

BESCHREIBUNG**5 VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM DRUCKKONTROLLIERTEN HANDHABEN EINES FLUIDES, INSBESONDERE FÜR MEDIZINISCHE ANWENDUNGEN**

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum
10 druckkontrollierbaren Handhaben eines Fluides. Die Vorrichtung
ermöglicht insbesondere eine vergleichmäßigte und kontrollierte,
insbesondere druckkontrollierte Injektion eines Fluides, welches eine
Flüssigkeit oder ein Gas sein kann. Auch kann die Vorrichtung auf
verschiedene Weise als Sonde zum Einführen von Kanülen und beim
15 Setzen von Kathetern eingesetzt werden. Insbesondere betrifft die
Erfindung die Weiterbildung einer Spritze für medizinische Zwecke.
Bevorzugtes Anwendungsgebiet ist die Anästhesie.

Bekannte Vorrichtungen zum Handhaben eines Fluides, insbesondere
20 Spritzen, weisen einen Behälter zur Aufnahme und Abgabe eines Fluides
mit einem in den Behälter einschiebbaren Kolben auf, der zur Innenwand
des Behälters durch Dichtmittel abgedichtet ist. Sie werden zumeist dort
eingesetzt, wo ein Fluid für eine gewisse Zeit bevorratet wird, bevor man
es einsetzt. Außer um medizinische Anwendungen kann es sich dabei um
25 eine Vorrichtung zur Schmierung von Bauteilen, aber ebenso auch um
eine Vorrichtung zum genauen druckkontrollierten Dosieren eines Fluides
handeln. Bei derartigen Anwendungen sind neben der Dosiermenge der
Druck des Fluides bei seiner Injektion, seine Druckänderung oder auch
die Geschwindigkeit der Fluidinjektion von Bedeutung. Diese Parameter
30 müssen oftmals eingestellt und kontrolliert werden, um beispielsweise
Schäden bei der Injektion des Fluides zu vermeiden.

Im folgenden soll anhand einer Spritze die Funktion und der Einsatz einer bekannten Vorrichtung am Beispiel der Spinalanästhesie erläutert werden.

- 5 Ein bei Spinalanästhesien häufig zu beobachtender, in der Regel rasch einsetzender Blutdruckabfall mit reflektorischer Tachykardie - aufgrund einer Blutgefäßerweiterung infolge der Blockade von präganglionären sympathischen Nervenfasern (= Sympathikolyse) - ist eine unerwünschte, im Einzelfall auch nicht ungefährliche Komplikation dieses
- 10 Anästhesieverfahrens. Eine besser zu steuernde und in ihrer Ausbreitung kalkulierbare Spinalanästhesie und eine dadurch erreichbare bessere Kreislaufstabilität gerade bei herz-kreislaufkranken Patienten ist daher Wunsch jedes Regionalanästhesisten.
- 15 Die alleinige Verwendung sogenannter hyperbarer Lokalanästhetika, die durch Zusatz von Glukose schwerer als der Liquor sind und sich somit im Liquorraum im Gegensatz zu den isobaren Lokalanästhetika vorzugsweise in die tief liegenden Bereiche verteilen, führt in der klinischen Praxis nicht - wie zu erwarten - zu einer besseren
- 20 Steuerbarkeit einer Spinalanästhesie.

Eigene in-vitro-Untersuchungen haben gezeigt, daß die heute üblichen Injektionstechniken bei Verwendung dünner Spinalnadeln eine erhebliche Verwirbelung des Lokalanästhetikums im Liquorraum mit der Folge einer

25 vollständigen oder zumindest weitgehenden Durchmischung auch hyperbarer Lokalanästhetika mit dem Liquor bedingen. Diese Injektionstechniken sind nicht geeignet, den Liquor verwirbelungsarm bzw. -frei mit einem hyperbaren Lokalanästhetikum zu unterschichten und so eine notwendige Voraussetzung zu schaffen, um durch geeignete

30 Lagerungsmanöver des Patienten die Ausbreitung der Anästhesie zu

beeinflussen. Durch den bei hohen Injektionsgeschwindigkeiten resultierenden Injektionsstrahl sind darüberhinaus auch Nervenirritationen oder sogar -traumatisierungen vorstellbar.

- 5 Insbesondere eine langsame und gleichmäßige Injektion kann bei Verwendung dünner Spinalnadeln, bei denen es im Vergleich zu dickeren Spinalnadeln bei gleicher Injektionsgeschwindigkeit schneller zu einem turbulenten Injektionsstrahl kommt, Verwirbelungen des Lokal-
- 10 anästhetikums im Liquor und mögliche Nervenirritationen bzw. -traumatisierungen durch den Injektionsstrahl vermeiden. Bei Verwendung dünner Spinalnadeln ist eine solche langsame und gleichmäßige Injektion mit einer konventionellen Spritze von Hand nicht zu leisten, da aus minimalen Lastwechseln auf dem Spritzenkolben (= Änderungen des durch den Finger einwirkenden Druckes) Ungleichmäßigkeiten des
- 15 Injektionsstrahles resultieren, die zu Verwirbelungen des Lokal-anästhetikums im Liquor führen.

Bekannt ist, daß sich bei einer langsamen Injektion eine gewisse Vergleichmäßigung der Injektionsgeschwindigkeit durch eine Luftdämpfung

20 erreichen läßt. Hierzu werden in eine Spritze zusätzlich zum Lokalanästhetikum einige Milliliter Luft aufgezogen; mittels eines Drei-Wege-Hahnes (als 90-Grad-Umlenkung) wird die Spritze senkrecht an die Spinalnadel gesetzt, so daß sich die Luft bei der Injektion zwischen dem Lokalanästhetikum und dem Kolben befindet. Der Kolben wird

25 nachfolgend gerade immer soweit eingeschoben, daß man ein langsames Sinken des Lokalanästhetika-Spiegels in der Spritze beobachten kann.

Aufgrund einer nur wenige Millimeter messenden Distanz zwischen den Nervenfasern der linken zu den Nervenfasern der rechten Körperhälfte

30 ist eine "echte" d.h. motorisch, sensibel und vegetativ (insbesondere

- sympathisch) einseitige Spinalanästhesie die klinische Anwendung, an der die Leistungsfähigkeit einer bestimmten Technik bzw. bestimmter Vorrichtungen und Hilfsmittel hinsichtlich der damit erreichbaren Steuerbarkeit und Kalkulierbarkeit einer Spinalanästhesie untersucht werden kann. Ein Verfahren, das die Anlage einer "echten" einseitigen Spinalanästhesie ermöglicht, ist auch geeignet, die Steuerbarkeit und somit die Sicherheit bei der konventionellen, beidseitigen Spinalanästhesie zu erhöhen.
- 10 Eine eigene klinische Studie zeigt, daß durch eine, wie oben geschildert, luftgedämpfte, langsame und gleichmäßige Injektion (ca. 0,5 ml/min) eines hyperbaren Lokalanästhetikums unter Verwendung einer dünnen Spinalnadel mit seitlich liegender Austrittsöffnung (27 G Whitacre) bei einem seitlich liegenden Patienten motorisch und sensibel strikt oder
- 15 zumindest weitgehend einseitige Blockaden möglich sind, dabei unerwünschte Sympathikolyse-Effekte auf der nicht zu betäubenden Seite minimiert oder sogar gänzlich vermieden werden können und das Niveau der Spinalanästhesie durch Lagerung des Patienten besser als bislang steuerbar wird.
- 20 Der Zeitbedarf für eine solche Injektion ist größer, aber durch kürzere Anschlagzeiten hinsichtlich der Ausbildung der sensiblen und motorischen Blockade läßt sich in der Summe Zeit gewinnen. Die bisherigen Ergebnisse machen es vorstellbar, daß durch ein gezieltes Einbringen des
- 25 Lokalanästhetikums in den Liquorraum die notwendige Lokalanästhetika-Menge reduziert werden kann (geringeres Volumen bzw. niedrigere Konzentration). Diese Injektionstechnik scheint auch bei einem Glukosezusatz niedrigerer Konzentration als bislang in hyperbaren Lokalanästhetika üblich noch eine sichere Unterschichtung des Liquors
- 30 mit dem Lokalanästhetikum zu erlauben, so daß ein Arbeiten mit einem

hyperbaren aber isoosmolaren Lokalanästhetikum möglich wird. Unerwünschte Hyperosmolaritätseffekte an den Nervenfasern ließen sich so ausschließen.

- 5 Die geschilderte Behelfslösung für eine luftgedämpfte Injektion erweist sich zwar als tauglich, nötigt aber zu einem unergonomischen, umständlichen Arbeiten mit einer unhandlichen Konstruktion aus Spinalnadel, Drei-Wege-Hahn und Spritze. Von daher ist eine Vorrichtung, insbesondere eine Spritze wünschenswert, die ergonomisch
10 und in gewohnter Weise zu handhaben ist und bei sicherer Kontrolle über den Injektionsdruck eine langsame und gleichmäßige beziehungsweise vergleichmäßigte Injektion des Lokalanästhetikums ermöglicht.

