

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: **90101673.3**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **F04B 43/00**

(22) Anmeldetag: **28.01.90**

(30) Priorität: **23.03.89 DE 3909657**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**26.09.90 Patentblatt 90/39**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE**

(71) Anmelder: **B. Braun Melsungen AG**  
**Carl-Braun Strasse**  
**D-3508 Melsungen(DE)**

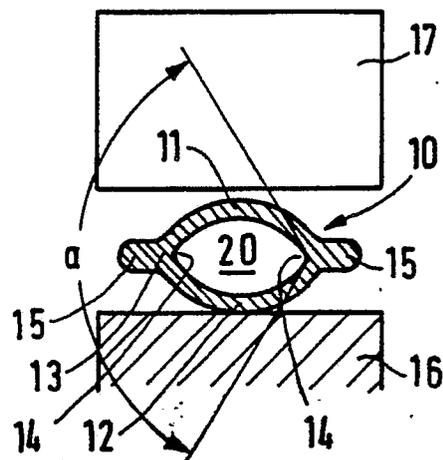
(72) Erfinder: **Rath, Dieter**  
**Franz-Gleim-Strasse 69**  
**D-3508 Melsungen(DE)**  
Erfinder: **Haar, Friedrich v.d.**  
**Tilsiter Strasse 2**  
**D-3508 Melsungen(DE)**  
Erfinder: **Gerlach, Hans Josef**  
**Marsberger Strasse 42**  
**D-3558 Marsberg 4(DE)**  
Erfinder: **Knuth, Reinhard**  
**Zetterberg 20**  
**D-3508 Melsungen(DE)**

(74) Vertreter: **Selting, Günther, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte von Kreisler, Selting, Werner**  
**Deichmannhaus am Hauptbahnhof**  
**D-5000 Köln 1(DE)**

(54) **Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe.**

(57) Der Pumpenschlauch (10) für eine peristaltische Pumpe besteht im unverformten Zustand aus zwei bogenförmigen Abschnitten (11,12), die entlang von Knicklinien (14) ineinander übergehen, so daß das Schlauchlumen (20) die Querschnittsform einer konvexen Linse hat. An die Verbindungsstellen (13) der bogenförmigen Abschnitte (11,12) schließen sich nach außen weisende Stege (15) an. Beim Zusammendrücken des Schlauches (10) entstehen an den Verbindungsstellen (13) nur mäßige Quetschungen. Der Schlauch hat ein wesentlich verbessertes Quetsch- und Rückstellverhalten. Die Stege (15) verhindern eine Überquetschung.

**FIG.1**



**EP 0 388 596 A1**

### Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe

Die Erfindung betrifft einen Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe.

Im medizinischen Bereich werden Peristaltikpumpen oder Schlauchpumpen als Infusionspumpen verwendet. Solche Pumpen ermöglichen den sterilen Transport von größeren Mengen Infusionsflüssigkeit. Der auswechselbare Pumpenschlauch stellt ein preiswertes Einmalzeugnis dar, welches in steriler Form geliefert wird, vom Benutzer in das Infusionsgerät eingesetzt werden kann und nach Gebrauch fortgeworfen wird. Allerdings werden an den Pumpenschlauch hohe Anforderungen bezüglich Walfähigkeit, Elastizität, Abriebfestigkeit und Maßhaltigkeit gestellt. Das Fördervolumen hängt von den Querschnittsabmessungen des Pumpenschlauchs ab und von dessen Rückstellfähigkeit. Weiterhin muß das verwendete Material physiologisch unbedenklich, d.h. gegenüber den verwendeten Medien inert sein. Umgebungseinflüsse wie Temperatur, Luftfeuchte, Licht und Desinfektionsmittel dürfen das Material nicht beeinflussen.

