ist. Die Vorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 9](#) weist also im Wesentlichen dieselbe Struktur auf, wie bereits im Zusammenhang mit [Fig. 1](#) beschrieben. Der Unterschied besteht darin, dass die trichterartigen Abschnitte **19a**, **19b** unterschiedliche Trichterwinkel umfassen. Insbesondere ist durch den proximalen trichterartigen Abschnitt **19a** ein proximaler Auslassbereich **13c** gebildet, der mit der Rotationsachse der Vorrichtung einen größeren Winkel einschließt als der durch den distalen trichterartigen Abschnitt **19b** gebildete distale Einlassbereich **13b**. Der Einlassbereich **13b** verjüngt sich somit in Richtung der Verjüngung **18** bzw. des Verschlussbereichs **13a**, insbesondere der Verschlussöffnung **20**, unter einem flacheren Winkel als der distale Auslassbereich **13c**. Der distale Endabschnitt **13d**, d. h. die Grundfläche des trichterartigen Abschnitts **19b**, der den Einlassbereich **13b** bildet, entspricht dem Querschnittsdurchmesser des zylindrischen Abschnitts **10b** des Aufnahmeelementes **10**. Dieser Querschnittsdurchmesser entspricht auch dem Durchmesser der Grundfläche des proximalen trichterartigen Abschnitts **13c**. Die unterschiedlichen Trichterwinkel zwischen den beiden trichterartigen Abschnitten **19a**, **19b** sind dadurch gebildet, dass die beiden trichterartigen Abschnitte **19a**, **19b** eine unterschiedliche axiale Längserstreckung aufweisen. Insbesondere ist der proximale trichterartige Abschnitt **19a** in axialer Richtung kürzer als der distale trichterartige Abschnitt **19b**. Es ist möglich, dass das Verhältnis der Trichterwinkel der beiden trichterartigen

Abschnitte **19a**, **19b** umgekehrt ist. In diesem Fall weist der proximale trichterartige Abschnitt **19a** einen kleineren Trichterwinkel auf als der distale trichterartige Abschnitt **19b**. Die Variante mit einem distalen trichterartigen Abschnitt **19b** bzw. einen distalen Einlassbereich **13b**, der einen kleineren Trichterwinkel aufweist, ist bevorzugt, da auf diese Weise die Entfernung eines Konkrements, insbesondere eines Thrombus, erleichtert ist. Dieser Effekt wird dadurch erreicht, dass durch den flacheren Trichterwinkel des distalen Einlassbereichs **13b** durch den in proximaler Richtung bewegten, insbesondere gesogenen bzw. aspirierten, Thrombus eine kleinere Kraftkomponente auf die Verjüngung **18** aufgebracht werden muss, um die Verschlussöffnung **20** soweit aufzuweiten, dass der Thrombus hindurchtreten kann.

[0078] Wie in [Fig. 10](#) dargestellt, ist es ferner möglich, dass der distale trichterartige Abschnitt **19b**, insbesondere der distale Einlassbereich **13b** trompetenartig geformt ist. Zur Bildung der Trompetenform ist der distale Endabschnitt **13d** in distaler Richtung aufgeweitet bzw. radial nach außen geformt. Der distale Endabschnitt **13d** weist einen größeren Querschnittsdurchmesser auf als der zylindrische Abschnitt **10b** des Aufnahmeelements **10**. Auf diese Weise wird der distale Endabschnitt **13d** im Gebrauch stärker gegen die Gefäßwand gespannt, so dass zwischen der Gefäßwand und dem distalen Einlassbereich **13b** im Wesentlichen ein kontinuierlicher bzw. fließender Übergang bereitgestellt wird. Dadurch wird verhindert, dass das Konkrement bzw. der Thrombus beim Bewegen in den Einlassbereich **13b** durch die Drahtenden im distalen Endabschnitt **13d** beschädigt wird oder sich im distalen Endabschnitt **13d** verhakt. Ferner kann der distale Endabschnitt **13d** einen Schneidebereich bilden, so dass durch eine Rotationsbewegung und/oder eine Axialbewegung in distale Richtung ein an der Gefäßwand festsetzendes Konkrement, beispielsweise ein Thrombus oder ein Plaque, von der Gefäßwand gelöst bzw. getrennt werden kann. Der Schneidebereich ist vorzugsweise derart ausgebildet, dass eine Verletzung der Gefäßwand vermieden wird. Beispielsweise können die distal offenen Drahtenden des distalen Endabschnitts **13d** schlaufenartig geformt sind, so dass scharfe Kanten bzw. Drahtenden im Bereich des Endabschnitts **13d** vermieden werden. In den Schlaufen bzw. allgemein im Endabschnitt **13d** können Röntgenmarker angeordnet sein. Röntgenmarker umfassen Materialien, die eine relativ hohe Dichte bzw. Röntgensichtbarkeit aufweisen. Die Röntgenmarker können in Form von Hülsen in die Drahtschlaufen des distalen Endabschnitts **13d** eingeflochten sein.