Heute vorhandene Spritzen mit in bzw. an den Kolben ein- bzw.
15 angebrachten Gummi- oder Federelementen (DE 27 14 818 A1, DE 32 00 651 A1) vermögen den Injektionsdruck mehr oder weniger genau anzuzeigen, schaffen aber nur sehr bedingt eine, z.B. im Rahmen einer Spinalanästhesie, gewünschte Vergleichmäßigung des Injektionsdruckes insbesondere kleiner, kurzfristig auf den Kolben der Spritze einwirkender
20 Druckänderungen. Der teilweise komplexe Aufbau solcher Spritzen und eine notwendigerweise präzise und somit teure Fertigung schließen den Einsatz solcher Spritzen als sterile Einmalartikel - wie bei bestimmten Anwendungen, z.B. der Spinalanästhesie, heute als Hygiene-Standard gefordert - nahezu aus.

25

Eine Spritze mit Kolbendruckdämpfung (siehe nicht vorveröffentlichte deutsche Patentanmeldung P 44 28 467.5) leistet, wie eigene in-vitro-Untersuchungen gezeigt haben, eine Vergleichmäßigung des Injektionsdruckes und ermöglicht langsame und gleichmäßige Injektionen
30 einer Flüssigkeit (z.B. Lokalanästhetikum) aus freier Hand. Durch zwei

im Spritzenzylinder hintereinander geschaltete, voneinander durch Luft vollständig getrennte Kolben wirkt sich der auf dem hinteren Kolben (= Kompressionskolben) lastende Druck des Fingers durch die zwischen den Kolben befindliche komprimierte Luft immer gedämpft auf den vorderen Kolben (= Injektionskolben) aus. Durch Volumenveränderung der zwischen den Kolben befindlichen Luft und Nutzung der Länge des vorderen Kolbens als indirektes Maß für die maximal zulässige und aufrechtzuerhaltende Kompression - unter Vermeidung des direkten Kontaktes der beiden Kolben - kann die gewünschte Injektionsgeschwindigkeit eingestellt und gehalten werden. Die präzise Funktion dieser Spritze setzt einen über den gesamten Verschiebeweg der Kolben exakt maßhaltigen Spritzenzylinder und für eine bestimmte Injektionsgeschwindigkeit ein bestimmtes Luftvolumen zwischen den Kolben voraus. Diese relativ hohen Fertigungsanforderungen bedingen einen, verglichen mit in Massenproduktion gefertigten low-cost-Einwegspritzen, deutlich höheren Preis einer solchen Spritze mit Kolbendruckdämpfung.

Die momentan verfügbare Lösung für das Problem einer langsamen und gleichmäßigen Injektion ist eine auch bei kleinen Förderraten präzise laufende Injektionspumpe. Solche Pumpen sind technisch ebenfalls sehr aufwendig, dadurch in Anschaffung und Wartung teuer und - bezogen auf die Situation bei einer Spinalanästhesie - in der Handhabung zu umständlich und zu zeitaufwendig.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines Verfahrens und einer Vorrichtung, mit der ein Fluid druckkontrollierbar gehandhabt werden kann, insbesondere bei Injektionen und anderen medizinischen Maßnahmen am menschlichen Körper.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 bzw. mit einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 6 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den jeweils abhängigen Ansprüchen oder
5 durch Kombinationen der Merkmale aus diesen Ansprüchen.

Die Erfindung schafft ein Verfahren zur druckkontrollierbaren Handhabung eines Fluides, wobei

- 10 - das in einem Behälter von variablem Volumen befindliche Fluid durch einen auf das Fluid einwirkenden Druck an einem Austritt mit diesem Druck zur Verfügung gestellt wird,
- der Behälter mit einem Meßkanal von vorgegebenem Querschnitt in Verbindung steht,
- 15 - der Meßkanal mit einem Puffer von vorgegebenem Volumen kommuniziert,
- der Meßkanal und der Puffer mit einem kompressiblen Medium gefüllt sind,

so daß das Fluid entsprechend dem einwirkenden Druck, dem Querschnitt
20 des Meßkanales und der Größe des Volumens des Puffers zumindest teilweise in den Meßkanal eindringt.

Entsprechend wird auch eine Vorrichtung geschaffen zum druckkontrollierbaren Handhaben eines Fluides, mit

- 25 - einem Behälter von variablem Volumen zur Aufnahme eines Fluides,
- einer Druckerzeugungseinrichtung zur Erzeugung eines auf das Fluid einwirkenden Druckes,
- einem Austritt zum Einlaß und/oder Auslaß des Fluides,
- einem Meßkanal von vorgegebenem Querschnitt, der mit
30 dem Behälter in Verbindung steht,

- einem Puffer von vorgegebenem Volumen, der mit dem Meßkanal kommuniziert,
wobei der Meßkanal und der Puffer mit einem kompressiblen Medium gefüllt sind.

5

Nachfolgend sollen die Erfindung anhand der Funktionsweise einer erfindungsgemäßen Spritze und verschiedene Verfahren für das Arbeiten mit dieser Spritze erläutert werden. Die Erfindung ist jedoch nicht nur auf diese bevorzugten Ausführungsformen und die dargestellten
10 Anwendungsbereiche beschränkt, sondern kann auf andere, vergleichbare, insbesondere auch nichtmedizinische Bereiche mit gleich- oder ähnlich gelagerten Problemen angewendet werden.

Die Vorrichtung ist eine Spritze für die Spinalanästhesie, mit der ein
15 Lokalanästhetikum, insbesondere durch dünne Spinalnadeln, ohne zusätzlichen technischen oder personellen Aufwand von Hand langsam und gleichmäßig in den Liquor injiziert werden kann, um so Verwirbelungen des Lokalanästhetikums mit der daraus resultierenden unerwünschten und unkalkulierbaren Ausbreitung der Spinalanästhesie und
20 Traumatisierungen von Nervenfasern durch den Injektionsstrahl zu vermeiden. Die Spritze ist produktionstechnisch einfach und auch auf schnell laufenden Automaten mit ausreichender Präzision in Massenproduktion kostengünstig herstellbar.

25 Die Spritze weist in einer vorteilhaften Ausführungsform eine Dämpfungs- und Druckmeßeinrichtung auf, welche einen im Kolben der Spritze liegenden Puffer (mit einem kompressiblen Medium gefüllten Hohlraum) mit festem oder variablem Volumen und einen von der im Spritzenzylinder befindlichen Seite des Kolbens in diesen Puffer führenden,
30 zentrisch oder exzentrisch im Puffer liegenden, zu beiden Seiten hin

offenen Meßkanal enthält. Der Puffer und der Meßkanal sind mit einem kompressiblen Medium, insbesondere Luft unter Umgebungsdruck, gefüllt.

Durch Zurückziehen des Kolbens wird der durch Außenwand der Spritze und Boden des Kolbens gebildete Behälter vergrößert und es entsteht im Spritzenzylinder ein Unterdruck, durch den eine Flüssigkeit, z.B. ein Lokalanästhetikum, genauso schnell wie bei einer konventionellen Spritze in den Spritzenzylinder aufgezogen werden kann.

Beim Entlüften der beispielsweise senkrecht gehaltenen Spritze verschließt nun die in den Spritzenzylinder aufgezogene Flüssigkeit die vordere, der Flüssigkeit zugewandte erste Öffnung des in den Puffer des Kolbens führenden Meßkanales. Diese Öffnung des Meßkanales darf dabei, abhängig von der Viskosität der Flüssigkeit, einen bestimmten Durchmesser nicht überschreiten, da beim Entlüften der Spritze die Flüssigkeit sonst in den Meßkanal laufen kann. Bei einem nicht zu großen Durchmesser von z.B. nicht mehr als 1 bis 3 mm² der vorderen Öffnung des Meßkanales reicht die Oberflächenspannung der Flüssigkeit für den Verschuß. Zusätzliche Trennungsmittel, z.B. ein elastischer Stopfen oder ein Tropfen Öl, werden aber bei einer Injektion eines Gases gemäß einer vorteilhaften Weiterentwicklung der Spritze verwendet. Die Trennungsmittel sind dabei so auszuwählen, daß der Dämpfungseffekt und die Druckmeßgenauigkeit sich nur wenig ändern. Sie sollten so leicht im Meßkanal verschiebbar sein, daß ihre Reibung gegenüber den sonst auftretenden Kräften vernachlässigbar ist.

Durch Abschluß der im Meßkanal und Puffer des Kolbens befindlichen Luft entsteht bei dieser Spritze gleichzeitig ein Dämpfungselement und eine Druckmeßeinrichtung im Kolben.

Überschreitet nun beim Einschieben des Kolbens in den Spritzenzylinder, d. h. beim Verkleinern des Behälters, der Druck, mit dem die Flüssigkeit durch eine kleinumige Kanüle mit relativ hohem Durchflußwiderstand gespritzt wird, einen bestimmten Betrag, so wird die Flüssigkeit teilweise
5 in den Meßkanal - aufgrund des hier vergleichsweise niedrigeren Durchflußwiderstandes - gedrückt. Dadurch kommt es zu einer Verdrängung der im Meßkanal befindlichen Luft und somit einer Kompression der im Meßkanal und Puffer befindlichen Luft. Wird nun nachfolgend dieser Druck, durch den ein bestimmter Kompressionsgrad
10 der Luft erreicht wurde, unterschritten, so wird die in den Meßkanal eingedrungene Flüssigkeit unter Dekompression der komprimierten Luft im Meßkanal und Puffer wieder aus dem Meßkanal herausgedrückt.