Üblicherweise werden Pumpenschläuche für peristaltische Pumpen aus hochelastischem Material, z.B. Silikon, mit hoher Maßhaltigkeit hergestellt. Der Pumpenschlauch wird mit Hilfe spezieller Verbindungsstücke, die zugleich als Fixierhilfen dienen können, in die Infusionsleitung eingesetzt. Die bekannten Pumpenschläuche haben runden Querschnitt. Wenn ein Schlauch mit rundem Querschnitt durch äußere Krafteinwirkung gequetscht wird, ergibt sich eine ungleichmäßige Materialbeanspruchung, wobei insbesondere die Knickstellen des Schlauchquerschnitts stark belastet werden. Verstärkt wird diese Materialbelastung noch dadurch, daß die Abquetschung des Schlauches nicht nur in einem Maße erfolgt, daß die beiden Schlauchwandteile gegeneinandergelegt werden, sondern daß darüber hinaus zur sicheren Abquetschung eine zusätzliche Kraft aufgebracht wird, bei der eine Kompression der flach gegeneinanderliegenden Schlauchhälften erfolgt. Da eine derartige Abquetschung bei peristaltischen Pumpen mit großer Häufigkeit erfolgt, treten Ermüdungserscheinungen des Schlauchmaterials auf. Außerdem besteht die Gefahr des Abriebs von Schlauchmaterial im Schlauchinnern, wodurch Fremdpartikel in die Infusionslösung gelangen können. An den beim Abquetschen entstehenden Knickstellen des Schlauchs ergibt sich an der Schlauchinnenseite eine sehr starke Materialquetschung, während an der Außenseite starke Dehnungen entstehen. Außerdem sind die peristaltischen Pumpen Toleranzen unterworfen, durch die das Maß der Schlauchabquetschung variiert. Alle diese Umstände führen dazu, daß das Schlauchvolumen sich während des Betriebs ver-

ändert, mit der Folge, daß sich auch die Förderrate bzw. Infusionsrate verändert.

Ein weiterer Nachteil der bekannten Pumpenschläuche besteht darin, daß die Schlauchwand infolge der geforderten hohen Rückstellkraft wenig nachgiebig ist und die Messung des Fluiddrucks mit Hilfe von Drucksensoren, die elastisch von außen her gegen die Schlauchwand drücken, erschwert. Nachteilig ist schließlich auch die Notwendigkeit, zusätzliche Fixierhilfen am Pumpenschlauch anbringen zu müssen.

Aus DE 31 12 837 A1 ist ein Pumpenschlauch bekannt, bei dem zwei bogenförmige Abschnitte das Schlauchlumen umschließen, so daß das Schlauchlumen die Form einer Ellipse hat. Nach den Seiten hin erstrecken sich Stege nach entgegengesetzten Richtungen. Diese Stege dienen der Positionierung des Pumpenschlauchs im Inneren der Schlauchpumpe. Ihre Stärke ist nicht wesentlich größer als die Wandstärke der bogenförmigen Abschnitte. Beim Zusammendrücken des Pumpenschlauchs wirken die Andrückrollen ausschließlich auf die bogenförmigen Abschnitte ein, die gegeneinandergepreßt werden. Eine Pressung oder Abstützung findet im Bereich der Stege nicht statt.

In US 4 540 350 ist neben verschiedenen Schlauchformen ein Pumpenschlauch beschrieben, der aus zwei flach aufeinandergelegten und entlang ihrer Ränder miteinander verbundenen Bahnen besteht. Dabei entstehen seitliche Stege, deren Stärke doppelt so groß ist wie die Stärke eines bogenförmigen Abschnitts, jedoch ist dieser Schlauch auf den zusammengepreßten Zustand vorgeformt. Ein solcher Schlauch hat praktisch kein Rückstellvermögen für das Ansaugen von Flüssigkeit. Außerdem besteht die Gefahr, daß im Bereich der miteinander verbundenen Bahnränder Undichtigkeiten auftreten, insbesondere nach häufiger Verformung des Schlauchs.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Pumpenschlauch der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art zu schaffen, bei dem die örtliche Materialbelastung während des Abquetschens verringert ist, so daß Materialschädigungen vermieden werden und ein besseres Rückstellverhalten erreicht wird.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Merkmalen.

Der erfindungsgemäße Pumpenschlauch hat ein Lumen, das aus zwei gegeneinanderstoßenden bogenförmigen Abschnitten begrenzt wird, wobei an den Verbindungsstellen im Schlauchinnern Knicklinien gebildet sind. Das Schlauchlumen hat somit den Querschnitt einer konvexen Linse. Durch

diese Ausgestaltung der Schlauchwände wird die Kraft, welche zum okklusiven Verschluss des Schlauches durch die Peristaltikpumpe aufzuwenden ist, verringert.