[0079] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß [Fig. 10](#) ist im proximalen Bereich des Aufnahmeelements **10** ferner ein proximaler Dichtungsabschnitt **25** vorgesehen, der einen größeren Querschnittsdurchmesser aufweist als der zylindrische Abschnitt **10b** des Auf-

nahmeelements **10**. Insbesondere kann der proximale Dichtungsabschnitt **25** im Wesentlichen denselben Querschnittsdurchmesser aufweisen wie der distale Endabschnitt **13d** des trompetenartig geformten distalen trichterartigen Abschnitts **19b** des Verschlussmittels **13**. Es wird darauf hingewiesen, dass die in [Fig. 10](#) dargestellte Kombination des proximalen Dichtungsabschnitts **25** und dem trompetenförmig ausgebildeten distalen trichterartigen Abschnitt **13b** eine bevorzugte Variante der Vorrichtung darstellt. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass die Vorrichtung einen proximalen Dichtungsabschnitt **25** ohne ein trompetenartig geformtes Verschlussmittel **13** aufweist. Umgekehrt ist es ebenfalls möglich, dass bei der Vorrichtung ein trompetenartiges Verschlussmittel **13** vorgesehen ist, ohne dass das Aufnahmeelement **10** einen proximalen Dichtungsabschnitt **25** aufweist.

[0080] Der proximale Dichtungsabschnitt **25** ist im Wesentlichen durch eine Auswölbung des Aufnahmeelements **10** im Übergangsbereich zwischen dem zylindrischen Abschnitt **10b** und dem trichterförmigen Abschnitt **10a** gebildet. Der proximale Dichtungsabschnitt **25** weist eine relativ flexible Struktur auf, so dass sich der Querschnittsdurchmesser des proximalen Dichtungsabschnitts **25** beim Schieben des Betätigungselements **12** in distale Richtung erhöht. Der proximale Dichtungsabschnitt **25** weitet sich also bei Bewegung des Betätigungselements **12** in distale Richtung radial auf. Dabei dichtet der proximale Dichtungsabschnitt **25** im Gebrauch die Vorrichtung gegen die Gefäßwand ab, wobei gleichzeitig die Kontaktfläche zwischen Aufnahmeelement **10** und Gefäßwand reduziert wird. Beim Entfernen der Vorrichtung aus dem Körpergefäß, d. h. beim Ziehen der Vorrichtung, insbesondere des Betätigungselements **12**, in proximale Richtung, wird der proximale Dichtungsabschnitt **25** axial gedehnt, wodurch eine Verringerung des Querschnittsdurchmessers des proximalen Dichtungsabschnitts **25** erreicht wird. Dadurch wird gewährleistet, dass die Scherkräfte, die beim Gleiten des Aufnahmeelements **10** entlang der Gefäßwand auf die Gefäßwand wirken, reduziert werden. Die Vorrichtung weist vorzugsweise eine fluiddichte Abdeckung **14** auf, die sich zumindest über den trichterförmigen Abschnitt **10a** erstreckt. Besonders bevorzugt ist es, wenn sich die fluiddichte Abdeckung **14** über das gesamte Aufnahmeelement **10** bzw. die gesamte Vorrichtung, d. h. das Aufnahmeelement **10** und das Verschlusselement **13**, erstreckt.

[0081] Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel kann die Vorrichtung, wie in [Fig. 11](#) dargestellt, mehrere, insbesondere drei Verjüngungen **18**, **18'**, **18''** aufweisen, die jeweils einen Verschlussbereich **13a** bilden. Die Verschlussbereiche **13a** weisen jeweils eine Verschlussöffnung **20**, **20'**, **20''** auf, wobei eine erste Verschlussöffnung **20** gegenüber den weiteren Verschlussöffnungen **20'**, **20''** einen größeren Quer-



schnittsdurchmesser aufweist. Der Querschnittsdurchmesser der Verschlussöffnungen **20**, **20'**, **20''** wird mit zunehmendem Abstand zum distalen Einlassbereich **13b** kleiner. Im Wesentlichen weist die Vorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel nach [Fig. 11](#) also drei oder mehrere Aufnahmeelemente **10** auf, denen jeweils ein Verschlussmittel **13** zugeordnet ist, wobei die Verschlussmittel **13** unterschiedlich große Verjüngungen **18**, **18'**, **18''** aufweisen. Die kaskadenartige Anordnung von Aufnahmeelementen **10** bzw. Verschlussmitteln **13** ermöglicht ein besonders schonendes Entfernen von Konkrementen. Insbesondere wird bei der Aufnahme eines Konkrements bzw. eines Thrombus der Thrombus je nach seiner Größe in eines der Aufnahmeelemente **10** aufgenommen. Kleinere Thromben erreichen dabei das am weitesten proximal angeordnete Aufnahmeelement **10**, wohingegen größere Thromben in einem mittleren oder distalen Aufnahmeelement **10** fixiert werden. Die Aufnahmeelemente **10** und die Verschlussmittel **13** umfassen eine fluiddichte Abdeckung, die sich vollständig über die Aufnahmeelemente **10** und die Verschlussmittel **13** erstreckt. Die flexible Abdeckung **14** begrenzt den Hohlraum, in dem der Druck, insbesondere Unterdruck, zur Entfernung des Thrombus bzw. Konkrements wirkt. Wenn die Vorrichtung im Bereich von Gefäßverzweigungen eingesetzt bzw. positioniert ist, wird mit der flexiblen Abdeckung **14** verhindert, dass die abzweigenden, d. h. kollateralen, Gefäße mit dem erzeugten Druck beaufschlagt werden. Da die Vorrichtung gemäß [Fig. 11](#) mehrere Verjüngungen **18**, **18'**, **18''** aufweist, ist die Kontaktfläche zwischen der Vorrichtung und dem Blutgefäß reduziert, so dass eine Beschädigung oder Beeinträchtigung der Gefäßwand verringert ist.

**[0082]** Die in den [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) dargestellten Ausführungsbeispiele weisen jeweils ein oder mehrere Verschlussmittel **13** auf, die doppeltrichterförmig ausgebildet sind. Dabei ist der Trichterwinkel des jeweils distalen trichterartigen Abschnitts **19b** kleiner als der Trichterwinkel des jeweils proximalen trichterartigen Abschnitts **19a**. Es ist auch möglich, dass die beiden trichterartigen Abschnitte **19a**, **19b** jeweils gleiche Trichterwinkel aufweisen.

**[0083]** Bevorzugte Materialien für die Herstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind beispielsweise Edelstahl, Formgedächtnismaterialien oder Kunststoffe, insbesondere Kunststofffasern. Die Vorrichtung kann aus einem rohrförmigen Rohmaterial bzw. Halbzeug beispielsweise durch Laserschneiden oder andere geeignete Verfahren hergestellt sein. Es ist ebenfalls möglich, dass die Vorrichtung eine geflochtene Struktur aufweist, d. h. mehrere Drahtelemente umfasst, die miteinander verflochten, verdrillt oder verwoben sind. Die bevorzugten Materialien und Herstellungsformen können miteinander kombiniert sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Aufnahmeelement
<b>10a</b>	trichterförmiger Abschnitt
<b>10b</b>	zylindrischer Abschnitt
<b>11</b>	Zufuhreinrichtung
<b>12</b>	Betätigungselement
<b>13</b>	Verschlussmittel
<b>13a</b>	Verschlussbereich
<b>13b</b>	Einlassbereich
<b>13c</b>	Auslassbereich
<b>13d</b>	Endabschnitt
<b>14</b>	fluiddichte Abdeckung
<b>15</b>	Hohlraum
<b>16</b>	Saug- und/oder Druckeinrichtung
<b>17</b>	Schirm
<b>18, 18', 18''</b>	Verjüngung
<b>19a, 19b</b>	trichterartige Abschnitte
<b>19c</b>	Halsbereich
<b>20, 20', 20''</b>	Verschlussöffnung
<b>21</b>	Druckausgleichsöffnung
<b>22</b>	Stützelement
<b>23</b>	Drähte
<b>23a</b>	freie Enden
<b>24</b>	weitere fluiddichte Abdeckung
<b>25</b>	proximaler Dichtungsabschnitt

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- WO 03/075793 A1 [[0001](#), [0004](#), [0006](#), [0026](#), [0035](#), [0042](#)]

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen mit wenigstens einem komprimierbaren Aufnahmeelement (10) zur Aufnahme von Konkrementen und einer Zufuhreinrichtung (11) zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements (10), wobei dem Aufnahmeelement (10) eine Betätigungseinrichtung (12) und ein Verschlussmittel (13) zugeordnet sind, und das Verschlussmittel (13) in eine Offenstellung zum Einführen des Konkrements in das Aufnahmeelement (10) und in eine Schließstellung zum Rückhalten des Konkrements im Aufnahmeelement (10) überführbar ist **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (12) angepasst ist derart, dass diese im Gebrauch eine in Richtung des Aufnahmeelementes (10) wirkende Kraft auf das zu entfernende Konkrement ausübt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufnahmeelement (10) eine fluiddichte Abdeckung (14) aufweist, die einen durch das zu entfernende Konkrement verschließbaren, insbesondere proximalen Hohlraum (15) bildet, wobei die Betätigungseinrichtung (12) im Gebrauch mit der Abdeckung (14) und/oder dem Hohlraum (15) in Wirkverbindung steht derart, dass im Hohlraum (15) zum Bewegen, insbesondere zum Lösen des Konkrements ein anderer Druck einstellbar ist als außerhalb des Hohlraums (15).

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (12) eine Saug- und/oder Druckeinrichtung (16) umfasst, die mit dem Hohlraum (15) fluidverbunden oder fluidverbindbar ist

4. Vorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Betätigungselement (12) einen distal zum Konkrement positionierbaren Schirm (17) umfasst, der in Richtung des Aufnahmeelements (10) bewegbar ist.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) einen selbstschließenden Verschlussbereich (13a) aufweist, der zwischen einem distalen Einlassbereich (13b) und einem proximalen Auslassbereich (13c) des Verschlussmittels (13) angeordnet ist, wobei der Einlassbereich (13b) zur Aufnahme des zu entfernenden Konkrements angepasst und der Auslassbereich (13c) zum Aufnahmeelement (10) hin geöffnet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13), insbesondere der Verschlussbereich (13a) zumindest abschnittsweise eine Verjüngung (18) mit einem veränderbaren Querschnittsdurchmesser umfasst, wobei die Verjüngung im Ruhezustand einen kleineren

Querschnittsdurchmesser aufweist als der Einlassbereich (13b) des Verschlussmittels (13).

7. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) doppeltrichterförmig ausgebildet ist, wobei zwei trichterartige Abschnitte (19a, 19b) miteinander verbunden sind und im Halsbereich (19c) zwischen den Abschnitten die Verjüngung (18) bilden.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) im Bereich der Verjüngung (18) eine Verschlussöffnung (20) bildet, die mit dem Aufnahmeelement (10) fluchtet, insbesondere zum Aufnahmeelement (10) koaxial angeordnet ist.

9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Innendurchmessers der Verjüngung (18) zum Innendurchmesser des Einlassbereichs (13b) im Ruhezustand höchstens 0,8, insbesondere höchstens 0,5, insbesondere höchstens 0,1, insbesondere höchstens 0,05, insbesondere höchstens 0,02 beträgt.

10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verjüngung (18) im Ruhezustand eine Querschnittsfläche von höchstens 10 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 5 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 1 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,5 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,2 mm<sup>2</sup>, insbesondere höchstens 0,1 mm<sup>2</sup>, umfasst.

11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) zumindest im Bereich der Verjüngung (18) wenigstens eine Druckausgleichsöffnung (21) aufweist.

12. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Das Verschlussmittel (13) eine Axiallänge von höchstens 10 mm, insbesondere höchstens 8 mm, insbesondere höchstens 5 mm, insbesondere höchstens 2 mm aufweist.

13. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass sich die fluiddichte Abdeckung (14) des Aufnahmeelementes (10) mindestens bis vor den Auslassbereich (13c) erstreckt.

14. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) im Wesentlichen eine geflochtene, insbesondere stentähnliche, Gitterstruktur umfasst.



15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Gitterstruktur im Bereich der Verjüngung (18) im Ruhezustand einen kleineren Flechtwinkel aufweist als im Bereich des Aufnahmeabschnitts (10).

16. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) im Einlassbereich (13a) und/oder im Auslassbereich (13c) eine kontinuierliche Querschnittsänderung aufweist.

17. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 6 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verschlussmittel (13) ein Stützelement (22) zugeordnet ist, das radial außen bezogen auf das Verschlussmittel (13) angeordnet ist und im Gebrauch eine Gefäßwand des Körpergefäßes zumindest im Bereich der Verjüngung (18) stützt.

18. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) eine Vielzahl von Drähten (23) mit freien Enden (23a) umfasst, die am distalen Ende des Aufnahmeelements (10) angeordnet sind und in der Ruheposition radial nach Innen vorstehen.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die freien Enden (23a) in proximaler Richtung vorstehen und/oder in Umfangsrichtung des Aufnahmeelementes (10) gekrümmt sind.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass die freien Enden (23a) mit einer weiteren fluiddichten Abdeckung (24), insbesondere einer flächigen Beschichtung verbunden sind, die eine Durchtrittsöffnung (24a), insbesondere eine verschließbare Durchtrittsöffnung (24a) für das zu entfernende Konkrement bildet und eine Bewegung der freien Enden (23a) radial nach Außen erlaubt.

21. Vorrichtung zum Entfernen von Konkrementen aus Körpergefäßen mit wenigstens einem komprimierbaren Aufnahmeelement (10) zur Aufnahme von Konkrementen und einer Zufuhreinrichtung (11) zur Führung des komprimierten Aufnahmeelements (10), wobei dem Aufnahmeelement (10) ein Verschlussmittel (13) zugeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) zumindest abschnittsweise eine Verjüngung (18) mit einem veränderbaren Querschnittsdurchmesser umfasst, wobei die Verjüngung (18) im Ruhezustand einen kleineren Querschnittsdurchmesser aufweist als ein der Verjüngung (18) distal zugeordneter Einlassbereich (13b) des Verschlussmittels (13).

22. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) zwei trichterförmige Abschnitte

(19a, 19b) umfasst, die doppelkegelförmig angeordnet sind und die Verjüngung (18) bilden, wobei die trichterförmigen Abschnitte (19a, 19b) unterschiedliche Trichterwinkel aufweisen.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die trichterförmigen Abschnitte (19a, 19b) einen distalen Einlassbereich (13b) und einen proximalen Auslassbereich (13c) bilden, wobei der distale Einlassbereich (13b) einen kleineren Trichterwinkel aufweist als der proximale Auslassbereich (13c).

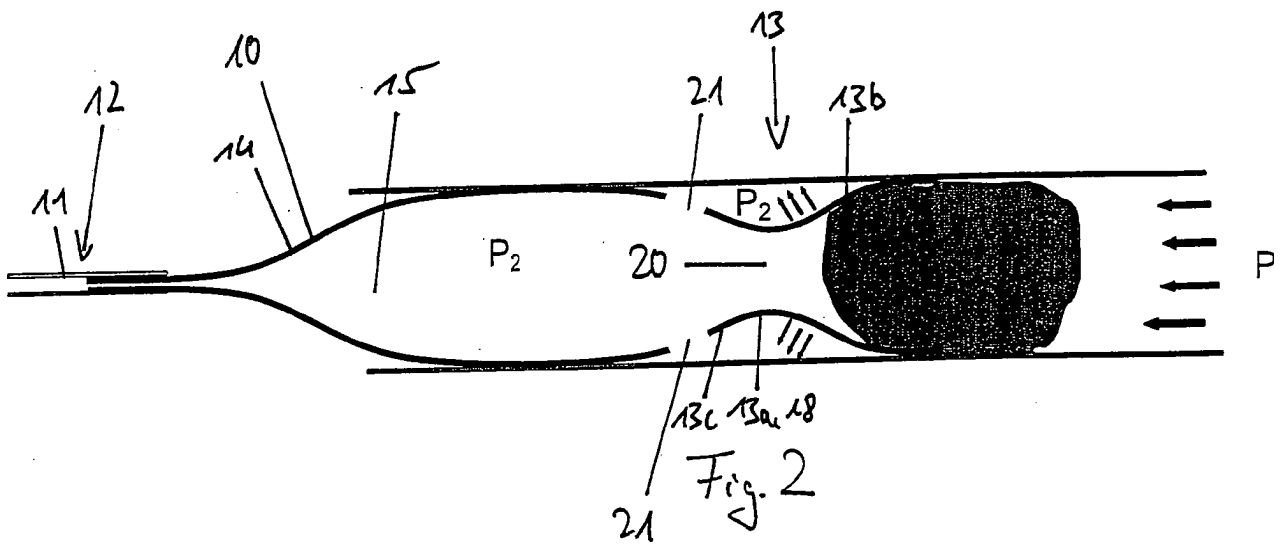
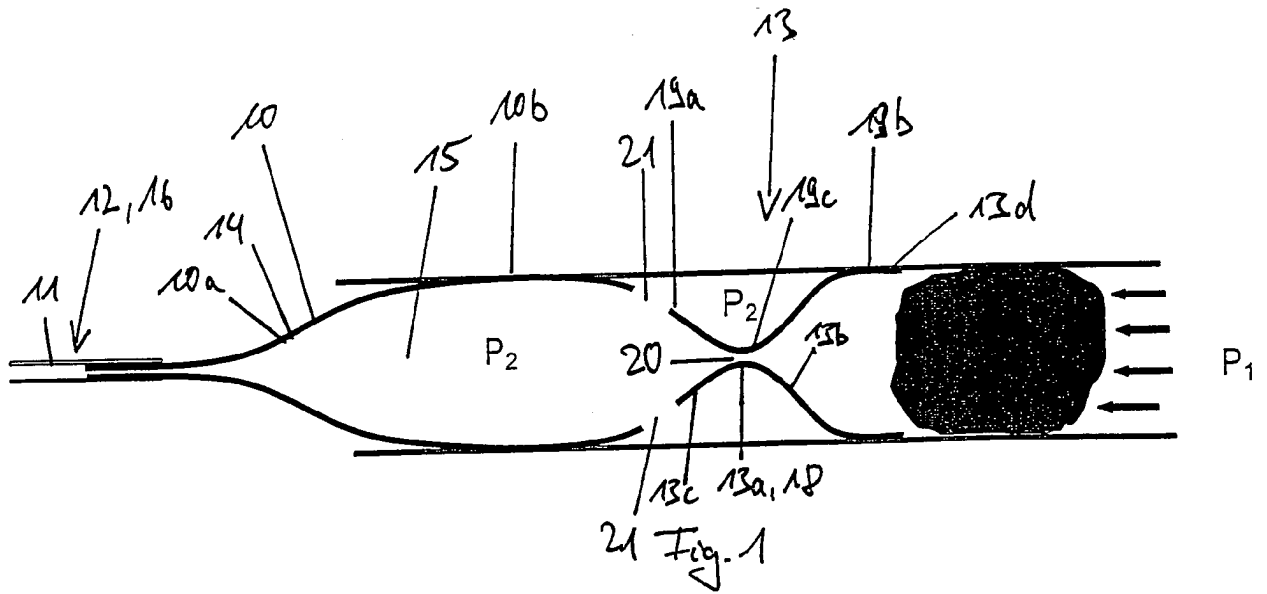
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (23) einen distalen Endabschnitt (13d) aufweist, der radial nach außen geformt ist derart, dass der Einlassbereich (13b) im Wesentlichen trompetenartig ausgebildet ist.

25. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Aufnahmeelement (10) einen proximalen Dichtungsabschnitt (25) umfasst, der einen größeren Querschnittsdurchmesser als ein zylindrischer Abschnitt (10b) des Aufnahmeelements (10) aufweist.

26. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Verschlussmittel (13) wenigstens zwei Verjüngungen (18, 18', 18'') umfasst, die koaxial zueinander angeordnet sind, wobei eine proximal angeordnete Verjüngung (18', 18'') eine kleinere Querschnittsfläche aufweist als eine distal angeordnete Verjüngung (18), die eine kleinere Querschnittsfläche aufweist als ein an einem distalen Ende des Verschlussmittels (13) angeordneter Einlassbereich (13b).

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



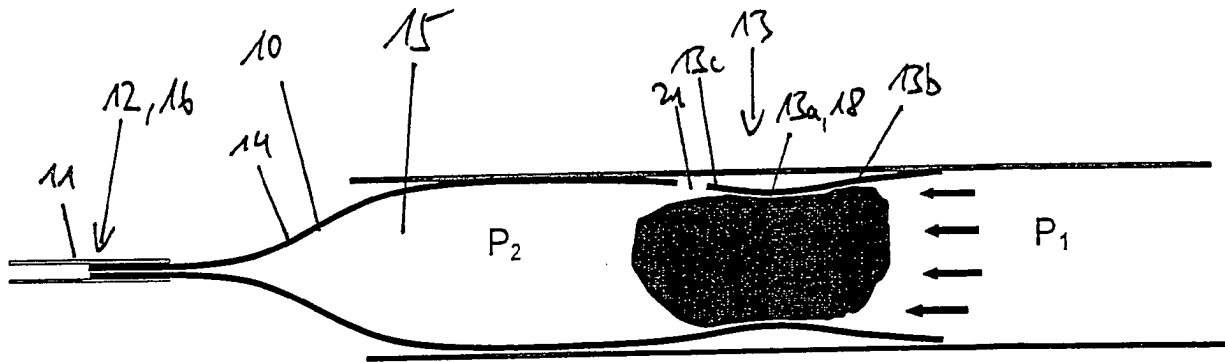


Fig. 3

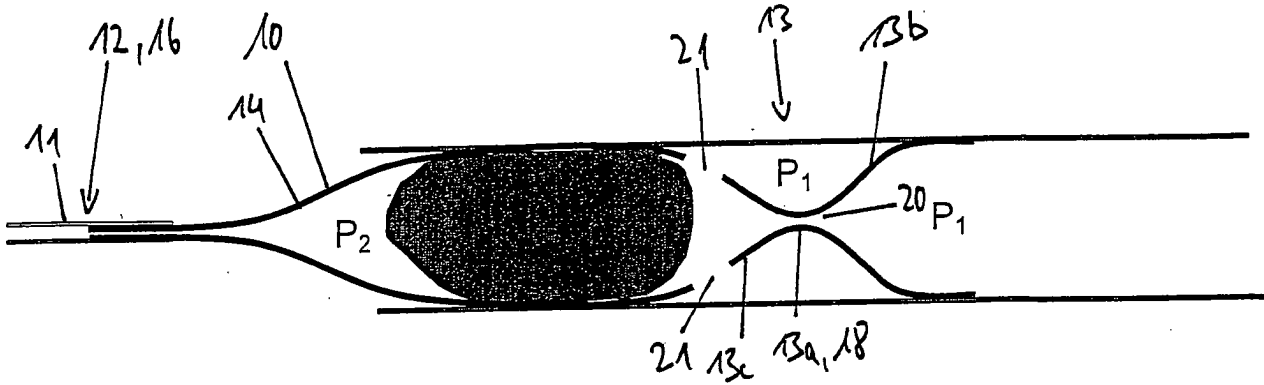
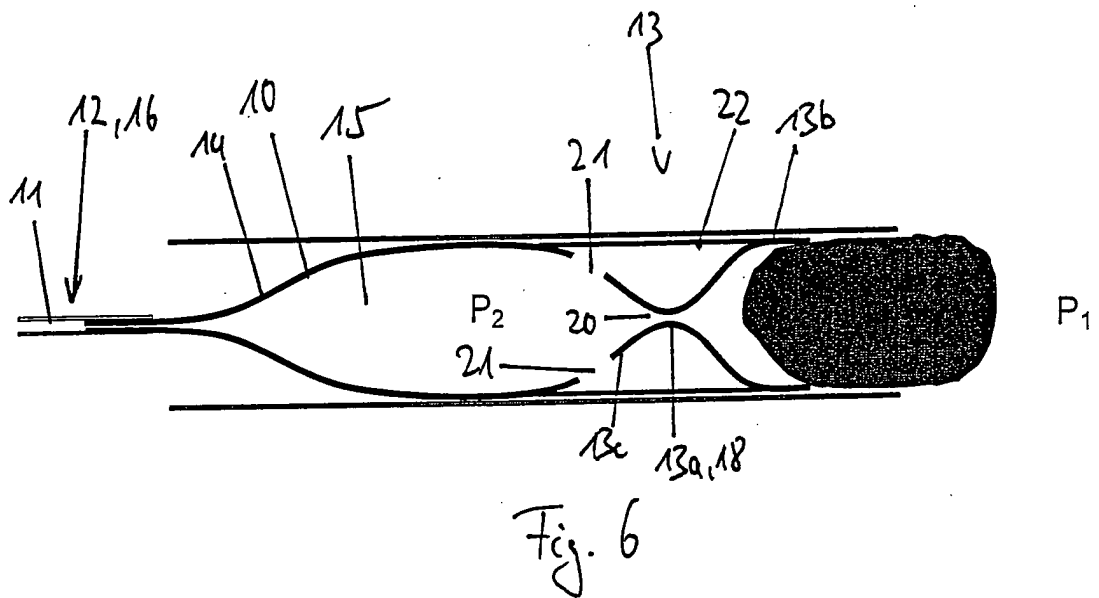
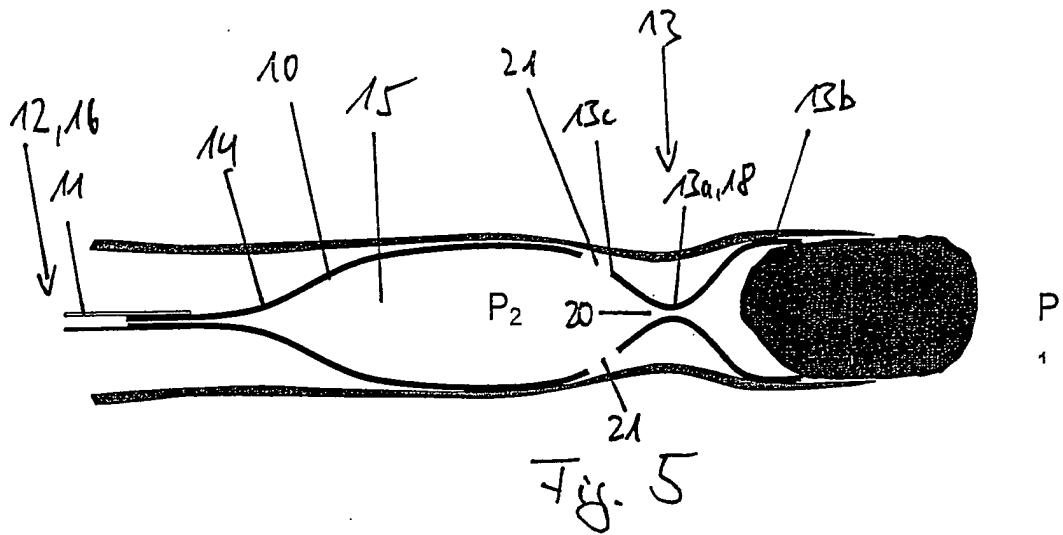


Fig. 4



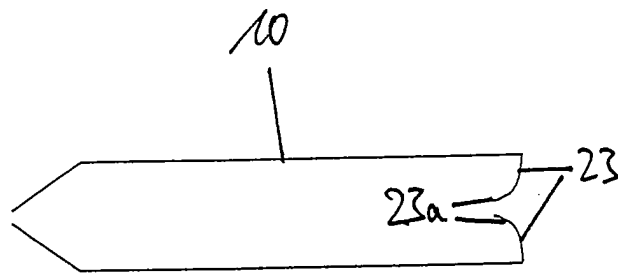


Fig. 7

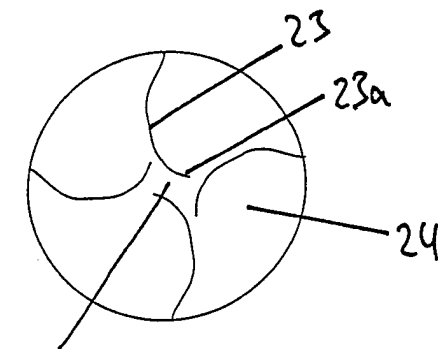


Fig. 8

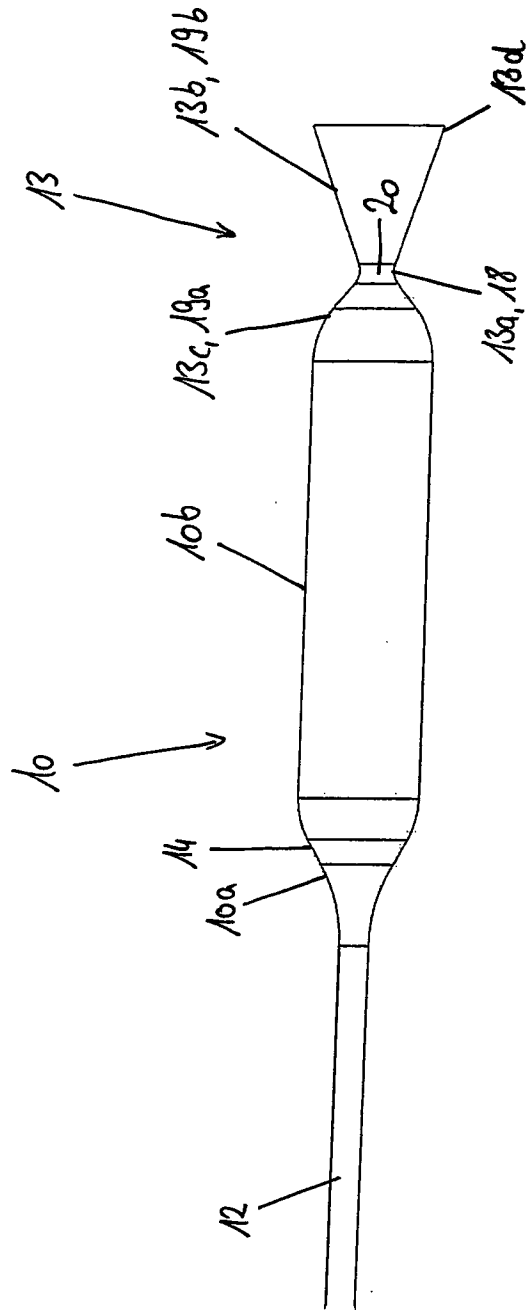


Fig. 9

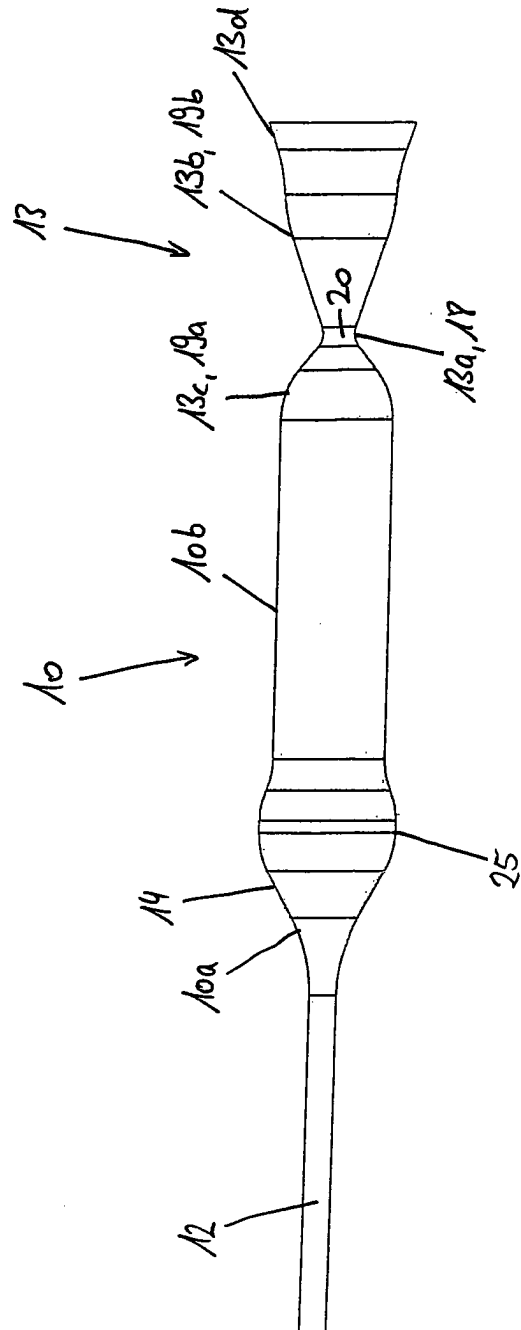


Fig. 10



