

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 677 662 A1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **95105461.8**

(51) Int. Cl.⁶: **F15B 15/10, B66F 3/35**

(22) Anmeldetag: **11.04.95**

(30) Priorität: **11.04.94 DE 4412422**

(72) Erfinder: **Homann, Werner**
Auweg 3
D-82449 Uffing (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.10.95 Patentblatt 95/42

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(74) Vertreter: **Haft, von Puttkamer, Berngruber,**
Czybulka
Patentanwälte
Franziskanerstrasse 38
D-81669 München (DE)

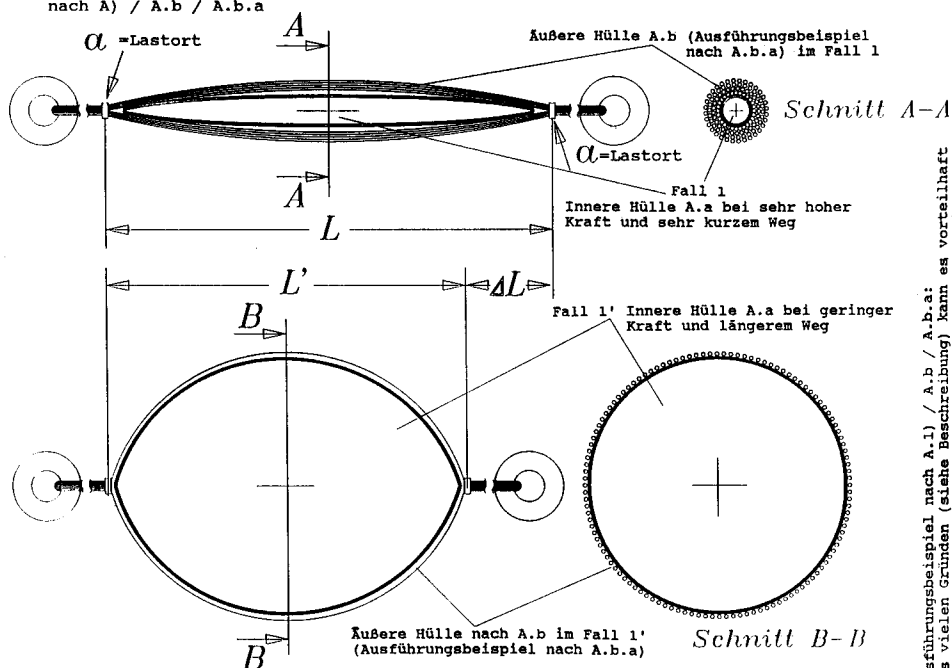
(71) Anmelder: **Homann, Werner**
Auweg 3
D-82449 Uffing (DE)

(54) Muskelartiges Kraftelement.

(57) Das Kraftelement besteht aus einer ersten ballonartigen, durch ein Fluid aufblasbaren inneren Hülle (2) aus elastischem Material und einer diese innere Hülle umgebenden zweiten äußeren Hülle (3) aus einem in Kraftrichtung unelastischen Material. Mit

der äußeren Hülle sind die Befestigungspunkte (4) verbunden. Beim Aufblasen der inneren Hülle verringert sich der Abstand zwischen den beiden Befestigungspunkten.

BILD I
Ausführungsbeispiel eines muskelartigen Kraftelements
nach A) / A.b / A.b.a



EP 0 677 662 A1

Muskelartige Kraftelemente sind Bauteile, die sich an die Wirkungsweise natürlicher Muskeln anlehnen.

Die Anregung eines natürlichen Muskels zur "Zusammenziehung" erfolgt durch Resonanz, indem sich das Lebewesen willkürlich (im Unterschied zu "bewußt") mit einer außerhalb liegenden Erregerquelle koppelt. Die in ihrer Länge festgelegten längsgehenden Muskelfasern geraten also in Schwingung (Wellenlinie), wodurch der Muskel unter Querverdickung sich verkürzt.

Die Erfindung ermöglicht es, Kraftelemente herzustellen, die von einfacher Bauart, preisgünstig herzustellen, leichtgewichtig, unempfindlich gegen Fluchtfehler, umweltfreundlich im Betrieb sind und im Vergleich mit bekannten Kraftelementen bei vergleichbaren Kennwerten eine höhere abgreifbare Kraft anbieten.

Quergestreifte willkürliche Muskeln ermöglichen eine kraftvolle Bewegung der Körperteile und dadurch die körperliche Arbeit. Mit dieser Kraftentfaltung sind sehr kurze Wege verbunden, weswegen sich ein dieser Muskelart nachempfundenen Kraftelement für große Übersetzungen mit hohen Reaktionsgeschwindigkeiten eignet und dort eingesetzt werden kann, wo eine kurze und extrem leichte Bauweise vorteilhaft ist. Ebenso besteht der große Vorteil, durch die diesen Kraftelement anhaftende günstige innere Übersetzung mit geringem Druck des Betriebsmittels, etwa Luft oder Wasser, und geringen Mengen davon arbeiten zu können. Daraus ergibt sich das günstige Gewichtsverhältnis von Kraftelement zu Last, wobei ein Verhältnis von kleiner als 1% durchaus erreichbar ist, und beste Umweltverträglichkeit bei Verwendung von Luft oder Wasser als treibenden Stoff.

Ein solches Kraftelement kann mittels Zwischenbündelungen in mehrere kommunizierende Kammern unterteilt sein, deren gemeinsame innere Hülle einen Druckausgleich ermöglicht.

Die daraus sich ergebenden Vorteile sind vielfältig: Die Betriebsmittelmenge ist geringer wegen des geringeren Volumens der Innenhülle, und damit auch der Platzbedarf quer zur Längsachse des Kraftelementes. Mehrerer solcher Kraftelemente lassen sich wegen der wellenartigen Außenlinie leicht und platzsparend nebeneinanderliegend zusammenfassen, was die abgreifbare Kraft zusätzlich linear vergrößert. Außerdem läßt sich dieses mehrkammrige Kraftelement ausgezeichnet zur Anfertigung schlauchmuskelartiger Kraftelemente verwenden. Ein entscheidender Vorteil ist auch, daß die innere Hülle erheblich weniger gedehnt wird, was zu einer Erhöhung der Standzeit führt.

Bei herkömmlichen hydraulischen oder pneumatischen Kraftelementen, z.B. bei Faltenbälgen, Pneumatik- oder Hydraulikzylindern, aufblasbaren Hebezeugen usw., ist es kennzeichnend, daß sich

die Lastorte (als Lastorte werden hier die Bereiche auf der Längsachse des Kraftelementes bezeichnet, welche selbes begrenzen und an welchen bei kürzester Bauweise eine Last eben noch angebracht werden könnte) voneinander entfernen, sobald der Innendruck des Kraftelementes erhöht wird, d.h. daß sich dessen Länge, gemessen in der Längsachse, vergrößert.

Bei muskelartigen Kraftelementen gemäß der Erfindung ist dies, wie auch beim natürlichen Muskel, gerade umgekehrt. Bei Kraftelementen gemäß der Erfindung nähern sich die Lastorte bei Erhöhung des Innendruckes unter Verkürzung des Kraftelementes einander an. Kennzeichnend für diese Art Kraftelemente ist auch, daß die Kennlinie Kraft/Weg deutlich nichtlinear ist und im Endpunkt (im Ideal bei Kugelform des muskelartigen Kraftelementes) Selbsthemmung eintritt.

Ein Kraftelement gemäß der Erfindung besteht aus zwei Einzelteilen, nämlich einer inneren Hülle und einer äußeren Hülle, wobei die äußere Hülle an zwei gegenüberliegenden Enden mit einem Fixpunkt und mit der Last verbunden ist.

Die innere Hülle ist allseitig elastisch stark dehnbar, zweckmäßigerweise eine Ballonhülle aus einem Elastomer, Kautschuk oder Ähnlichem. In sie wird das Betriebsmittel, sei es ein Gas oder eine Flüssigkeit, mit Druck eingeleitet. Sie ist nach außen hin für das Betriebsmittel dicht und dehnt sich bei Erhöhung des Innendruckes immer stärker aus.

Die äußere Hülle besteht aus einem unelastischen Stoff oder Gewebe mit einer Struktur dergestalt, daß eine Dehnung in Richtung der Längsachse des muskelartigen Kraftelementes wirksam unterbunden wird. Gleichzeitig läßt die äußere Hülle jedoch eine Ausdehnung des Umfanges der inneren Hülle quer zur Längsachse zu. Um diese beiden Eigenschaften zu vereinen, gibt es mehrere Möglichkeiten, insbesondere:

- Man nimmt nur längsgehende Fäden, welche in Fadenrichtung im wesentlichen nicht dehnbar sind und nebeneinander und übereinander liegen können;
- man nimmt ein netzartiges Gewebe, wobei darauf zu achten ist, das Netz im lastfreien Zustand derartig vorzuspannen, daß die Netzknoten in Richtung Längsachse des Kraftelementes möglichst weit voneinander entfernt sind und quer dazu möglichst eng beieinanderliegen;
- man nimmt einen in Richtung Längsachse des Kraftelementes stark bevorzugten Kreuzschlag von Fädern, die wiederum in Fadenrichtung unelastisch sind;
- man nimmt einen Stoff, welcher sich in Längsrichtung unelastisch verhält und in Querrichtung elastisch. Ist er dazu noch gasdicht, erfüllt er die Aufgaben der inneren Hül-

le mit. Erfüllt er noch dazu die Forderungen nach Festigkeit, Dichtheit und Beständigkeit, ist er ideal.

Die äußere Hülle erfüllt folgende Aufgaben:

- Sie nimmt die Last in Längsrichtung auf, 5
- bewirkt eine steuerbare Aufdehnung des Kraftelementumfangs,
- ermöglicht eine gezielte Verformung der inneren Hülle und stützt sie, 10
- ermöglicht die entsprechende Steuerung des Innendruckes,
- bewirkt im Verein mit der inneren Hülle die Längsachsenverkürzung des Kraftelementes, da bei Erhöhung des Innendruckes in der Innenhülle sich diese nicht in Längsrichtung ausdehnen kann, wohl aber radial und im Umfang. 15

Da die Bogenlänge der Fäden zwischen den Lastorten sich nicht ändern kann (deswegen die Forderung nach unelastischem Stoff), wird die Länge des Kraftelementes bei steigendem Innendruck der Innenhülle verkürzt. Eine Verkürzung ergibt sich auch bei Verwendung eines netzartigen Gewebes. Unbedingt erforderlich für eine gute Wirksamkeit des Kraftelementes ist die Bündelung der Hüllenbestandteile an den Lastorten des Kraftelementes; siehe hierzu Bild I. 20

Durch das innere Übersetzungsverhältnis eines muskelartigen Kraftelementes (im Mittel überschlagsweise über 1:7), ist ersichtlich, daß bei gleicher Lastaufnahme und vergleichbaren Kenngrößen (etwa Querschnitt zu Kolbendurchmesser) der Betriebsdruck gegenüber Kraftelementen bekannter Bauart lediglich ein Siebentel betragen muß, oder eben bei gleichem Druck die siebenfache Last aufgenommen werden kann. Je nach Betriebspunkt auf der Kraft/Weg-Kennlinie ist auch eine 20-fache Kraft bei entsprechend kürzerem Weg ohne weiteres möglich. 25

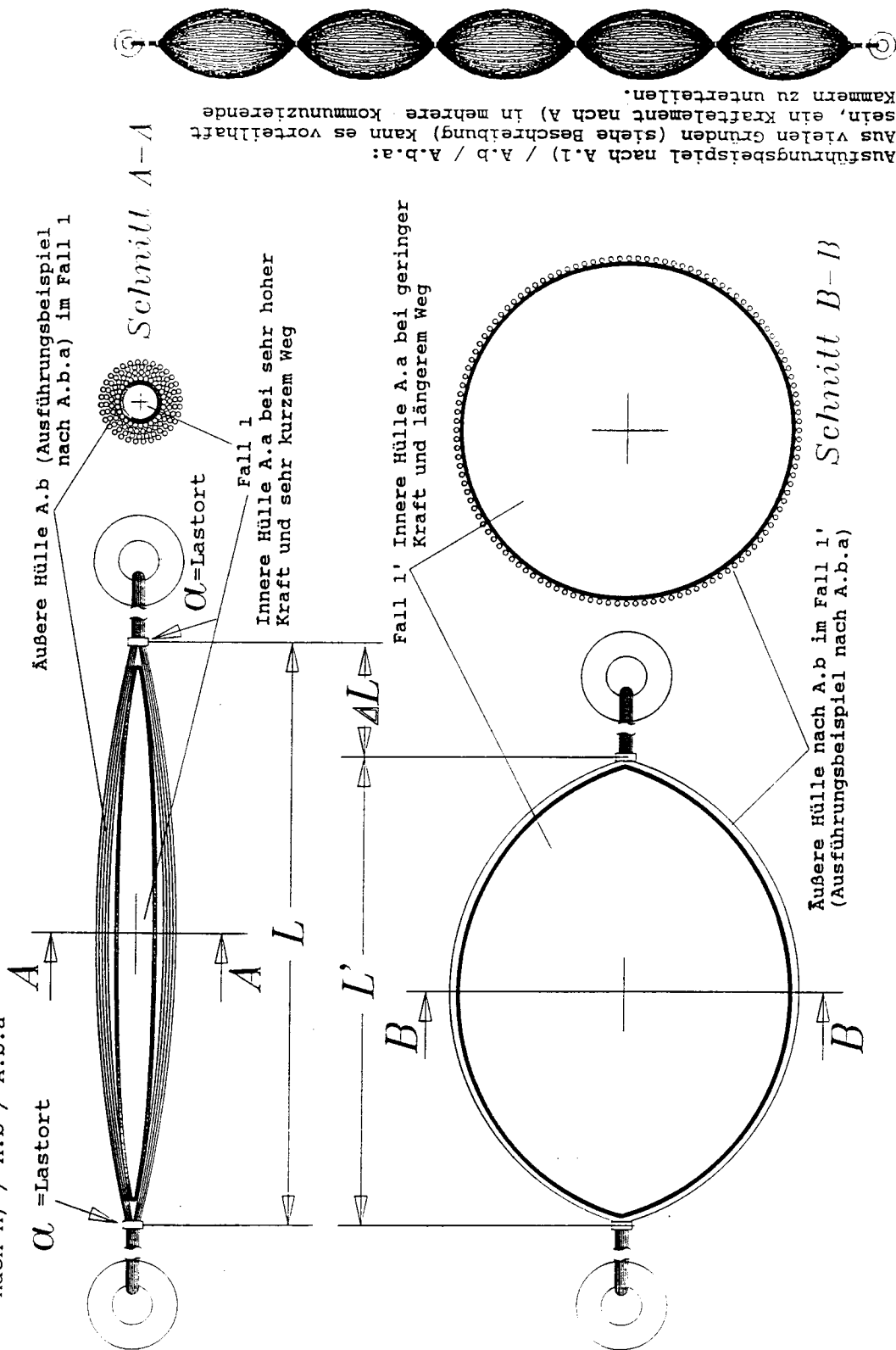
Zur Nachbildung sogenannter längsgestreifter, unwillkürlicher Muskeln werden mehrere der beschriebenen Kraftelemente kreis- oder bogenförmig angeordnet und an ihren Lastorten miteinander verbunden (siehe Bild II), und die so gebildeten Kraftelemente in axialer Anordnung entweder fest miteinander verbunden oder lose aneinander gelegt, wobei man immer das nächste mehrkammerige Kraftelement so um die Kraftelementlängsachse verdreht, daß immer ein Ort stärkster Verdickung einer Kammer in die Senke eines Lastortes des danebenliegenden Muskelringes eintaucht und in Summe die gewünschte Schlauchform erreicht wird. 30

Durch eine spiralförmige Anordnung eines sehr langen, auch mehrkammerigen Kraftelementes läßt sich das ebenfalls erreichen, wobei zu beachten ist, daß das Kraftelement dann die Längsachse des Stützelementes radial verdreht. 35

Patentansprüche

1. Muskelartiges Kraftelement zum Bewegen von Lasten, dadurch gekennzeichnet, daß es aus zwei Hüllen besteht, nämlich einer inneren und einer äußeren Hülle, wobei die innere Hülle aus einem dehnbaren Material besteht und nach Art eines Ballons mit einem Fluid, z.B. einem Gas oder einer Flüssigkeit, aufblasbar ist, und die äußere Hülle aus einem in Längsrichtung des Kraftelementes nicht elastischen Stoff besteht, jedoch eine Ausdehnung der inneren Hülle in radialer und Umfangsrichtung zuläßt.
2. Kraftelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die äußere Hülle aus einer Vielzahl von längsgehenden, unelastischen Fäden besteht, die neben- und übereinander liegen und an gegenüberliegenden Seiten des Kraftelementes zusammengefaßt sind.
3. Kraftelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß äußere und innere Hülle zu einer gemeinsamen Hülle zusammengefaßt sind.
4. Kraftelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kraftelement mittels Zwischenbündelungen in mehrere kommunizierende Kammern unterteilt ist, deren gemeinsame innere Hülse einen Druckausgleich zwischen den Kammern ermöglicht.
5. Kraftelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere derartiger Kraftelemente hintereinander geschaltet und spiralförmig, ring- oder bogenförmig angeordnet sind.
6. Kraftelement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenhüllen zumindest einiger aufeinanderfolgender Kraftelemente miteinander kommunizieren.
7. Kraftelement nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer spiralförmigen, ring- oder bogenförmigen Anordnung von Kraftelementen mehrere von ihnen miteinander seitlich verbunden sind.

BILD I
Ausführungsbeispiel eines muskelartigen Kraftelements
nach A) / A.b / A.b.a



Ausführungsbeispiel nach A.1) / A.b / A.b.a:
Aus vielen Gründen (siehe Beschreibung) kann es vorteilhaft
sein, ein Kraftelement nach A) in mehrere kommunizierende
Kammern zu unterteilen.

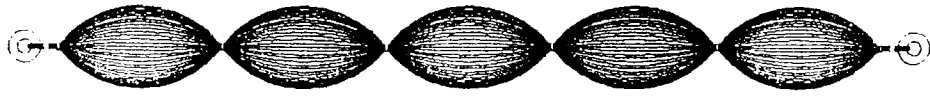


BILD II
Ausführungsbeispiel eines muskelartigen Kraftelements
nach B) / A.1) / A.b / A.b.a (gezeichnet bei etwa 70% Last)