Die Materialstauchung verringert sich durch Verkleinerung des Knickwinkels, der dem Tangentialwinkel entspricht, und ferner dadurch, daß entlang der Knicklinien weniger Schlauchmaterial gequetscht werden muß. Der Pumpenschlauch ist somit in Richtung auf die beabsichtigte Zusammen-drückung vorgeformt, mit der Folge, daß die beim Abquetschen entstehenden Materialbeanspruchungen verringert sind. Dadurch wird auch der Schlauchabrieb, insbesondere im Bereich der beiden Quetschlinien, verringert oder beseitigt.

Eine wesentliche Verminderung der Materialbelastung wird dadurch erreicht, daß von den Verbindungsstellen der bogenförmigen Abschnitte Stege nach außen abstehen, deren Stärke etwa der Summe der Stärken der beiden bogenförmigen Abschnitte entspricht. Dadurch wird ein Teil der von außen her auf den Schlauch einwirkenden Okklusionskraft, mit der die gegeneinanderliegenden bogenförmigen Schlauchabschnitte noch zusätzlich gequetscht werden, von den Stegen aufgenommen. Auf diese Weise können Toleranzen des Infusionsgerätes bei der Bemessung der auf den Schlauch einwirkenden Kraft eliminiert werden.

Durch die Erfindung wird infolge der Materialentlastung des Pumpenschlauches eine Reduzierung des Partikelabriebs erreicht. Ferner wird die Standzeit des Pumpenschlauches verlängert und die Konstanz des Fördervolumens über die Infusionszeit erhöht. Die Stege bewirken auch eine Verbesserung der Seitenstabilität des Pumpenschlauches.

Die Rückstellkraft des Pumpenschlauches schafft die Möglichkeit Flüssigkeit anzusaugen. Hierzu ist eine hohe Rückstellkraft des Pumpenschlauches notwendig. Wenn mittels eines Drucksensors der hydraulische Druck im Schlauchinnern gemessen werden soll, indem ein Druckfühler gegen die Außenwand des Pumpenschlauches drückt, verfälscht die Rückstellkraft des Pumpenschlauches die Meßgröße. Ist diese Rückstellkraft konstant und nicht zu groß, so kann man sie rechnerisch berücksichtigen und ein brauchbares Meßergebnis erhalten. Um die Rückstellkraft im Bereich des Meßwertaufnehmers möglichst gering zu halten, ist gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auf einem Längenschnitt des Schlauches die Wandstärke gegenüber den angrenzenden Bereichen verringert.

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind an dem Pumpenschlauch einstückig angeformte Fixierstücke vorgesehen. Der Pumpenschlauch einschließlich der Fixierstücke ist als Formteil her gestellt. Eine solche Gestaltung als Formteil erlaubt eine optimale Formgebung des

Pumpbereichs und der Druckmeßzone. Querschnittsübergänge und Oberflächenbeschaffenheit können den gewünschten Strömungsbedingungen angepaßt werden, d.h. Querschnittsübergänge werden fließend ausgeführt und die Rauheit der Innenfläche wird so gewählt, daß eine Gasblasenhaftung minimiert wird.

Der erfindungsgemäße Pumpenschlauch eignet sich insbesondere für den Einsatz in einer Fingerpumpe, bei der der Schlauch linear angeordnet und an einer Seite abgestützt wird, während von der gegenüberliegenden Seite her mehrere Finger nacheinander auf den Schlauch einwirken und diesen fortlaufend abquetschen. Der Pumpenschlauch ist aber auch bei anderen peristaltischen Pumpen einsetzbar, z.B. bei Rollenpumpen oder Taumelscheibenpumpen. Der Schlauch muß daher nicht notwendigerweise geradlinig sein, sondern er kann über seine Länge einen gekrümmten Verlauf haben.

Im folgenden werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Darstellung des noch unkomprimierten Schlauchquerschnitts zwischen einem Widerlager und einem Pumpenfinger,

Fig. 2 die Einrichtung von Fig. 1 bei zusammengequetschtem Schlauch,

Fig. 3 einen Längsschnitt durch einen Pumpenschlauch,

Fig. 4 einen Schnitt entlang der Linie IV-IV von Fig. 3, und

Fig. 5 in vergrößertem Maßstab eine Einzelheit V aus Fig. 3.