Einerseits werden so plötzliche Änderungen des auf den Kolben und
15 somit auf die Flüssigkeit einwirkenden Druckes - wie bei einer Injektion von Hand bei zu schnellem Einschieben des Kolbens in den Spritzenzylinder nicht zu vermeiden - wirkungsvoll gedämpft. Dabei wird durch den direkten, kraftschlüssigen Kontakt der Flüssigkeit zur Luft als dämpfendes, weil kompressibles Medium ein ausgeprägter Dämpfungseffekt
20 erreicht. Andererseits wird der Fluß der Flüssigkeit durch eine auf den Kanülenansatz der Spritze aufgesteckte kleinumige Kanüle vergleichmäßigt.

Durch geeignete Dimensionierung des Kolbens an der in den
25 Spritzenzylinder eingeschobenen Seite, durch am Kolben angebrachte Dichtmittel, z.B. eine zirkuläre Dichtlippe, oder andere geeignete Mittel wird in einer weiteren günstigen Ausführungsform ein großer Verschiebewiderstand erzielt. Dieser soll einerseits ein weitgehend ruckfreies Einschieben des Kolbens in den Spritzenzylinder gestatten,
30 andererseits muß durch diesen Verschiebewiderstand sichergestellt sein,

daß auch bei Entlastung, insbesondere vollständiger Entlastung durch den Finger, der Kolben seine Einschiebtiefe behält und nicht durch die komprimierte Luft im Meßkanal und Puffer im Spritzenzylinder zurückgedrückt wird. Der Einsatz einer derartigen Spritze vermeidet eine
5 zu schnelle Flußverlangsamung der Flüssigkeit durch die Kanüle. Der Verschiebewiderstand ist in einer günstigen Weiterbildung auch so dimensionierbar, daß ein gewisses Spiel der Einschiebtiefe des Kolbens bei Druckentlastung zugelassen wird.

- 10 Die für eine langsame und gleichmäßige bzw. vergleichmäßigte Injektion wichtige Dämpfungseigenschaft einer erfindungsgemäßen Spritze wird durch einen relativ hohen Durchflußwiderstand, z.B. einer kleinumigen Kanüle, gegen den die Flüssigkeit injiziert wird, und durch einen vergleichsweise niedrigen Durchflußwiderstand zumindest eines Teils des Meßkanales
15 begünstigt. Der Meßkanal mündet günstigerweise an seinem einen, dem hinteren Ende in den Puffer des Kolbens. Ein auf den Kanülenansatz des Spritzenzylinders gestecktes Durchflußreduzierstück, das den notwendigen, relativ hohen Durchflußwiderstand schafft, ermöglicht den Einsatz einer erfindungsgemäßen Spritze auch bei großlumigen Kanülen, die einen
20 relativ großen Innendurchmesser und somit einen - für eine einwandfreie Funktion der Spritze - zu kleinen Durchflußwiderstand bieten.

Während der Injektion einer Flüssigkeit resultiert der Druck, mit dem die Flüssigkeit injiziert wird, bei einer Spritze mindestens aus zwei in ihrem
25 Einzelbetrag, zu verschiedenen Zeitpunkten, variablen, aber in der Summe nahezu gleichbleibenden Teildrücken: Durch das Einschieben des Kolbens in den Spritzenzylinder lastet der Druck des Fingers direkt auf der im Spritzenzylinder befindlichen Flüssigkeit. Andererseits führt ein zu großer direkter Druck, beispielsweise bei einem raschen Einschieben des Kolbens,
30 zu einem Eindringen der Flüssigkeit in den Meßkanal und einer

Kompression der im Meßkanal und im Puffer des Kolbens befindlichen Luft. Hier baut sich dadurch ein Druck auf, der erst bei Nachlassen des auf dem Kolben lastenden Druckes des Fingers für die Injektion der Flüssigkeit wirksam werden kann und insofern als indirekter Druck bezeichnet wird. Schiebt man den Kolben sehr schnell in den Spritzenzylinder, erfolgt die Injektion der Flüssigkeit zu diesem Zeitpunkt hauptsächlich durch einen direkten Druck; entlastet hingegen der Finger den Kolben vollständig, wird die im Spritzenzylinder befindliche Flüssigkeit durch einen indirekten Druck - unter Dekompression der im Meßkanal und Puffer des Kolbens vorhandenen komprimierten Luft - injiziert.

Der jeweils auf die Flüssigkeit wirkende Druck kann in einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung am Meßkanal beobachtet oder gemessen werden (weiter in den Meßkanal laufende Flüssigkeit = zunehmender Druck; zurücklaufende Flüssigkeit = fallender Druck). Mittels einer für einen bestimmten Durchflußwiderstand, z.B. einer kleinumigen Kanüle, geeichten, beispielsweise auf oder über dem Meßkanal angebrachten Skala kann der Druck aus der Position der Grenzschicht zwischen Flüssigkeit und kompressiblem Medium (Meniskus) als Absolutwert oder direkt die Injektionsgeschwindigkeit - nach Ermittlung der bei Verwendung einer bestimmten Kanüle und bestimmter Flüssigkeitsstände im Meßkanal resultierenden unterschiedlichen Injektionsgeschwindigkeiten - angegeben werden.

25

Eine gute Ablesbarkeit einer solchen Skalierung ist mittels eines hochtransparenten Werkstoffes, insbesondere Kunststoff, erzielbar. Da bei einem mittig im Puffer angeordneten Meßkanal der Flüssigkeitsstand bei einer klaren Flüssigkeit durch insgesamt drei Kunststoffschichten erkannt werden muß, ist es vorteilhaft, den Meßkanal exzentrisch im Puffer

30

anzuordnen, also an die Wand des Kolbens zu legen. Daraus folgt, daß der Flüssigkeitsstand im Meßkanal vor allem aus einer Richtung gut und sicher beobachtet werden kann. Wählt man für den Meßkanal einen ovalen Querschnitt, so ist der Flüssigkeitsspiegel von der breiteren Seite
5 des Meßkanales betrachtet unter Umständen, z.B. bei geeigneter Lichtbrechung durch die wie eine Lupe wirkende ovale Geometrie, besser erkennbar, ohne daß dadurch das Volumen des Meßkanales zunehmen muß.

10 Eine günstige Lösung ist es, den Meßkanal in die Wand des Kolbens zu integrieren oder von außen in eine Rinne des Kolbens zu legen, so daß der Flüssigkeitsstand im Meßkanal in diesem Fall nur durch zwei Kunststoffschichten zu beobachten ist. Ein weiterer Vorteil dieser Lösung besteht darin, daß durch Parallaxe bedingte Ablesefehler des
15 Flüssigkeitsstandes an einer von außen auf den Kolben aufgebrachten Skalierung minimiert werden. Diese ist produktionstechnisch einfach und billig herzustellen.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung sieht zusätzlich
20 im Spritzenzylinder eine längliche Aussparung vor. In diesem Fall ist der Flüssigkeitsstand durch nur eine Kunststoffschicht noch besser zu erkennen.

Neben einer Strich-Skalierung sind auch verschiedenfarbige Ring- oder
25 Balkenmarkierungen (z.B. grün = korrekte Injektionsgeschwindigkeit, gelb = noch korrekte Injektionsgeschwindigkeit, rot = zu schnelle Injektionsgeschwindigkeit) oder auch unterschiedliche Querschnitte des Meßkanales als Kennzeichnung bestimmter Injektionsgeschwindigkeitsbereiche vorstellbar.

Das Einhalten einer bestimmten, beispielsweise maximal zulässigen Injektionsgeschwindigkeit kann dadurch definiert sein, daß der Flüssigkeitsstand im Meßkanal eine bestimmte Marke nicht überschreiten darf oder die Flüssigkeit den Meßkanal zwar vollständig füllen, aber nicht
5 aus dem Meßkanal abtropfen darf. Bei dieser einfacheren Arbeitsvorschrift ist eine korrekte, d.h. nicht zu schnelle Injektion im nachhinein gut zu überprüfen: Ein Tropfen der Flüssigkeit im Puffer zeigt einen Injektionsfehler an.

10 Eine Messung der bisher genannten und weiterer Parameter ist ebenfalls durch Einsatz von anderen, z.B. induktiven, opto-elektronischen oder piezo-elektrischen Meßeinrichtungen möglich. Die Parameter können dann eingestellt, kontrolliert, gesteuert oder auch geregelt werden, je nachdem, welche Bedingungen mittels der Erfindung eingehalten werden sollen.

15

Eine schrittweise Erhöhung des auf dem Kolben lastenden Druckes um den jeweils gleichen Betrag hat aufgrund der zunehmenden Kompression der Luft im Meßkanal und Puffer kleinere Veränderungen des Flüssigkeitsstandes im Meßkanal zur Folge: Bei einem kleinen Volumen
20 im Puffer und einem relativ großen Volumen im Meßkanal kann man somit einen relativ großen Druckbereich über eine relativ kurze Skala erfassen; hierbei werden die Druckänderungen bei noch geringer Kompression der Luft im Meßkanal und Puffer empfindlich und mit zunehmender Kompression unempfindlicher angezeigt. Hingegen sind bei
25 einem relativ großen Volumen im Puffer und Auslegung des Meßkanales als lange Kapillare selbst kleine Druckänderungen sehr empfindlich zu erfassen, da diese eine deutliche Änderung des Flüssigkeitsstandes im Meßkanal bewirken.

30 Eine effektive Dämpfung plötzlicher, durch den Finger auf den Kolben

einwirkender, direkter Druckanstiege und ein vergleichmäßiger Fluß der Flüssigkeit durch eine kleinumige Kanüle mit einer bei kurzfristiger Entlastung des Kolbens durch den Finger nur langsam abnehmenden Injektionsgeschwindigkeit erfordert bei einer erfindungsgemäßen Spritze
5 einen, im Vergleich zum Durchflußwiderstand der an den Kanülenansatz des Spritzenzylinders angesetzten Kanüle, relativ kleinen Durchflußwiderstand eines Teiles des Meßkanales, beispielsweise der vorderen, ersten Meßkanalöffnung, und ein relativ großes Dämpfungsvolumen im Meßkanal und/oder Puffer. Um eine sichere
10 Kontrolle über die Injektionsgeschwindigkeit zu haben, müssen dabei Änderungen des auf der Flüssigkeit lastenden Druckes immer ausreichend deutliche, d.h. gut erkennbare Veränderungen des Flüssigkeitsstandes im Meßkanal ergeben.

15 Das Verhältnis des Volumens im Meßkanal zu dem im Puffer hat Einfluß auf das Dämpfungsverhalten einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, insbesondere einer Spritze. Bei einem relativ großen Volumen im Puffer wird die Luft bei einer bestimmten Zunahme des Flüssigkeitsvolumens im Meßkanal weniger stark komprimiert als bei einem kleinen Volumen im
20 Puffer. Bei Dekompression eines großen, schwach komprimierten Luftvolumens folgt ein langsames und in sich recht gleichmäßiges Zurückdrücken der Flüssigkeit aus dem Meßkanal; bei Dekompression eines kleinen, stark komprimierten Luftvolumens resultiert hingegen ein insbesondere anfänglich schnelleres und sich dann deutlich
25 verlangsamendes Zurückdrücken der Flüssigkeit aus dem Meßkanal. Das Dämpfungsvolumen besitzt somit auch die Funktion eines Puffers.

Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Spritze kann das Luftvolumen im Puffer des Kolbens durch unterschiedliche
30 Verschlußstücke in bestimmten Schritten bzw. durch ein im Kolben

bewegliches Verschlußstück in einem bestimmten Rahmen stufenlos variiert werden.

Dadurch kann das Dämpfungsverhalten der Spritze auf einfache Weise
5 verändert werden, die Spritze also "weicher" oder "härter" eingestellt werden. Bezogen auf den gleichen Flüssigkeitsstand im Meßkanal läßt sich so die Injektionsgeschwindigkeit bei gleichem Durchflußwiderstand, z.B. einer bestimmten Kanüle, verändern. Interessant ist auch die Möglichkeit, bei unterschiedlichen Durchflußwiderständen, z.B. durch verschiedene
10 Kanülen, eine gleichbleibende Injektionsgeschwindigkeit einzustellen. Dies minimiert die Produktionskosten: Zum einen behält eine Skalierung, beispielsweise auf bzw. über dem Meßkanal mit Angabe der Injektionsgeschwindigkeit, ihre Gültigkeit; zum anderen produziert man durch Einsatz verschiedener Verschlußstücke preiswert Spritzen bzw.
15 Spritzenkolben mit unterschiedlichsten Puffervolumina für beispielsweise unterschiedliche Kanülen.

Verschließt man durch ein geeignetes Verschlußstück die hintere, zweite
Öffnung des Meßkanales, also die Mündung des Meßkanales in den
20 Puffer des Kolbens, so dämpft der Kolben nur noch über das kleine, im Meßkanal befindliche Luftvolumen, somit also "sehr hart" und mißt den Druck entsprechend unempfindlicher. Bei einem sehr kleinen Luftvolumen im Meßkanal hat dies zur Folge, daß sich die Spritze nahezu wie eine konventionelle Spritze verhält. Ist das Luftvolumen im Meßkanal hingegen
25 etwas größer, so wird mit einer solchen Spritze, ohne die Notwendigkeit, einen zusätzlichen Spritzenkolben fertigen zu müssen, ein Arbeiten in zwei verschiedenen Dämpfungs- und Druckmeßbereichen möglich, die durch Verschieben eines geeigneten Verschlußstückes im Kolben gewählt werden können.

Erfindungsgemäß kann in den Kolben einer Spritze ein größerer, insbesondere wesentlich größerer Luftdämpfer integriert werden, ohne die Länge der Spritze, im Vergleich zu einer konventionellen, verändern zu müssen.

5

Bei Sterilisation der bekannten Spritzen können Bauelemente insbesondere durch wiederholte Hitze-Sterilisation beschädigt werden; die Verwendung von Metallteilen macht eine Sterilisation mit Gamma-Strahlen schwierig. Insbesondere innenliegende, durch entsprechende Dichtungen weitgehend
10 oder vollständig abgeschlossene Lufträume sind bei bestimmten Sterilisationsverfahren (Hitze, Äthylenoxid) problematisch. Hingegen kann eine erfindungsgemäße Spritze - wenn auch durch den verwendeten Kunststoff limitiert - prinzipiell jedem Sterilisationsverfahren unterzogen werden. Vorteilhaft dafür ist, daß das im Kolben befindliche Luftvolumen
15 erst durch Aufziehen der Flüssigkeit in den Spritzenzylinder abgeschlossen wird.

Da bei einer Sterilisation der Spritze die im Meßkanal und Puffer des Kolbens befindliche Luft zwangsläufig auch sterilisiert wird, wirft der
20 direkte Kontakt der Flüssigkeit mit dieser Luft kein hygienisches Problem auf. Im Vergleich zu einer Behelfslösung, bei der unsterile Raumluft verwendet wird, bietet eine Spritze auch in diesem Punkt größtmögliche Sicherheit für den Patienten.

25 Eine erfindungsgemäße Spritze ermöglicht ein ergonomisches, z.B. für einen Anästhesisten gewohntes und dadurch in der Anwendung am Patienten sicheres Arbeiten. Dies stellt im Vergleich zu einer unhandlicheren und umständlicheren Behelfslösung sicher, daß bei einer Spinalanästhesie über den Injektionszeitraum die korrekte Tiefenposition
30 der Spinalnadel nicht verlorengeht.

Eine erfindungsgemäße Spritze erfordert im wesentlichen keine Präzisionsteile. Der Kolben kann als einfaches Kunststoffspritzteil gefertigt werden. Die produktionstechnisch einfachste und zudem in der Anwendung flexibelste Lösung ist es, den Kolben einer Spritze als - bis
5 auf die vordere, erste Mündung des Meßkanales - einseitig verschlossenen Zylinder zu fertigen und dessen rückwärtige, offene Seite durch ein geeignetes Verschlußstück, z.B. aus Gummi oder Kunststoff, zu verschließen, so daß ein innenliegender Hohlraum als Puffer entsteht.

10 Eine zirkuläre, in den Kolben eingesetzte Dichtlippe, z.B. aus Gummi, schafft auch in einem, vom Durchmesser her nicht exakt maßhaltigen Spritzenzylinder einen ausreichend gleichmäßigen Verschiebewiderstand und verhindert ruckartige Bewegungen des Kolbens beim Einschieben. Eine einfache und kostengünstige Lösung ist es, bei der Fertigung des
15 Kolbens eine solche zirkuläre Dichtlippe direkt anzuspritzen, wie bei den Kolben sogenannter low-cost-Einwegspritzen üblich. Eine gute Dämpfung der möglichen abrupten Bewegungen eines solchen Kolbens beim Einschieben im Spritzenzylinder erfordert aber eine ausreichend große Auslegung des Dämpfungsvolumens im Meßkanal und Puffer.

20 Eine erfindungsgemäße Spritze kann auf schnell laufenden Automaten gefertigt werden. Das Problem der Wiederholgenauigkeit des zwischen den beiden Kolben einer Spritze mit Kolbendruckdämpfung eingeschlossenen Luftvolumens stellt sich nicht, da das Luftvolumen im Meßkanal und
25 Puffer des Kolbens nur im Bereich der Fertigungsungenauigkeit der beispielsweise für den Kolben benötigten Teile insbesondere bei Fertigung aus Kunststoff minimal und nicht relevant schwankt.

Diese Spritze ermöglicht aber nicht nur eine langsame und vergleich-
30 mäßigste Injektion eines Lokalanästhetikums bei der Spinalanästhesie,

sondern kann auch zur druckkontrollierten Injektion anderer Flüssigkeiten verwendet werden, z.B. beim "Blocken" eines transurethralen Katheters. Dabei wird mit Flüssigkeit ("physiologische" Kochsalzlösung) ein Ballon an der in der Blase liegenden Spitze des Katheters gefüllt. Kommt es nun, mittels der Spritze gut beobachtbar, zu einer ungewohnt hohen Drucksteigerung während der Katheter "geblockt" wird, ist dies ein Anhalt für eine Fehllage des Katheters. Sonst zu spät bemerkte Katheterfehlagen können so, gerade beim narkotisierten Patienten, frühzeitig erkannt und dadurch Verletzungen der Harnröhre vermieden werden.

10

Eine günstige Ausführung einer erfindungsgemäßen Spritze eignet sich auch zur ausschließlichen Druckmessung bzw. -kontrolle beispielsweise einer Flüssigkeit. Hierfür wird der Spritzenzylinder wie auch der Kanülenansatz der Spritze zunächst entlüftet und sichergestellt, daß der Kolben während der Messung nicht im Spritzenzylinder zurückrutschen kann, z.B. durch eine schwergängige zirkuläre Dichtlippe. Durch den zu messenden Druck, unter dem die Flüssigkeit steht, wird diese in den Meßkanal gedrückt. Man kann nun am Flüssigkeitsstand im Meßkanal wieder einen relativen oder aufgrund einer Kalibrierung auch absoluten Druckwert ablesen.

20

Durch eine Weiterentwicklung kann eine erfindungsgemäße Spritze auch zur druckkontrollierten Injektion eines Gases und, im Vergleich zu konventionellen Manometern, einfaches, kompaktes, ausreichend genaues und billiges Gas-Druckmeßinstrument verwendet werden, z.B. um einen "Cuff" (Ballon, mit dem ein in der Luftröhre platzierter Endotrachealtubus gegen die Luftröhrenwand abgedichtet wird) mit einem bestimmten Druck aufzublasen und diesen Druck auch weiter zu überwachen. Hierzu wird in die vordere, erste Öffnung des Meßkanales einer Spritze ein zur Wand des Meßkanales luftdicht schließendes, in diesem aber dennoch leicht

30

verschiebbares Trennungsmittel, z.B. ein elastischer Sotpfen, beispielsweise aus Gummi oder Tropfen Öl, eingebracht, das die zum Aufblasen des "Cuffs" in die Spritze aufgezugene Luft von der im Meßkanal und im Puffer des Kolbens befindlichen Luft trennt. Wird nun die im
5 Spritzenzylinder befindliche Luft komprimiert, so wird das Trennungsmittel im Meßkanal nach hinten gedrückt und dadurch das im Meßkanal und Puffer des Kolbens befindliche Luftvolumen komprimiert. Aus der Position des Trennungsmittels zu einer auf dem Meßkanal angebrachten Skala - das Trennungsmittel fungiert somit auch als Zeiger - ist der Druck
10 entweder als relativer oder, nach Eichung, auch absoluter Wert abzulesen. Durch Veränderung des Luftvolumens im Puffer des Kolbens kann auch bei dieser Spritze der Druckanzeigebereich feinfühlig eingestellt werden oder durch Verschuß der hinteren, zweiten Öffnung des Meßkanales mit einem geeigneten Verschußstück erheblich verändert werden.

15

Nach dem Prinzip einer in den Kolben integrierten Dämpfungs- und Druckmeßeinrichtung sind weitere Anwendungen möglich: Unter Verwendung eines Zylinders ohne Ausflußöffnung sind auch Dämpfungselemente, z.B. kleines Luftvolumen im Puffer des Kolbens,
20 relativ großes Luftvolumen im Meßkanal, oder auch Druckmeßinstrumente, z.B. großes Luftvolumen im Puffer, kleines Luftvolumen in einem langen und dünnen Meßkanal, einsetzbar.

Einsatzmöglichkeiten der Erfindung werden im folgenden aufgezeigt. Die
25 Darstellung der Erfindung in medizinischen Bereichen schränkt die Anwendung eines erfindungsgemäßen Verfahrens und einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in anderen Anwendungsbereichen nicht ein:

30 a. Spinalanästhesie: Eine druck- und somit

geschwindigkeitskontrollierte Injektion von Lokalanästhetika reduziert die Gefahr von Nervenschäden durch den Injektionsstrahl.

5 Eine gleichmäßige, insbesondere vergleichmäßigte Injektion von hyper- oder hypobaren Lokalanästhetika ermöglicht einseitige Spinalanästhesien.

10 Eine gleichmäßige bzw. vergleichmäßigte Injektion von hyperbaren Lokalanästhetika ermöglicht hinsichtlich der Anästhesieausbreitung besser zu steuernde beidseitige Spinalanästhesien, z.B. Sattelblockanästhesien.

15 b. Langsame und gleichmäßige Injektion eines Fluides, z.B. einem Medikament, die aufgrund ihrer Auswirkungen auf den Kreislauf oder einer stark gefäßreizenden Wirkung nicht schnell injiziert werden dürfen: z.B. Propofol = intravenöses Narkotikum; eine mikroprozessorgesteuerte Pumpe für das korrekte, d.h. nicht zu schnelle Spritzen der Narkosedosis kann entfallen.

20 c. Druckkontrollierte Injektion von Ultraschallkontrastmitteln ("micro-bubble"-Lösungen): Bei zu großem Injektionsdruck werden die kleinen Gasblasen zerstört.

25 d. Einsatz als Dosiervorrichtung, insbesondere Mikrodosiervorrichtung, z.B. Injektion kleiner Mengen eines Fluides, beispielsweise im medizinischen Bereich eines stark kreislaufwirksamen Medikamentes, "Vorfüllen" der Infusionsschenkel von zentralvenösen Kathetern: In den entsprechend groß- bzw. kleinvolumig ausgelegten Meßkanal wird zunächst bei verschlossener Austrittsöffnung des
30 Spritzenzylinders, z.B. durch einen Drei-Wege-Hahn, das zu

injizierende Flüssigkeitsvolumen (hoch)gespritzt. Nach Öffnen der Austrittsöffnung des Spritzenzylinders wird dann exakt das im Meßkanal befindliche Volumen bei kleinem Injektionswiderstand schnell ("Bolus") oder bei großem Injektionswiderstand, z.B. durch ein Durchflußreduzierstück, langsam injiziert.

- e. Die Spritze wird als "Druckfühler" benutzt, beispielsweise in der Periduralanästhesie: Gegen den vergleichsweise hohen intraligamentären Injektionswiderstand wird die Spritze (rückwärtig offener Meßkanal = großes Luftvolumen = low-pressure-Variante) durch Verschieben des Kolbens unter Druck gesetzt. Mit Erreichen des Periduralraumes fällt die Flüssigkeitssäule im Meßkanal der Spritze aufgrund des plötzlich nachlassenden Injektionswiderstandes schlagartig.

Diese Technik erlaubt im Vergleich zur klassischen Loss-of-resistance-Technik ein beidhändiges, kontrolliertes Verschieben der Periduralnadel und liefert bei Erreichen des Periduralraumes ein eindeutiges optisches Signal.

Aber auch eine konventionelle Loss-of-resistance-Spritze kann mit einer einfachen Druckmeßeinrichtung im Kolben ausgerüstet werden (rückwärtig verschlossener Meßkanal = kleines Luftvolumen = high-pressure-Variante).

Die Vorteile der beiden Loss-of-resistance-Techniken - mit Luft bzw. Flüssigkeit oder einem anderen Fluid - lassen sich so vorteilhaft kombinieren: Einerseits das "Gefühl" und die "Beobachtung" des federnden Kolbens der "Luft"-Technik, solange sich die Spitze der Periduralnadel noch intraligamentär befindet

und dem Verlust des Federns, wenn der Periduralraum erreicht ist. Andererseits die, aus der zunehmenden Drucksteigerung bei weiterem Einschieben des Kolbens resultierende, Kraftschlüssigkeit der "Flüssigkeits"-Technik und somit das "direkte Fühlen" des mit Erreichen des Periduralraumes plötzlich nachlassenden Injektionswiderstandes. Durch die Kombination der beiden Loss-of-resistance-Techniken werden Änderungen des Injektionswiderstandes nicht nur subjektiv ("Fühlen" des Widerstandsverlustes) sondern auch objektiv für den ausführenden Anästhesisten wie auch einen Beobachter beurteilbar (Druckmessung).

Zudem läßt sich vermeiden, daß unsterile Luft in den Periduralraum injiziert wird.

- f. Druckkontrolliertes "Blocken", z.B. mit Flüssigkeit, von Ballonkathetern, z.B. Blasenkatheter, Embolektomiekatheter (Fogarty): Durch Messung des Druckes, mit dem der Ballon des Katheters "geblockt" wird, kann eine Fehllage bzw. kritische Lage des Ballons (an zu hohen Druckanstiegen) erkannt werden und die Gefahr eines Schadens, beispielsweise Verletzungen der Harnröhre oder eines Gefäßes, sinkt.
- g. Druckkontrolliertes "Blocken", z.B. mit Luft, und kontinuierliche Druckkontrolle eines Tubuscuffs oder Pulmonalkatheters (Swan-Ganz) mittels einer Spritze mit Trennungsmittel im Meßkanal.
- h. Modifikation von Perfusor-Spritzen: Bei leerem Spritzenzylinder und somit Förderende der Perfusor-Pumpe stoppt die Injektion nicht schlagartig, sondern nimmt durch Förderung des im Meßkanal befindlichen Volumens langsam ab. Bei einem entsprechend lang

ausgelegtem Meßkanal, z.B. aufgewickelter Schlauch, ist ein erhebliches "Puffervolumen" möglich.

5 Perfusor-Spritzen, insbesondere Perfusor-Spritzen mit stark kreislaufwirksamen Medikamenten (z.B. Katecholamintherapie bei kritischen Intensivpatienten) können so selbst mit nur einer Perfusor-Pumpe gefahrlos gewechselt werden.

10 Darüberhinaus ist auch eine Förderkontrolle möglich, da bei Verschluß, z.B. eine abgeknickte Infusionsleitung, die Flüssigkeit weiter in den Meßkanal gedrückt wird. Eine Drucksteigerung kann dadurch schneller, ggfs. durch einen Sensor (Spule, Fotozelle, Leitungskontakt etc.) als über den Verschlußdruckalarm der Perfusor-Pumpe erkannt werden.

15 Ferner können unbeabsichtigte Bolus-Gaben, beispielsweise durch zu hohen Förderdruck der Perfusor-Pumpe, vermieden werden, da der mit der gewünschten Fördergeschwindigkeit korrelierende Druck vor dem "Anschalten" der Perfusor-Spritze exakt eingestellt bzw. kontrolliert werden kann.

20 i. Druck- bzw. Förderkontrolle auch von konventionellen Perfusor-Spritzen: Hierbei wird eine erfindungsgemäße Spritze als "Druckmesser" mittels eines Drei-Wege-Hahnes parallel an die Perfusor-Spritze angeschlossen.

30 j. Druckkontrolle von Druck- oder auch Spülinfusionen, im medizinischen Bereich beispielsweise bei arterieller oder zentralvenöser Druckmessung: Mittels einer parallel zum Infusionsschenkel angeschlossenen erfindungsgemäßen Spritze (high-

pressure-Variante, vgl. e.) wird der durch eine einfache Druckmanschette erzeugte und aufrechterhaltene Druck direkt im Infusionssystem gemessen und nicht indirekt über ein konventionelles, manchmal reparaturanfälliges Manometer, das den Druck in der Druckmanschette anzeigt.

- 5
- k. Identifikation bzw. Auffinden von Höhlen, beispielsweise Körperhöhlen: Pleurapunktion zur Einlage einer Drainage oder eines Katheters, Punktion des Bauchraumes im Rahmen endoskopischer Eingriffe, Tracheapunktion im Rahmen einer Bougierungs-Tracheotomie, Punktion der Harnblase zur Einlage eines suprapubischen Blasenkatheters. Die Spritze wird als "Druckfühler" eingesetzt (vgl. e.). Die bei Nachlassen des Injektionswiderstandes plötzliche Injektion des im Meßkanal der Spritze befindlichen Flüssigkeitsvolumens führt zu einem Injektionsstrahl, der verletzbare Strukturen, z.B. Lunge oder Darm, von der Nadelspitze wegdrückt und somit die Gefahr der Verletzung dieser Strukturen senkt.
- 10
- 15
- 20 l. Messung eines Druckes oder einer Druckschwankung, im medizinischen Bereich beispielsweise des zentralvenösen oder auch arteriellen (Mittel-)Druckes: Die Spritze ist verglichen mit der sonst verwendeten Steigleitung zur Messung des zentralvenösen (Mittel-)Druckes in Zentimeter Wassersäule eine handlichere und kompaktere Druckmeßeinrichtung.
- 25

Der Meßkanal kann durch wechselnde Querschnitte in einen vorderen, genauen Niederdruckmeßbereich (Messung des zentralvenösen (Mittel-)Druckes = langes und kleinumiges Meßkanalstück) und einen hinteren, mit anderen Meßtoleranzen

30

arbeitenden Hochdruckmeßbereich (Messung des arteriellen (Mittel-)Druckes = kurzes und großlumiges Meßkanalstück) unterteilt werden.

5 Es ist auch eine Messung von negativen Drücken, also Unterdrücken, möglich: Nach dem Aufziehen der Flüssigkeit in den Spritzenzylinder wird der Kolben gegen den atmosphärischen Druck geöffnet, z.B. durch einen Schieber oder zwei gegeneinander verdrehbare Öffnungen im Kolben und Verschlußstück. Nachdem
10 bei verschlossener Austrittsöffnung des Spritzenzylinders durch Vorschieben des Kolbens etwas Flüssigkeit in den Meßkanal gedrückt worden ist, beispielsweise bis zu einer Nullmarkierung, z.B. der Hälfte des Meßkanales, wird der Kolben wieder gegen den atmosphärischen Druck luftdicht verschlossen. Jetzt können
15 sowohl positive wie auch negative Drücke gemessen werden.

Die Spritze ist im Gegensatz zur Schlauchleitung, die immer gegen den atmosphärischen Druck offen ist, ein geschlossenes System; dies hat hygienische Vorteile.

20

m. Punktionen von Flüssigkeitsräumen, im medizinischen Bereich z.B. Blutgefäße, Harnblase zur Einlage eines suprapubischen Blasenkatheters, Punktion eines Pleuraergusses, Aszitespunktion: Eine für die Messung negativer Drücke vorbereitete Spritze (s. I.)
25 wird luftdicht an die Punktionskanüle angesetzt. Nach Einstechen der Punktionskanüle wird der Kolben soweit im Spritzenzylinder zurückgezogen, bis der gewünschte Unterdruck eingestellt ist. Bei entsprechender Auslegung der zirkulären Dichtlippe des Kolbens wird der Kolben dabei in seiner Position im Spritzenzylinder und
30 somit der eingestellte Unterdruck gehalten. Erreicht die Spitze der

Punktionskanüle den Flüssigkeitsraum, steigt der Flüssigkeitsspiegel im Meßkanal schlagartig an, maximal bis zum Druckausgleich.

5 Ein solches druckkontrolliertes Aspirieren (= Ansaugen) kann verhindern, daß, wie durch starke Aspiration sonst möglich, bei Punktion von elastischen oder nachgebenden Wänden andere elastische Wände angesaugt werden, wie im medizinischen Bereich beispielsweise bei Punktion eines Blutgefäßes die Gefäßwand an die Kanülenöffnung gesaugt werden kann. Da in einem solchen
10 Fall kein Blut zu aspirieren ist, nimmt man fälschlicherweise an, daß man das Blutgefäß noch nicht erreicht oder schon wieder verlassen hat. Dadurch steigt die Zahl von Fehl- bzw. Mehrfachpunktionen.

15 Zusätzlich ist eine Druckmessung im punktierten Gefäß möglich. So lassen sich, bei dem Versuch eine zentrale Vene zu punktieren, unbeabsichtigte Punktionen einer Arterie unmittelbar erkennen. Nach der Punktion kann durch Injektion von Flüssigkeit, z.B. Kochsalzlösung, die Punktionskanüle unmittelbar gespült werden;
20 ein Verstopfen der Kanüle durch gerinnendes Blut wird so verhindert.

Weitere Vorteile und Eigenschaften der Erfindung werden anhand der in den Zeichnungen dargestellten bevorzugten Ausführungsformen erläutert.

25 Es zeigen:

Fig. 1 eine Spritze mit in deren Kolben integriertem Puffer und Meßkanal zur vergleichmäßigten und druckkontrollierten Injektion eines Fluides, z.B. einer Flüssigkeit oder eines
30 Gases, im Halbschnitt,

- Fig. 2 eine Spritze nach Fig. 1 mit einer aufgesteckten großlumigen Kanüle im Halbschnitt, während ein Fluid durch die großlumige Kanüle in den Spritzenzylinder aufgezogen wird,
- 5 Fig. 3 eine Spritze nach Fig. 1 mit einer aufgesteckten kleinumigen Kanüle im Halbschnitt, während ein im Spritzenzylinder befindliches Fluid durch die kleinumige Kanüle injiziert wird,
- 10 Fig. 4 eine Spritze nach Fig. 3 mit einem angesetzten Durchflußreduzierstück und einer aufgesteckten großlumigen Kanüle (gestrichelt dargestellt) im Halbschnitt, während ein im Spritzenzylinder befindliches Fluid durch das Durchflußreduzierstück injiziert wird,
- 15 Fig. 5 eine Spritze nach Fig. 3 im Halbschnitt mit einem im Kolben verschiebbaren, die hintere Öffnung des Meßkanales nicht verschließenden Verschußstück,
- 20 Fig. 6 eine Spritze nach Fig. 5 im Halbschnitt mit einem in den Kolben eingeschobenen, die hintere, zweite Öffnung des Meßkanales verschließenden Verschußstück,
- Fig. 7 eine Spritze nach Fig. 1 im Halbschnitt mit einem die
25 vordere, erste Öffnung des Meßkanales dicht verschließenden, im Meßkanal leicht verschiebbaren Trennungsmittel,
- Fig. 8 eine Spritze nach Fig. 3 mit angesetzter Schlauchleitung im
30 Halbschnitt, während ein im Spritzenzylinder befindliches

Fluid, z.B. Luft, in eine Schlauchleitung injiziert wird,

Fig. 9 ein Diagramm mit der Darstellung der Flußrate über dem Druck in Abhängigkeit von als Durchflußwiderstand verwendeten dünnen Spinalnadeln und

Fig. 10 ein Diagramm mit der Darstellung des resultierenden Druckes über der Kompression eines kompressiblen Mediums in verschiedenen großen Puffern eines Kolbens einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Fig. 1 zeigt eine vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung in der Form einer Spritze mit einem, im Spritzenzylinder 1a liegenden, innen hohlen Kolben 2a, der, an der in den Spritzenzylinder 1a eingeschobenen Seite, durch eine im Zylinderstück 2b des Kolbens 2a liegende zirkuläre Dichtlippe 2c zur Innenwand des Spritzenzylinders 1a abgedichtet und an der aus dem Spritzenzylinder 1a ragenden Seite mit einem Verschlußstück 2h luftdicht verschlossen ist. Der Spritzenzylinder 1a und der Boden des Kolbens 2a bilden zusammen einen Behälter von variablem, nämlich von der Stellung des Kolbens 2a abhängendem Volumen. Von der Mitte des Zylinderstückes 2b führt, über eine vordere, erste 2f und hintere, zweite Öffnung 2g, ein zu beiden Seiten hin offener Meßkanal 2e in den Puffer 2d des Kolbens 2a. Der Puffer 2d und der Meßkanal 2e sind mit einem kompressiblen Medium, in diesem Fall Luft, gefüllt.

Fig. 2 zeigt eine am Kanülenansatz 1b des Spritzenzylinders 1a aufgesteckte, in der Länge gekürzt dargestellte, großlumige Kanüle 5a, die einen mit dem Austritt 1c des Spritzenzylinders 1a vergleichbaren Innendurchmesser und somit relativ niedrigen Durchflußwiderstand hat. Dieses ist für das Aufziehen einer Flüssigkeit 4a, z.B. eines

Medikamentes, hilfreich. Durch Zurückziehen des Kolbens, durch den Pfeil angedeutet, wird die Flüssigkeit 4a in den Spritzenzylinder 1a aufgezogen, dabei verlegt die Flüssigkeit 4a die mittig im Zylinderstück 2b des Kolbens liegende vordere, erste Öffnung 2f des Meßkanales 2e und schließt das im Meßkanal 2e und Puffer 2d des Kolbens 2a befindliche kompressible Medium nach außen ab.

Fig. 3 zeigt eine am Kanülenansatz 1b des Spritzenzylinders 1a aufgesteckte, in der Länge gekürzt dargestellte, kleinumige Kanüle 5b, die einen kleinen Innendurchmesser und somit relativ hohen Durchflußwiderstand hat. Aufgrund eines deutlich niedrigeren Durchflußwiderstandes der vorderen, ersten Öffnung 2f des Meßkanales 2e wird nun durch Einschieben des Kolbens 2a, durch den Pfeil angedeutet, bei Überschreiten eines bestimmten, auf der Flüssigkeit 4a lastenden Druckes Flüssigkeit 4a in den Meßkanal 2e gedrückt, das kompressible Medium aus dem Meßkanal 2e in den Puffer 2d des Kolbens 2a verdrängt und dadurch das kompressible Medium komprimiert. Nimmt nun der durch das Einschieben des Kolbens 2a auf der Flüssigkeit 4a lastende Druck ab, so wird die Flüssigkeit 4a durch das komprimierte kompressible Medium unter Dekompression wieder aus dem Meßkanal 2e gedrückt. Die im Zylinderstück 2b liegende zirkuläre Dichtlippe 2c ist so dimensioniert, daß ein ruckfreies Einschieben des Kolbens 2a in den Spritzenzylinder 1a möglich ist und der Kolben 2a auch bei vollständiger Entlastung des auf den Kolben 2a drückenden Fingers seine Einschiebtiefe im Spritzenzylinder 1a behält. So werden einerseits Drucksteigerungen durch ein zu schnelles Einschieben des Kolbens 2a in den Spritzenzylinder 1a gedämpft, andererseits wird der Fluß der Flüssigkeit 4a durch eine kleinumige Kanüle 5b vergleichmäßigt. Fig. 3 veranschaulicht auch den Einsatz der Spritze zum Auffinden eines Hohlraumes 10 in einem Körper 9. Dazu wird die Kanüle 5b langsam

in den Körper 9 eingeführt, während gleichzeitig das Fluid 4a unter einem bestimmten Druck gehalten wird. Erreicht die Spitze der Kanüle 5b den Hohlraum 10, so kann das Fluid 4a plötzlich leichter aus der Kanüle 5b austreten, was einen Druckabfall im Spitzenzylinder 1a zur Folge hat, der durch ein plötzliches Absinken der Grenzsicht 8 im Meßkanal 2e leicht erkennbar ist. Bei Verwendung einer großlumigen Kanüle 5b ist der Druckabfall bei ansonsten gleichen Bedingungen gegenüber einer kleinumigen Kanüle 5b deutlicher zu bemerken.

Fig. 4 zeigt eine Fig. 3 entsprechende Situation, wobei an den Kanülenansatz 1b des Spritzenzylinders 1a ein Durchflußreduzierstück 6 angesetzt ist, das den für eine langsame und gleichmäßige Injektion der Flüssigkeit 4a wichtigen, relativ hohen Durchflußwiderstand schafft. Bei Verwendung eines Durchflußreduzierstückes 6 kann so auch durch eine großlumige, gestrichelt angedeutete Kanüle 5a trotz ihres kleinen Durchflußwiderstandes langsam und gleichmäßig injiziert werden.

Fig. 5 zeigt eine Fig. 3 entsprechende Situation, wobei durch ein größeres Verschlußstück 2i das Volumen des kompressiblen Mediums im Meßkanal 2e und Puffer 2d des Kolbens 2a verkleinert worden ist. Durch Veränderung des im Meßkanal 2e und Puffer 2d befindlichen Volumens des kompressiblen Mediums lassen sich die Dämpfungseigenschaften der Spritze verändern. Hierdurch kann die Spritze an verschieden große Durchflußwiderstände unterschiedlicher Kanülen angepaßt werden, so daß ein bestimmter Flüssigkeitsstand im Meßkanal 2e immer einer bestimmten Injektionsgeschwindigkeit entspricht.

Fig. 6 zeigt eine Fig. 5 entsprechende Situation, wobei durch Einschieben des Verschlußstückes 2i in den Kolben 2a die hintere, zweite Öffnung 2g des Meßkanales 2e verschlossen worden ist. Durch diese erhebliche

Verkleinerung auf das im Meßkanal 2e befindliche Volumen des kompressiblen Mediums wird auch das Dämpfungsverhalten der Spritze erheblich verändert. Hierdurch kann man mit der Spritze in zwei verschiedenen Dämpfungs- und Druckmeßbereichen arbeiten.

5

Fig. 7 zeigt eine Fig. 1 vergleichbare Situation, wobei durch ein Trennungsmittel 3, z.B. ein elastische Stopfen oder ein Tropfen Öl, das die vordere, erste Öffnung 2f des Meßkanales 2e verschließt, insbesondere luftdicht, aber dennoch im Meßkanal 2e leicht verschiebbar ist, das im
10 Meßkanal 2e und Puffer 2d befindliche kompressible Medium nach außen abgeschlossen ist. Mit einer in dieser Weise modifizierten Spritze kann auch ein Gas 4b, z.B. Luft, druckkontrolliert injiziert werden.

Fig. 8 zeigt eine Fig. 3 vergleichbare Situation, wobei an Stelle einer
15 Flüssigkeit 4a, die mit einer solchen Spritze ebenfalls injiziert werden kann, ein Gas 4b, z.B. Luft, in eine Schlauchleitung 7 injiziert wird. Die Position des Trennungsmittels 3, z.B. ein elastischer Stopfen, ein Tropfen Öl, etc., im Meßkanal 2e zeigt den auf dem Gas 4b lastenden Druck während der Injektion, durch den Pfeil angedeutet, an. Die Druckmessung
20 kann als Relativdruckmessung oder bei Eichung der Vorrichtung auch als Absolutwertmessung erfolgen. Das Verschlußstück 2j ist so dimensioniert, daß das Trennungsmittel 3 nicht oder nur schwer aus dem Meßkanal 2e herausgedrückt werden kann.

25 Fig. 9 zeigt ein Diagramm mit der Darstellung der Flußrate über dem Druck in Abhängigkeit von als Durchflußwiderstand verwendeten dünnen Spinalnadeln. Es zeigt, daß eine gleichmäßige, niedrige Flußrate nur schwer zu erzielen ist, da schon bei geringen Druckänderungen die Flußrate erheblich schwankt. Insbesondere bei Verwendung konventioneller
30 Spritzen treten bei Injektion mit freier Hand solche Druckänderungen

unkontrollierbar und ungedämpft auf.

Fig. 10 zeigt ein Diagramm mit der Darstellung des resultierenden Druckes über der Kompression eines kompressiblen Mediums, in diesem Falle Luft, in einem Puffer eines Kolbens einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Es verdeutlicht die Dämpfungseigenschaften verschiedener Volumina des kompressiblen Mediums in einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. So kann je nach gewünschter Dämpfung und der daraus resultierenden Vergleichmäßigung der Flußrate ein entsprechendes Puffervolumen in der Vorrichtung, beispielsweise über die Veränderung des Puffers im Kolben der Spritze, eingestellt werden.

Die vorliegende Erfindung erlaubt eine einfache visuelle oder meßtechnische Kontrolle des Druckes bei der Handhabung eines Fluides, wodurch insbesondere medizinische Maßnahmen, wie das Injizieren eines Fluides, wesentlich erleichtert und verbessert werden können.

BEZUGSZEICHENLISTE

5	1a	Behälter, Spritzenzylinder
	1b	Kanülenansatz
	1c	Austritt, Austrittsöffnung
	2a	Druckerzeugungseinrichtung, Kolben
	2b	Zylinderstück des Kolbens
10	2c	Dichtmittel, zirkuläre Dichtlippe, Reibungsmittel
	2d	Puffer
	2e	Meßkanal
	2f	vordere, erste Öffnung
	2g	hintere, zweite Öffnung
15	2h, 2i, 2j	verschiedene Verschlußstücke
	2k	Meßeinrichtung, Skala
	3	Trennungsmittel (elastischer Stopfen, Tropfen Öl)
	4a, 4b	Fluid (Flüssigkeit, Gas)
	5a, 5b	verschiedene Kanülen
20	6	Durchflußreduzierstück
	7	Schlauchleitung
	8	Grenzschicht zwischen Fluid und kompressiblem Medium
	9	Körper
25	10	Hohlraum

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur druckkontrollierbaren Handhabung eines Fluides (4a; 4b), wobei
- das in einem Behälter (1a) von variablem Volumen befindliche Fluid (4a; 4b) durch einen auf das Fluid (4a; 4b) einwirkenden Druck an einem Austritt (1c) mit diesem Druck zur Verfügung gestellt wird,
 - der Behälter (1a) mit einem Meßkanal (2e) von vorgegebenem Querschnitt in Verbindung steht,
 - der Meßkanal (2e) mit einem Puffer (2d) von vorgegebenem Volumen kommuniziert,
 - der Meßkanal (2e) und der Puffer (2d) mit einem kompressiblen Medium gefüllt sind,
- so daß das Fluid (4a; 4b) entsprechend dem einwirkenden Druck, dem Querschnitt des Meßkanals (2e) und der Größe des Volumens des Puffers (2d) zumindest teilweise in den Meßkanal (2e) eindringt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Handhaben ein druckkontrollierbares Injizieren eines Fluides (4a; 4b) durch den Austritt (1c) aus dem Behälter (1a) in einen Körper (9) ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der auf das Fluid (4a; 4b) einwirkende Druck durch einen in den Behälter (1a) schiebbaren Kolben (2a) erzeugt wird, der dichtend (2c) an den Innenwänden des Behälters (1a) geführt ist.



4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, wobei während der Handhabung des Fluides (4a; 4b) die Position der Grenzschicht (8) zwischen dem Fluid (4a; 4b) und dem kompressiblen Medium in dem Meßkanal (2e) beobachtet oder gemessen wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, wobei das Handhaben das Erzeugen eines gewissen Druckes in dem Behälter (1a) und das Bewegen einer mit dem Auslaß (1c) verbundenen Kanüle (5b) in einen Körper (9) umfaßt, um ein Gebiet (10) in dem Körper (9) aufzufinden und zu identifizieren, welches einen von dem erzeugten gewissen Druck abweichenden Druck aufweist, indem die Position der Grenzschicht (8) beobachtet wird.
6. Verfahren nach Anspruch 4, wobei der auf das Fluid (4a; 4b) einwirkende Druck in Abhängigkeit von der Position der Grenzschicht (8) eingestellt und/oder geregelt wird.
7. Vorrichtung zum druckkontrollierbaren Handhaben eines Fluides (4a; 4b), mit
- einem Behälter (1a) von variablem Volumen zur Aufnahme des Fluides (4a; 4b),
 - einer Druckerzeugungseinrichtung (2a) zur Erzeugung eines auf das Fluid (4a; 4b) einwirkenden Druckes,
 - einem Austritt (1c) zum Einlaß und/oder Auslaß des Fluides (4a; 4b),
 - einem Meßkanal (2e) von vorgegebenem Querschnitt, der mit dem Behälter (1a) in Verbindung steht,
 - einem Puffer (2d) von vorgegebenem Volumen, der mit dem Meßkanal (2e) kommuniziert,
- wobei der Meßkanal (2e) und der Puffer (2d) mit einem



kompressiblen Medium gefüllt sind.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei die Druckerzeugungseinrichtung ein in den Behälter (1a) einschiebbarer Kolben (2a) ist, der zur Innenwand des Behälters (1a) durch Dichtmittel (2c) abgedichtet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, wobei der Meßkanal (2e) in dem Kolben (2a) angeordnet ist und mit einer ersten Öffnung (2f) in dem vom Behälter (1a) und dem Kolben (2a) gebildeten Raum für das Fluid (4a; 4b) mündet.
10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, wobei der Meßkanal (2e) mit einer zweiten Öffnung (2g) in einem Puffer (2d) mündet.
11. Vorrichtung nach Anspruch 8, 9 oder 10, wobei der Puffer (2d) innerhalb des Kolbens (2a) angeordnet ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, wobei der Kolben (2a) und/oder der Meßkanal (2e) eine Meßeinrichtung (2k) zur Messung des Druckes des Fluides (4a; 4b) aufweist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Wände des Behälters (1a), des Kolbens (2a) und des Meßkanals (2e) durchsichtig sind und eine dieser Wände, vorzugsweise die des Meßkanals (2e), eine Skala (2k) zur Positionsbestimmung der Grenzschicht (8) zwischen Fluid (4a; 4b) und kompressiblem Medium in dem Meßkanal (2e) aufweist.
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 13, wobei das



kompressible Medium und das im Behälter (1a) befindliche Fluid (4a; 4b) durch ein Trennungsmittel (3), das sich nicht mit dem Fluid (4a; 4b) und dem kompressiblen Medium mischt, voneinander getrennt sind, z. B. durch einen elastischen Stopfen oder einen Tropfen Öl.

5

10

15

20

25

30

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, wobei das Trennungsmittel (3) in dem Meßkanal (2e) dichtend, aber mit im Vergleich zu den übrigen auftretenden Kräften vernachlässigbarem Widerstand verschiebbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, wobei der Puffer (2d) im Inneren des Kolbens (2a) und der Meßkanal (2e) zentrisch im Inneren des Puffers (2d) angeordnet sind.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 15, wobei der Meßkanal (2e) exzentrisch im Kolben (2a) liegt.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, wobei der Meßkanal (2e) nahe einer Außenwand des Kolbens (2a) oder in der Außenwand des Kolbens (2a) liegt.
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 18, wobei die Größe des Volumens des Puffers (2d) veränderbar ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei das im Puffer (2d) des Kolbens (2a) befindliche Volumen des kompressiblen Mediums durch ein im Kolben (2a) angeordnetes Verschlußstück (2h; 2i; 2j) festlegbar ist.



21. Vorrichtung nach Anspruch 20, wobei das Verschlußstück (2h; 2i; 2j) beweglich und das Volumen des Puffers (2d) dadurch einstellbar ist.
- 5 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, wobei das im Meßkanal (2e) befindliche kompressible Medium durch ein Verschlußstück (2i) vom kompressiblen Medium, das sich im Puffer (2d) des Kolbens (2a) befindet, trennbar ist.
- 10 23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 22, wobei der Puffer (2d) eine verschließbare Verbindungsöffnung zur Umgebungsatmosphäre aufweist.
- 15 24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 23, wobei das kompressible Medium ein Gas ist, insbesondere Luft.
25. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 24, wobei die Vorrichtung im wesentlichen zylindrisch aufgebaut ist.
- 20 26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 25, wobei die Vorrichtung eine Spritze, insbesondere für medizinische Anwendungen, ist.
- 25 27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 26, wobei Reibungsmittel (2c) vorhanden sind, die den Kolben (2a) in jeder durch Kraft von außen eingestellten Stellung relativ zum Behälter (1a) auch bei Entlastung von dieser Kraft festhalten.
- 30 28. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 27, wobei das Volumen des Puffers (2d) mindestens 10, vorzugsweise 100, mal so



groß ist wie das Volumen des Meßkanals (2e).

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 28, wobei der Austritt (1c) oder eine auf einen Kanülenansatz (1b) aufgesetzte Kanüle (5b) oder ein Durchflußreduzierstück (6) einen kleineren Austrittsquerschnitt aufweist als der Querschnitt des Meßkanals (2e).
30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 29, wobei der Querschnitt des Austritts (1c), der Querschnitt des Meßkanals (2e) und das Volumen des Puffers (2d) je nach Anwendungsfall und den dabei benötigten Drücken so dimensioniert sind, daß das Fluid (4a; 4b) bei der Handhabung zumindest teilweise in den Meßkanal (2e) eindringt.