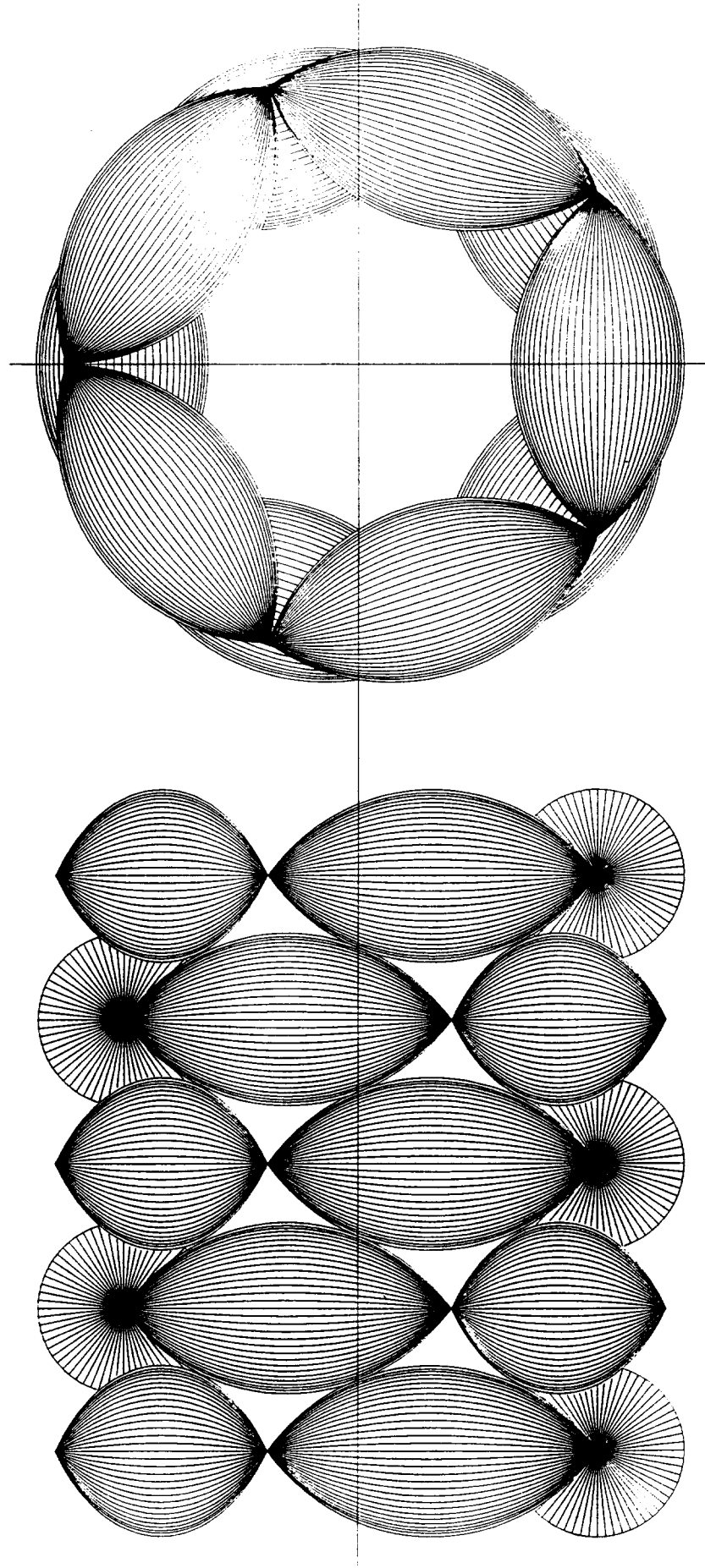
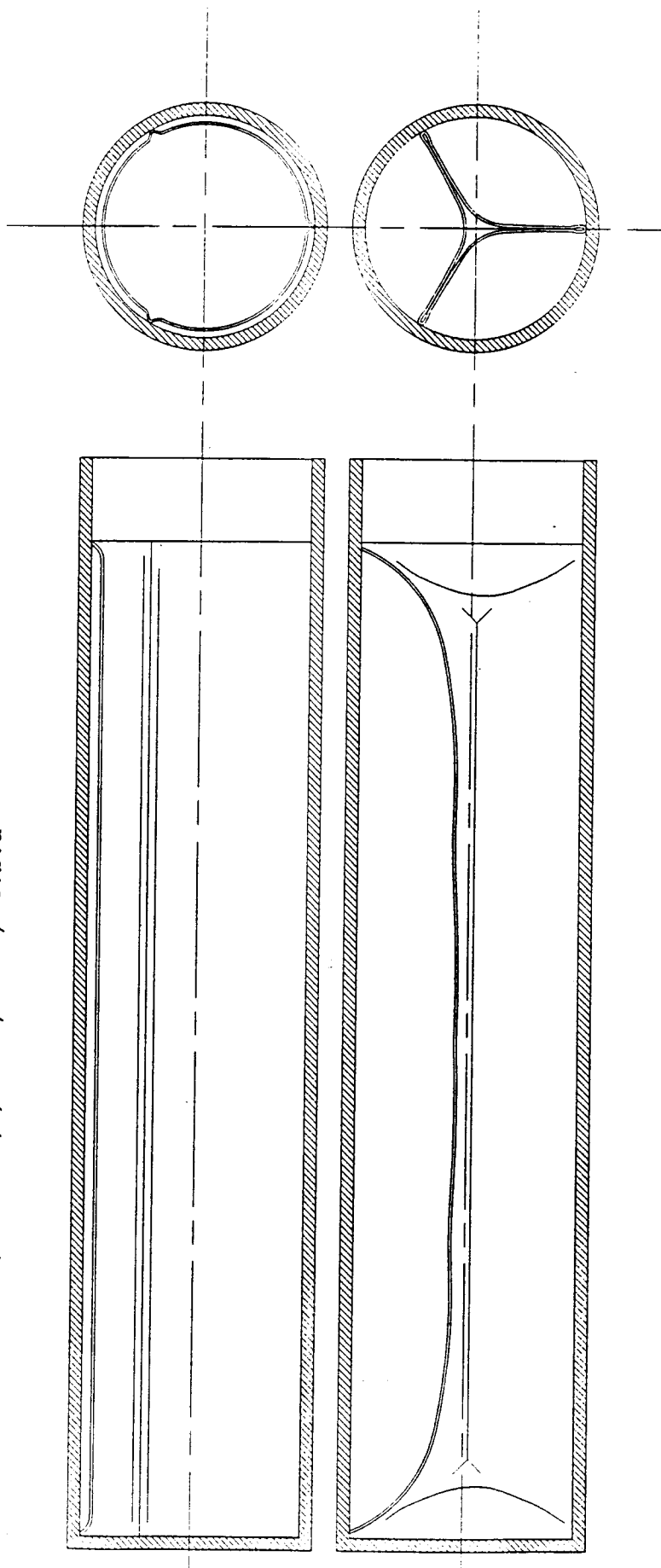


BILD III
Ausführungsbeispiel eines muskelartigen Kraftelements -
- Röhrenpumpe - / nach C) / C.a / C.b / C.b.a





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 5461

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X A	US-A-2 844 126 (GAYLORD) * Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 25 * * Spalte 2, Zeile 51 - Spalte 3, Zeile 4 * * Abbildungen 1,3 * ---	1 2	F15B15/10 B66F3/35
X A	WO-A-92 15790 (WENZEL) * Zusammenfassung * * Seite 8, Zeile 8 - Seite 9, Zeile 18 * * Abbildungen 1,2 * ---	1 2,3	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 7, no. 177 (M-233) (1322) 5. August 1983 & JP-A-58 081 205 (SHIYUNJI HIRABAYASHI) 16. Mai 1983 * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1,2	
X A	EP-A-0 261 721 (BEULLENS) * Zusammenfassung * * Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 9 * * Spalte 5, Zeile 37 - Zeile 41 * * Abbildungen 1-4,7 * ---	1 2,3	
X A	FR-A-951 941 (SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES RÉGULATEURS UNIVERSELS ARCA) * das ganze Dokument * ---	1,3 2,4	
X A	CH-A-462 374 (POLITECHNIKA WARSZAWSKA) * das ganze Dokument * ---	1-3	
A	WO-A-92 07789 (CHR. MICHELSENS INSTITUTT) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1,4,6	
A	DE-A-29 04 779 (RENZLAND) * Seite 2; Abbildungen * ---	1,4-7	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 1995	Prüfer Guthmuller, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur 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 I : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 95 10 5461

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	US-A-3 481 254 (WETHERBEE, JR.) * Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 3, Zeile 8 * * Abbildung 1 * -----	2,3	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. Juli 1995	Prüfer Guthmuller, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE 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 T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, 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			