Der Pumpenschlauch 10 von Fig. 1 weist im Querschnitt zwei bogenförmige Abschnitte 11,12 auf, die das Schlauchlumen 20 derart umschließen, daß das Schlauchlumen die Querschnittsform einer konvexen Linse hat. Entlang der Verbindungsstellen 13 der bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 sind längslaufende konkave Knicklinien 14 gebildet. In diesen Knicklinien schließen die Tangenten an die Innenseiten der Schlauchabschnitte 11 und 12 einen Winkel  $\alpha$  ein, der kleiner ist als  $180^\circ$  und bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel etwa  $120^\circ$  beträgt.

Die bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 sind kreisförmig, wobei die Mittelpunkte beider Kreise gegeneinander versetzt sind.

An die Verbindungsstellen 13 der Schlauchabschnitte 11 und 12 schließen sich nach außen weisende Stege 15 an. Die Stärke eines jeden Steges 15 entspricht etwa der Summe der Wandstärken der beiden bogenförmigen Abschnitte 11 und 12.

In Fig. 1 ist der Schlauchquerschnitt im unkomprimierten Zustand dargestellt, also in dem Fall,

daß keine äußeren oder inneren Kräfte auf den Schlauch einwirken. Der Schlauch 10 besteht aus einem physiologisch unbedenklichen Elastomermaterial von hoher Rückstellfähigkeit.

In der peristaltischen Pumpen, die im übrigen nicht dargestellt ist, befindet sich ein Widerlager 16 und ein Druckfinger 17. Der Schlauch liegt mit dem einen bogenförmigen Abschnitt 12 zunächst lose am Widerlager 16 an und der Druckfinger 17 ist auf der gegenüberliegenden Seite angeordnet. Die Stege 15 verlaufen parallel zu den Stirnseiten von Widerlager 16 und Druckfinger 17.

Fig. 2 zeigt den Okklusionszustand des Schlauches 10, der zwischen dem Druckfinger 17 und dem Widerlager 16 zusammengequetscht ist. Dabei ist die Fläche des Schlauchlumens 20 auf Null reduziert. Im Bereich der Verbindungsstellen 13 der ursprünglich bogenförmigen Abschnitte 11 und 12 ergeben sich keine wesentlich höheren Materialquetschungen als in den übrigen Bereichen. Die Stege verhindern, daß der abgequetschte Schlauch 10 von dem Druckfinger 17 noch zusätzlich zusammengequetscht wird und sie verhindern eine übermäßige Deformierung des Schlauches durch eine eventuell fehlerhaft eingestellte Infusionspumpe, weil sie innerhalb der Breite von Widerlager 16 und Druckfinger 17 liegen.

Die Fign. 3 bis 5 zeigen einen Pumpenschlauch 10 mit dem anhand von Fig. 1 erläuterten Querschnitt. Auf einem Längenabschnitt 18, der nicht der Einwirkung von Druckfingern ausgesetzt ist, ist die Wandstärke reduziert, so daß der Längenabschnitt 18 als Druckmeßzone benutzt werden kann, an die ein den Innendruck messender Drucksensor von außen angesetzt werden kann.

An den Schlauchenden sind einstückig angeformte Fixierstücke 19 nach Art von Muffen vorgesehen. Diese Fixierstücke 19 dienen der Anbringung und lagegerechten Fixierung des Schlauches in einer peristaltischen Pumpe. Die Fixierstücke 19 dienen zugleich als Anschlußstücke für den Anschluß von Infusionsleitungen.

Wie Fig. 5 zeigt, sind die Übergänge, in denen sich der Querschnitt des Schlauchlumens 20 in Längsrichtung verändert, stetig bzw. knickfrei ausgeführt, um eine möglichst laminare Fluidströmung zu erreichen.

## Ansprüche

1. Pumpenschlauch für eine peristaltische Pumpe, wobei die das Schlauchlumen (20) des unverformten Schlauches umschließenden einstückige Schlauchwand aus zwei vorzugsweise symmetrischen bogenförmigen Abschnitten (11,12) besteht, die an ihren Verbindungsstellen (13) Tangenten haben, welche einen Öffnungswinkel (a) des

Schlauches von weniger als  $180^\circ$  einschließen, und wobei von den Verbindungsstellen (13) Stege (15) nach außen abstehen,

**dadurch gekennzeichnet,**

5 daß die Stärke der Stege (15) etwa der Summe der Stärken der beiden bogenförmigen Abschnitte (11,12) entspricht.

2. Pumpenschlauch nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Öffnungswinkel (a) weniger als  $150^\circ$  und vorzugsweise etwa  $120^\circ$  beträgt.

3. Pumpenschlauch nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Längenabschnitt (18) des Schlauches die Wandstärke gegenüber den angrenzenden Bereichen verringert ist.

4. Pumpenschlauch nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einstückig angeformte Fixierstücke (19).

5. Pumpenschlauch nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Querschnittsveränderungen des Schlauchlumens (20) in Längsrichtung stetig und knickfrei ausgeführt sind.

FIG.1

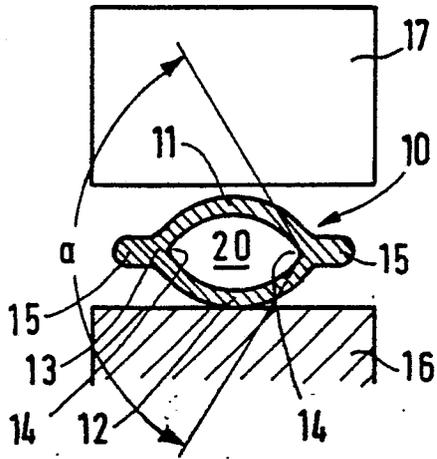


FIG.2

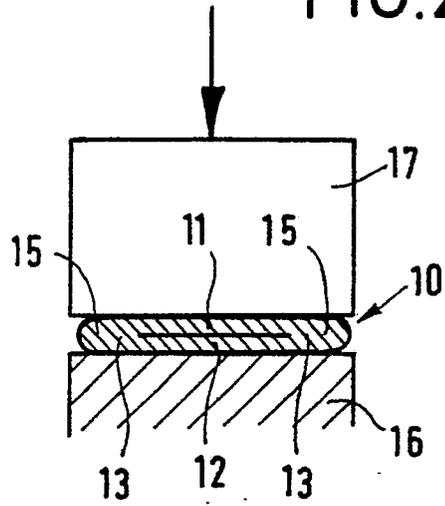


FIG.3

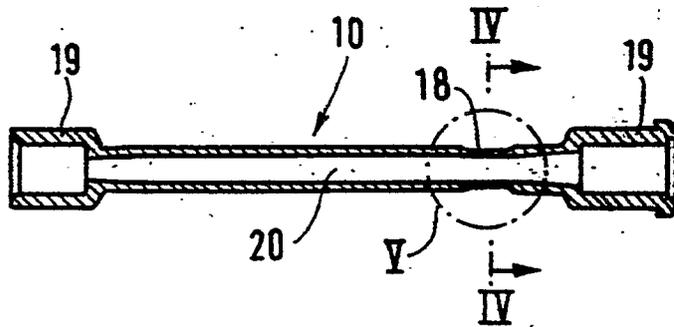


FIG.4

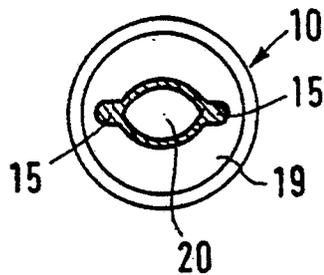
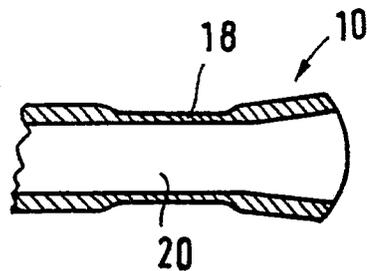


FIG.5





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE				
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)	
X	US-A-3176622 (PFEIFFER) * Spalte 2, Zeilen 3 - 46; Figuren 3, 6, 7 *	1	F04B43/00	
Y		3		
A		2		
Y	FR-A-2594496 (BORSANY) * Zusammenfassung * * Seite 2, Zeilen 19 - 29 * * Seite 6, Zeilen 32 - 39; Figur 1 *	3		
X	US-A-2917002 (MASCARO) * Spalte 2, Zeilen 57 - 69; Figur 5 * * Spalte 3, Zeilen 45 - 56; Figuren 8, 9 *	1		
Y		4, 5		
A		2		
Y	CH-A-586850 (GALEA) * Spalte 2, Zeilen 25 - 46; Figuren 1-3 *	4, 5		
				RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.5)
				F04B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt				
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer		
DEN HAAG	29 JUNI 1990	VON ARX H. P.		
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur				