



**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Pneumatikkraftzylinder.

## Stand der Technik

**[0002]** Pneumatikzylinder gemäß der vorausgesetzten Gattung werden auch als „Multi-Kraftzylinder“ bezeichnet. Bei ihnen wird die pneumatische Kraft, die auf einen Kolben einwirkt, durch mechanische Übersetzung im Spannungsbereich sehr stark, zum Beispiel auf das etwa Zehnfache, verstärkt. Dies ist in zahlreichen Industriezweigen für eine Vielzahl von Arbeitsgängen von Nutzen. So kann zum Beispiel ein derartiger Pneumatik-Zylinder als selbständiger Werkzeugantrieb oder als Vorrichtungsteil von Maschinen verwendet werden, zum Beispiel zum Spannen von Werkstücken, Schließen von Spritzguss- und Pressformen, zum Biegen und Schneiden, Prägen, Richten, Nieten oder dergleichen. Erst im Bereich des Endes von Arbeitshüben werden bei solchen Arbeitsvorgängen auf kurzen Wegen hohe Spann- und Schließkräfte erzeugt. Für den Anstellhub reicht aber eine wesentlich geringere Kraft aus. Deshalb unterscheidet man zwei Teilhübe bei dem Arbeitshub solcher Pneumatikzylinder, nämlich den sogenannten „Anstellhub“ und den „Spannhub“.

**[0003]** Der Anstellhub kann mit relativ hoher Geschwindigkeit durchgeführt werden, wobei die auf den Kolben einwirkende pneumatische Kraft als Anstellkraft zur Verfügung steht, zum Beispiel 3000 N oder 6000 N. Dabei kann der Hub je nach Anwendungsfall unterschiedlich sein, zum Beispiel 15 bis 300 mm, betragen, während die Kraftverstärkung erst zum Anfang des Spannungsbereiches selbständig eintritt und über den Spannungsbereich praktisch konstant bleibt. Hierbei kann die volle Spannkraft von zum Beispiel 20 000 N oder 30 000 N bzw. 60 000 wirksam werden. Der Spannungsbereich kann je nach Anwendungsfall und Type zum Beispiel 3, 6 oder 9 mm oder dergleichen, betragen.

**[0004]** Die Spannkraft kann innerhalb des Spannungsbereiches an beliebiger Stelle in Anspruch genommen werden. Aus diesem Grunde ist eine enge Tolerierung des Werkstückspannmaßes nicht erforderlich. Demgemäß ist auch eine Spannstärke an jeder beliebigen Stelle des Spannungsbereiches möglich. Durch Aufrechterhaltung des Luftdruckes hinter dem Kolben kann die Spannstellung beliebig lange beibehalten werden. Die Lage des Spannungsbereiches im Gesamthub eines Pneumatikzylinders ändert sich während des Betriebes nicht.

**[0005]** Die Aufteilung des Arbeitshubes in einen Anstellhub und einen Spannungsbereich (Spannung) ermöglicht beim Pneumatikzylinder gemäß der vorausgesetzten Gattung eine entscheidende Verminderung

von Druckluftverbrauch gegenüber konventionellen Pneumatikzylindern. Somit ist ein Pneumatikzylinder bei nur etwa 6 bar Luftdruck, die auf den Kolben einwirkt, mit einer dadurch erzeugten Spannkraft von 60 000 N (6000 kp) ein nahezu idealer Pneumatikzylinder.

**[0006]** Dabei kann die Länge des Anstellhubes den betrieblichen Erfordernissen angepasst werden.

**[0007]** Beim Stand der Technik stützt sich der durch Druckluft zu beaufschlagende sowie längsverschieblich und dichtend in einem im Querschnitt kreisförmigen Zylinder dichtend geführten Kolben mit seinem vorderen Ende auf den Innenrollen von um 120 Grad versetzter Hebel ab. Wird nun der Kolben durch Druckluft beaufschlagt, so schiebt er die Kolbenstange über die Innenrollen und die Hebel mit sich. Die Außenrollen laufen auf der Innenseite des Zylinderrohres. An der Kolbenstange wird die pneumatische Kraft wirksam, die sogenannte Anstellkraft.

**[0008]** Sobald die Außenrollen der Hebel einen in einem Kopf angeordneten Hohlkegel erreichen, können die an einer Kolbenstange um Schwenkachsen sowie symmetrisch zueinander angeordneten Hebel nach außen schwenken. Der Kolben schiebt sein vorderes, konisches Ende zwischen die Innenrollen, welche sich an dem steilen Kegel des Kolbens abwälzen. Wird nun auf die Kolbenstange eine Gegenkraft ausgeübt, so wird die mechanische Kraftverstärkung wirksam. Die Kolbenkraft, durch den steilen Kegel des Kolbens auf das etwa Zehnfache verstärkt und durch den flachen Hohlkegel des Kopfes umgelenkt, wird über die Hebellagerung in die Kolbenstange eingeleitet. Dadurch wird die Kolbenstange mit der Spannkraft nach vorn geschoben. Kolben und Kolbenstange bewegen sich daher beim Durchfahren des Spannungsbereiches mit unterschiedlicher Geschwindigkeit.

**[0009]** Der Rückhub ist aus jeder Arbeitslage der Kolbenstange möglich. Demnach ist es nicht erforderlich, den maximal möglichen Arbeitshub zu durchfahren. Nach dem Umschalten der Druckluft auf den Rückhub wird die entgegengesetzte Seite des Kolbens beaufschlagt und dadurch die mechanische Übersetzung aufgehoben. Der Kolben wird somit zurückgeschoben, bis er an seinem Dämpfungselement anliegt. Der Kolben fährt dann gemeinsam mit der Kolbenstange in die Anfangslage zurück. Die Masse der mit großer Geschwindigkeit zurückfahrenden Kolbenstange und ggf. angekoppelter Vorrichtung wird über den Zylinderdeckel – der als Dämpfungselement ausgebildet ist – angeschlaggedämpft. Die Kraft im Rückhub ist wegen der kleineren wirksamen Kolbenfläche etwa halb so groß wie jene in Arbeitsstellung (Rückhubkraft).

**[0010]** Die vorbekannten Pneumatikzylinder der vo-

rausgesetzten Gattung bauen relativ groß und demgemäß sperrig und besonders in der Kraftfahrzeugindustrie, zum Beispiel im Karosseriebau, steht dieser Platz nicht immer in dem erforderlichen Maße zur Verfügung.

#### Stand der Technik

**[0011]** Aus der US 4,458,889 A ist eine Kniehebelspannvorrichtung mit einem Spannkopf und einem sich daran anschließenden abwechselnd beidseitig durch Luftdruck zu beaufschlagender Zylinder vorbekannt. Die Kolbenstange ist über Gewinde mit der Kniehebelgelenkanordnung verbunden, wobei der mit der Kniehebelgelenkanordnung über eine Achse gekuppelte Bolzen auf beiden Seiten Laufrollen aufweist, die in parallel zueinander und parallel zur Längsachse der Kolbenstange verlaufenden Längsnuten reibungsarm geführt sind. Der Druckluftzylinder ist im Querschnitt kreisrund ausgebildet.

**[0012]** Die DE 24 48 028 C2 betrifft einen Arbeitszylinder für pneumatische oder hydraulische Druckmedien mit einem in einem mittels Zylinderdeckel stirnseitig abgeschlossenen Zylinderraum in Zylinderlängsrichtung hin und her bewegbar angeordnetem Kolben, der mit einer durch einen Zylinderdeckel gasdicht hindurchgeführten Kolbenstange verbunden ist und in wenigstens einer Stirnseite im Bereich der Ecken sich in Zylinderlängsrichtung erstreckende Bohrungen zur Aufnahme von Befestigungselementen für das Anbringen eines Zylinderdeckels aufweist. Mindestens zwei durch Ablängen aus einem gezogenen Mehrkant-Hohlprofil hergestellte geschlossene Zylinder mit parallelen Längsaußen- und Innenseiten besitzen an den Längsaußenseiten quer zur Längsmittelachse des Zylinders verlaufende durchgehende Bohrungen für verbindende Befestigungsschrauben. Das Mehrkant-Hohlprofil ist ein Rechteck. Die Bohrungen für die Aufnahme der Befestigungsschrauben und/oder für die Aufnahme von Befestigungselementen sind innerhalb der Wandbereiche mit größerer Wandstärke ausgebildet.

**[0013]** Die DE 30 03 157 A1 betrifft ein Dichtungselement zur Abdichtung von flüssigen oder gasförmigen Medien, insbesondere an nicht kreisrunden Kolben und Stangen von hydraulischen und pneumatischen Schubkolbenmotoren oder dergleichen, wobei die Stützscheibe an einer Kolben- oder Deckelfläche angeordnet ist, und zwischen der parallel dazu befindlichen, verschiebbaren Stützscheibe eine den Profilring ummantelnde oder eine von dem Profilring ummantelte elastische Spannplatte durch Spannelemente zusammenpressbar mit dem Kolben oder dem Deckel befestigt ist. In der Zeichnung sind im Querschnitt quadratische und annähernd flachovale Zylinder dargestellt, wobei unter flachoval Rechteckformen zu verstehen sind, wobei die langen Seiten des Rechtecks parallel zueinander verlaufen, während

die kurzen Seiten des Rechtecks durch Kreisbogen gebildet sind, die die längeren Rechteckseiten miteinander sprunglos verbinden. Mit den in der vorerwähnten Druckschrift beschriebenen Dichtungen soll eine leckfreie Abdichtung mit langer Lebensdauer an nicht kreisförmigen Kolben und Stangen erzielt werden.

**[0014]** Die DE 32 42 788 C2 betrifft eine druckmittelbetätigbare Kniehebelspannvorrichtung mit einem Zylinder von im Querschnitt länglicher Grundform, in dem ein Kolben entsprechender Grundform längsverschieblich und dichtend geführt ist. Zylinder und Kolben sollen im Querschnitt ein mit zwei gegenüberliegenden abgeplatteten Abschnitten versehenes Oval sein, in dem ein mit einer Kolbenstange verbundener Kolben längsverschieblich und dichtend geführt ist. Die Kolbenstange ist über eine Kniehebelgelenkanordnung mit einem Spannarm verbunden.

**[0015]** Aus der DE 34 03 961 A1 ist eine pneumatische oder hydraulisch betätigbare Kniehebelspannvorrichtung zum Spannen von Karosserieteilen mit einem in einem Zylinder längsverschieblich und dichtend geführten Kolben vorbekannt, der abwechselnd beidseitig durch Druckmitteldruck beaufschlagbar ist und über eine Kolbenstange und über das Kniehebelgelenk mit einer Spann- und Haltebacke getrieblich verbunden ist, wobei koaxial zum Kolben ein einseitig sich stetig im Durchmesser vergrößernder Arretierkolben angeordnet ist. Auf der Mantelfläche des Arretierkolbens sind in Umfangsrichtung desselben mehrere Wälzkörper angeordnet, die sich einerseits gegen die Mantelfläche des Arretierkolbens und andererseits gegen die Zylinderinnenwandung abzustützen vermögen. Die Wälzkörper sind einseitig gegen Druckfedern gegen den Kolben abgestützt, wobei die Druckfedern jeweils in im Kolben vorgesehenen Vertiefungen gelagert sind. Der Arretierkolben ist verdrehsicher auf der mit dem Kolben verbundenen Kolbenstange geführt. Die Wälzkörper sind in käfigartigen Ausformungen des Arretierkolbens gelagert, die entsprechend der Formgebung der Wälzkörper gestaltet sind. Der Arretierkolben ist zwischen einem Entriegelungskolben und dem Kolben angeordnet, wobei der Entriegelungskolben auf einem Kolbenstangenteil um ein begrenztes Maß axial verschieblich, einerseits gegen die Zylinderinnenwandung abgedichtet und andererseits gegen die Kolbenstange abgedichtet angeordnet ist. Die Axialbewegung des Arretierkolbens ist in der einen Richtung durch eine Schulter der Kolbenstange begrenzt, während in der entgegengesetzten Bewegungsrichtung der Entriegelungskolben zunächst gegen die Wälzkörper und anschließend gegen die Stirnfläche des Arretierkolbens zur Anlage bringbar ist. Der Arretierkolben kann kegelstumpfförmig ausgebildet sein. Im Grunde genommen besteht diese Kniehebelspannvorrichtung somit in konventioneller Weise wiederum aus einem Spannkopf und einer sich axial daran anschließen-

den abwechselnd beidseitig pneumatisch oder hydraulisch beaufschlagbaren Kolben-Zylinder-Einheit, deren Kolbenstange über die Kniehebelgelenkanordnung einen Spannarm antreibt, also hin und her schwenkt.

#### Aufgabenstellung

**[0016]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Pneumatikzylinder gemäß der vorausgesetzten Gattung baugünstiger auszubilden.

#### Lösung

**[0017]** Die Aufgabe wird durch jeden der Patentansprüche 1 bis 3 gelöst.

#### Einige Vorteile

**[0018]** Bei der Lösung nach jedem der nebengeordneten Patentansprüche 1 bis 3 ist der unrunde Zylinder im Querschnitt relativ flach ausgebildet, derart, dass er durch zwei parallel zueinander verlaufende, relativ lange Seiten begrenzt ist, die an den schmaleren Seiten durch eine sprunglose Kurve, z. B. jeweils durch einen nach außen gekrümmten Kreisbogen, miteinander verbunden sind. Dadurch weisen die ungerunden Zylinder z. B. in jedem orthogonal zu ihrer Längsachse geführten Querschnitt einen etwa rechteckförmigen Querschnitt auf, wobei die Schmalseiten entsprechend der vorbeschriebenen Lösung ausgestaltet sind. Der Zylinder kann aber auch in jedem orthogonal zu seiner Längsachse geführten Querschnitt eine flachovale Form aufweisen. Der Kolben ist bei allen nebengeordneten Ansprüchen dem Innenquerschnitt des jeweiligen Zylinders, zusammen mit seinen Dichtelementen, formmäßig angepasst ausgebildet.

**[0019]** Die als Übersetzungshebel dienenden dreiarmligen Winkelhebel sind dabei reibungsarm mit ihren Laufrollen an den schmaleren, innen kurvenförmigen Seiten geführt, derart, dass die dreiarmligen Winkelhebel jeweils synchron und gleichgerichtet in einer Ebene schwingen, die parallel zu der größten Erstreckung des jeweiligen ungerunden Zylinders verläuft, bei einem Oval in einer Ebene, die parallel zur längsten Ellipsenachse angeordnet ist. Die an der Innenseite des Zylinders über einen gewissen Hub abrollenden Laufrollen sind dabei vorteilhafterweise der Innenkontur der hier angeordneten Wandungsabschnitte angepasst, so dass sich nicht nur eine reibungsarme, sondern auch eine verkantungsfreie Führung ergibt. Auch der ungerunde Kolben ist durch diese Ausbildung des Innenquerschnittes des Zylinders verkantungsfrei und verdrehsicher geführt.

**[0020]** Bei allen Lösungen ergibt sich eine sehr flach bauende, raumsparende Konstruktion, so dass sich derartig ausgebildete Pneumatikkraftzylinder auch

unter beengten Raumverhältnissen, im Bedarfsfalle auch dicht nebeneinander, anordnen lassen. Dadurch eignen sie sich besonders überall dort, wo nur wenig Platz zur Verfügung steht, zum Beispiel im Karosseriebau der Kfz-Industrie zum Einprägen von Nummern, zum Clinchen, zum Verbinden von Muttern, Schraubbolzen oder dergleichen durch Fließpressen, wobei hierbei hohe Kräfte auf die miteinander zu verbindenden Materialien ausgeübt werden müssen.

#### Weitere erfinderische Ausführungsformen

**[0021]** In Patentanspruch 4 ist eine Ausführungsform beschrieben, bei welcher auch das Gehäuse zumindest an seiner Außenkontur der Außenkontur des zugeordneten Zylinders entsprechend geformt ist. Dadurch wird auch das Gehäuse der raumsparenden Ausführung des Zylinders entsprechend angepasst.

**[0022]** Gemäß Patentanspruch 5 ist der Kraftkörper der Innenkontur des Gehäuses ebenfalls ungerund ausgebildet und besitzt vorteilhafterweise eine Gestalt, die ähnlich der Innengestalt der Querschnittsform des zugeordneten Zylinders ausgebildet ist.

**[0023]** Bei der Ausführungsform nach Patentanspruch 6 sind die Laufrollen an ihren Laufflächen mit einer Kontur versehen, die der Krümmung der hier zugeordneten Wandabschnitte des Zylinders entspricht.

**[0024]** Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus den Patentansprüchen 7 bis 19 und aus der nachfolgenden Beschreibung.

#### Ausführungsbeispiel

**[0025]** Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der Zeichnung, in der die Erfindung – teils schematisch – beispielsweise veranschaulicht ist. Es zeigen:

**[0026]** [Fig. 1](#) die Anwendung eines Kraftzylinders gemäß der Erfindung mit einem Hub-Kraft-Diagramm;

**[0027]** [Fig. 2](#) eine Seitenansicht einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

**[0028]** [Fig. 3](#) einen Axiallängsschnitt parallel zu der längsten Querschnittsachse eines ungerund ausgebildeten Zylinders;

**[0029]** [Fig. 4](#) eine Draufsicht zu [Fig. 3](#) und

**[0030]** [Fig. 5](#) einen orthogonal zur Längsachse des Zylinders geführten Querschnitt nach der Linie V – V der [Fig. 3](#), allerdings mit noch an der inneren Mantelfläche der jeweils schmaleren Seiten des ungerunden

Zylinders laufenden äußeren Laufrollen der Winkelhebel.

**[0031]** In [Fig. 1](#) ist das Spannen eines Werkstückes **2** in einer Vorrichtung **3** mittels eines erfindungsgemäßen Pneumatikzylinders **1** dargestellt, dem in Richtung des Pfeiles **4** Druckluft von z. B. 6 bar über eine Leitung **5** zugeführt werden kann.

**[0032]** Wird die Leitung **5** entlüftet und statt dessen Druckluft über die Leitung **6** zugeführt, so wird der Pneumatikzylinder **1** in Öffnungsstellung gesteuert, wie es noch weiter unten im einzelnen beschrieben wird.

**[0033]** In dem Diagramm aus [Fig. 1](#) ist der Kraftverlauf beim Spannen des Werkstückes **2**, nämlich die sogenannte „Anstellkraft“ und die „Rückhubkraft“ zu erkennen. Auch der „Anstellhub“ sowie der „Spannbereich“ sind deutlich hervorgehoben. Die Kraft ist in Newton = N und der Hub in Millimeter = mm dargestellt. Deutlich ist zu erkennen, wie im Spannbereich die Spannkraft [N] annähernd sprunghaft von der Anstellkraft auf etwa den zehnfachen Betrag ansteigt und beim Lösen des Werkstückes **2** wieder auf Null abfällt.

**[0034]** Der Pneumatikzylinder **1** weist einen stark unrunderen Zylinder **7** auf, der bei der dargestellten Ausführungsform aus zwei parallel und mit Abstand zueinander verlaufenden langen Seiten **8** und **9** besteht, die die Seiten eines Rechtecks bilden, wobei die schmalen Seiten **11** bzw. **12** sowohl an der Innenseite **13** bzw. **14** des Zylinders **7**, als auch an der äußeren Mantelfläche **15** bzw. **16** durch je einen Kreisbogen begrenzt sind. Mit **10** ist die innere Kontur des Zylinders bezeichnet, mit der die Mantelfläche des Kolbens **22** konturmäßig übereinstimmt, so dass sich dieser nicht verdrehen kann. Die Kreisbögen weisen jeweils den gleichen Radius auf. Die längeren Seiten **8** und **9** verlaufen sowohl an ihren Außenmantelflächen als auch an ihren Innenmantelflächen parallel zueinander.

**[0035]** Der Zylinder **7** ist endseitig durch einen dem Zylinder **7** formmäßig ähnlich angepassten Deckel **17** abgeschlossen, der einen Stecker **18** mit Sensor **19** aufweist, der durch ein Sensorteil **20** bedämpft wird, um über den Stecker **18** zu einer entfernt liegenden Stelle die entsprechende Endstellung eines längsverschieblich und mittels einer Dichtung **21** in dem Zylinder **7** in Richtung der Längsachse **23** verschieblich geführten Kolbens **22** anzuzeigen. Dichtung **21** und Kolben **22** sind der inneren Form des Zylinders **7** angepasst und damit verdrehsicher in dem unrunderen Zylinder **7** geführt. Zylinder und Kolben können auch eine zueinander angepasste Ovalform aufweisen.

**[0036]** Bei **24** ist ein mit Gewinde versehener Druckluftanschluss vorgesehen, der in einen Druckluftka-

nal **25** ausmündet. Hierüber wird der Kolben **22** auf seiner Stirnfläche **26** mit Druckluft beaufschlagt und dadurch in Richtung X verschoben, um einen Anstellhub und einen Spannhub auszuführen.

**[0037]** Auf der der Stirnfläche **26** gegenüberliegenden Seite **27** ist der Kolben **22** mit einem Schwert **28** einstückig über Schrauben **29** oder dergleichen oder materialmäßig einstückig verbunden.

**[0038]** Auf der dem Deckel **17** gegenüberliegenden Seite des unrunderen Zylinders **7** ist ein insgesamt mit dem Bezugszeichen **30** bezeichnetes Gehäuse vorgesehen, das im wesentlichen zweiteilig ausgebildet ist und aus dem Lagergehäuseteil **31** und dem Anschlussgehäuseteil **32** besteht. Das Anschlussgehäuseteil **32** besitzt unter anderem auch einen Stecker **33**, der mit einem Sensor **34** zusammenwirkt, um die Endstellung (Spannstellung) des Pneumatikzylinders **1** zu detektieren. Die Sensoren **19**, **20** und **34** können als Mikroschalter, induktive Schalter, Pneumatikschalter oder dergleichen ausgebildet sein.

**[0039]** In dem Anschlussgehäuseteil **32** sind zahlreiche Bohrungen zum Befestigen des Pneumatikzylinders **1** an geeigneten Vorrichtungen **3** zu ermöglichen. Außerdem besitzt das Anschlussgehäuseteil **32** eine zentrische, mehrstufige Ausnehmung mit Lagerbuchse **35** und Dichtung **36** zum längsverschieblichen Anordnen einer Kolbenstange **37**, die über eine Kulisse **38** und Kulissenschlitz **39** mit dem Schwert **28** und damit auch getrieblich mit dem Kolben **22** gekuppelt ist.

**[0040]** Das Lagergehäuseteil **31** nimmt einen der Querschnittsgestalt des Zylinders **7** angepassten ringartigen Kraftkörper **40** auf und lagert ihn durch z. B. zwei senkrecht aufeinander stehende Wandungen **41** und **42** formschlüssig axial und radial an entsprechenden Aussparungen in dem Lagergehäuseteil **31**, wobei der Kraftkörper **40** durch mehrere mit Innensechskant versehene versenkt angeordnete Schrauben **43** bzw. **44** in dem Lagergehäuseteil **31** arretiert ist. Der ringförmige Kraftkörper **40** liegt mit seiner inneren Mantelfläche **45** in Flucht mit den jeweiligen inneren Mantelflächen (Kontur) des unrunderen Zylinders **7**.

**[0041]** Außerdem erkennt man insbesondere aus [Fig. 3](#), dass das Anschlussgehäuseteil **32** im Anschluss an eine Aussparung **46** eine im Durchmesser vergrößerte Aussparung **47** aufweist, die bis annähernd an die Außenkontur des unrunderen Kraftkörpers **40** reicht, wobei der Kraftkörper **40** allerdings über einen unrunderen ringförmigen Randabschnitt **48** gegen eine Schulter **49** des Anschlussgehäuseteils **32** axial und radial arretiert ist.

**[0042]** Lagergehäuseteil **31** und Anschlussgehäu-

seteil **32** sind über mehrere über den Umfang verteilt angeordnete versenkte Schrauben **50** bzw. **51** einstückig, aber lösbar, miteinander verbunden. Die Schrauben **50** und **51** und noch mehrere, nicht dargestellte Schrauben durchgreifen jeweils Bohrungen in dem Lagergehäuseteil **31** und sind über Gewinde in Sackbohrungen des Anschlussgehäuseteils **32** eingeschraubt, so dass Lagergehäuseteil **31** und Anschlussgehäuseteil **32** fest gegeneinander gezogen werden. Die äußere Kontur des Gehäuses **30** ist formmäßig ähnlich der äußeren Kontur des jeweiligen Zylinders **7** ausgebildet und stimmt in ihrer äußeren Formgebung auch ähnlich mit dem Deckel **17** überein.

**[0043]** Mit den Bezugszeichen **52** bzw. **53** sind zwei dreiarmlige Winkelhebel bezeichnet, wobei jeder der Winkelhebel **52** und **53** um eine Schwenkachse **57** bzw. **59** an der Kolbenstange **37** in Richtung A bzw. B mithin parallel zu der größten Achse **56** (Fig. 5) des annähernd flachovalen Zylinders **7** um ein begrenztes Maß synchron schwenkbeweglich gelagert ist. Die Winkelhebel **52** und **53** sind symmetrisch zueinander angeordnet, besitzen die gleiche Gestalt und die gleiche Größe, was auch für die äußeren Laufrollen **58** bzw. **60** sowie den Stützrollen **61** bzw. **62** gilt. Mit **54** bzw. **55** sind Achsen bezeichnet.

**[0044]** Die Laufrollen **58** bzw. **60** rollen auf einem gewissen Hubabschnitt an der Innenseite **13** bzw. **14** des Zylinders **7**, zu der sie formmäßig angepasst sind, während die Stützrollen **61** und **62** auf der sich konisch in Richtung auf den Kraftkörper **40** verjüngenden Schwertoberflächen **63** bzw. **64** abrollen. Das Schwert **28** ist an seinem freien Ende bei **65** und **66** stark konisch zulaufend ausgebildet, so dass die Winkelhebel **52** und **53** bei Erreichen dieses Bereiches in die Aussparung **47** einschwenken und dabei auf der keilförmig sich in Richtung auf die Längsachse **23** sich verjüngenden Oberfläche **67** des Kraftkörpers **40** abrollen.

**[0045]** Bei **68** ist ein Druckluftanschlusskanal schematisch veranschaulicht, durch den zur Einleitung des Rückhubes des Kolbens **22** Druckluft eingeleitet wird.

**[0046]** Kolben **22** und Kolbenstange **37** bewegen sich in gewissen Bereichen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

**[0047]** Die Wirkungsweise der aus der Zeichnung ersichtlichen Ausführungsform ist folgende:

#### Arbeitshub

**[0048]** Anstellhub: Über den Druckluftkanal **25** wird der Kolben **22** mit Druckluft beaufschlagt und bewegt sich dadurch in Richtung X (Fig. 3). Mindestens die äußeren Laufrollen **58** und **60** rollen dabei auf den In-

nenseiten **13** und **14** des Zylinders **7** ab, während sich die Stützrollen **61**, **62** auf den zugekehrten Schwertoberflächen **63**, **64** abstützen. Der Kolben **22** stützt sich somit mit seinem vorderen Endabschnitt auf den inneren Laufrollen **61** und **62** ab und schiebt die Kolbenstange **37** über diese Laufrollen **61** und **62** mit sich. Die äußeren Laufrollen **58** und **60** laufen dabei auf den Innenseiten **13** und **14** des flachovalen, oder ovalen oder im Querschnitt rechteckförmigen, an den Schmalseiten durch Kreisbogen begrenzten Innenseiten **13** und **14** des unrunder Zylinders **7** ab. Mithin wird an der Kolbenstange **37** eine Kraft wirksam, die als „Anstellkraft“ bezeichnet wird.

#### Spannbereich:

**[0049]** Sobald die Laufrollen **58** und **60** der Winkelhebel **52** und **53** den Eckbereich oder Kopf des Kraftkörpers **40** erreicht haben, können sie um die Achsen **57** und **59** nach außen in die Aussparung **47** des Anschlussgehäuseteils **32** hineinschwenken, wobei der Kolben **22** das vordere, konisch zulaufende Ende des Schwertes **28** zwischen die inneren Stützrollen **61**, **62** hineinschiebt. Beim Ausüben einer Gegenkraft auf die Kolbenstange **37** wird eine mechanische Kraftverstärkung wirksam. Die Kolbenkraft wird durch den steileren Kegelwinkel des Schwertes **28** auf zum Beispiel das Zehnfache verstärkt und durch den flachen, zum Beispiel **20** Grad betragenden Winkel  $\alpha$  des Kraftkörpers **40** umgelenkt und über die Winkelhebel **52**, **53** in die Kolbenstange **37** eingeleitet. Dadurch wird die Kolbenstange **37** mit einer sehr hohen Kraft in Richtung X verschoben. Der Kolben **22** und die Kolbenstange **37** bewegen sich beim Durchfahren des Spannbereiches mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten.

#### Rückhub:

**[0050]** Der Rückhub kann in jeder Arbeitslage der Kolbenstange **37** eingeleitet werden. Wird Druckluft über den Kanal **68** zugeführt, wird der Kolben **22** auf der gegenüberliegenden Seite mit Druckluft beaufschlagt und die mechanische Übersetzung aufgehoben. Der Kolben **22** bewegt sich dann in Richtung Y (Fig. 3) und fährt gemeinsam mit der Kolbenstange **37** in die Anfangslage (Fig. 3) zurück. Die Masse der mit großer Geschwindigkeit zurückfahrenden Kolbenstange **37** und eine etwa angeschlossene Vorrichtung wird durch einen zwischen Deckel **17** und Kolben **22** angeordneten Stoßdämpfer (nicht dargestellt), zum Beispiel einen Kunststoffblock oder einen mechanischen Stoßdämpfer, anschlaggedämpft.

## Bezugszeichenliste

1	Pneumatikzylinder	56	Achse, größte
2	Werkstück	57	Schwenkachse
3	Vorrichtung	58	Laufrolle, äußere
4	Pfeil	59	Schwenkachse
5	Leitung	60	Laufrolle, äußere
6	Leitung	61	Stützrolle
7	Zylinder, Ovalzylinder, Flachovalzylinder, Rechteck mit an den Schmalseiten durch Kreisbogen abgerundet, unrunder Zylinder	62	Stützrolle
8	Seite, lange	63	Schwertoberfläche
9	Seite, lange	64	Schwertoberfläche
10	Mantelfläche, innere des Kolbens 22, Kontur	65	freies Ende des Schwertes 28
11	Seite, schmale	66	freies Ende des Schwertes 28
12	Seite, schmale	67	Oberfläche des Kraftkörpers 40
13	Innenseite der schmalen Seite 11	68	Druckluftanschlusskanal
14	Innenseite der schmalen Seite 12	A	Schwenkrichtung der Winkelhebel 52, 53
15	Mantelfläche, äußere der schmalen Seite 11	B	Schwenkrichtung der Winkelhebel 52, 53
16	Mantelfläche, äußere der schmalen Seite 12	mm	Millimeter
17	Deckel	N	Spannkraft
18	Stecker	X	Bewegungsrichtung
19	Sensor	Y	Bewegungsrichtung
20	Sensorteil		
21	Dichtung		
22	Kolben		
23	Längsachse		
24	Druckluftanschluss		
25	Druckluftkanal		
26	Stirnfläche des Kolbens 22		
27	Seite des Kolbens 22		
28	Schwert		
29	Schraube		
30	Gehäuse		
31	Lagergehäuseteil		
32	Anschlussgehäuseteil		
33	Stecker		
34	Sensor		
35	Lagerbuchse		
36	Dichtung		
37	Kolbenstange		
38	Kulisse		
39	Kulissenschlitz		
40	Kraftkörper		
41	Wandung		
42	Wandung		
43	Schraube		
44	Schraube		
45	Mantelfläche, innere		
46	Aussparung		
47	Aussparung, vergrößerte		
48	Randabschnitt, ringförmiger		
49	Schulter		
50	Schraube		
51	Schraube		
52	Winkelhebel		
53	Winkelhebel		
54	Achse		
55	Achse		

## Patentansprüche

1. Pneumatikkraftzylinder, mit einem abwechselnd durch Druckluft beaufschlagbaren und in einem im Querschnitt unrunder Zylinder (7) längsverschieblich und dichtend geführten Kolben (22), dem ein einseitiges in den Zylinder (7) hervorragendes Schwert (28) zugeordnet ist, das zumindest auf einem Teil seines freien Endbereiches an seinem Umfang sich in Richtung auf sein freies Ende verjüngt (65, 66), mit einer aus einem Gehäuse (30) heraustretenden Kolbenstange (37), die durch den Kolben (22) in entgegengesetzten Richtungen (X bzw. Y) antreibbar ist und die an ihrem dem Schwert (28) zugekehrten Ende auf gegenüberliegenden Seiten der mit dem Kolben (22) gemeinsamen Längsachse (23) je mindestens einen um je eine Schwenkachse (57, 59) schwenkbaren Winkelhebel (52, 53) aufweist, wobei die Schwenkachsen (57, 59) parallel zueinander gerichtet sind, derart, dass die Winkelhebel (52, 53) jeweils in einer Ebene schwenken, die parallel zur größten Querachse (56) des unrunder Zylinders (7) verläuft, wobei die Winkelhebel (52, 53) an je einem Hebelarm je eine äußere Laufrolle (58 bzw. 60) aufweisen, die über einen gewissen Hub des Kolbens (22) an den schmaleren gekrümmten Innenseiten (13, 14) des unrunder Zylinders (7) abrollen, und dass mit je einem anderen Hebel des zugeordneten Winkelhebels (52, 53) je eine Stützrolle (61, 62) um je eine Achse (54, 55) drehbar angeordnet ist, die von den sich verjüngenden Schwertoberflächen (65, 66) des Schwertes (28) mitnehmbar sind, wobei sämtliche Achsen der äußeren Laufrollen (58, 60) und der Stützrollen (61, 62) z. B. parallel zueinander verlaufen, mit einem der Querschnittsformen des unrunder Zylinders (7) angepassten ringförmigen Kraftkörpers (40), der in einer Aussparung (47) eines zweiteiligen Gehäuses (30) axial und radial arretiert angeordnet ist und der auf seiner dem Kolben (22) abgekehrten Seite unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) sich zur Längs-

achse (23) des unrunder Kolbens (22) und der Kolbenstange (37) verjüngt und auf dessen geneigter Oberfläche (67) die äußeren Laufrollen (58, 60) durch Schwenken der Winkelhebel (52, 53) aufrollbar sind, wobei der unrunde Zylinder (7) in jedem zu seiner Längsachse (23) orthogonal geführten Querschnitt einen etwa rechteckförmigen Querschnitt aufweist, wobei die langen Seiten des Rechteckes durch je eine sprunglos verlaufende, nach außen gekrümmte Kurve miteinander verbunden sind, die jeweils die kürzere Seite bildet.

2. Pneumatikkraftzylinder, mit einem abwechselnd durch Druckluft beaufschlagbaren und in einem im Querschnitt unrunder Zylinder (7) längsverschieblich und dichtend geführten Kolben (22), dem ein einseitiges in den Zylinder (7) hervorragendes Schwert (28) zugeordnet ist, das zumindest auf einem Teil seines freien Endbereiches an seinem Umfang sich in Richtung auf sein freies Ende verjüngt (65, 66), mit einer aus einem Gehäuse (30) heraustretenden Kolbenstange (37), die durch den Kolben (22) in entgegengesetzten Richtungen (X bzw. Y) antreibbar ist und die an ihrem dem Schwert (28) zugekehrten Ende auf gegenüberliegenden Seiten der mit dem Kolben (22) gemeinsamen Längsachse (23) je mindestens einen um je eine Schwenkachse (57, 59) schwenkbaren Winkelhebel (52, 53) aufweist, wobei die Schwenkachsen (57, 59) parallel zueinander gerichtet sind, derart, dass die Winkelhebel (52, 53) jeweils in einer Ebene schwenken, die parallel zur größten Querachse (56) des unrunder Zylinders (7) verläuft, wobei die Winkelhebel (52, 53) an je einem Hebelarm je eine äußere Laufrolle (58 bzw. 60) aufweisen, die über einen gewissen Hub des Kolbens (22) an den schmaleren gekrümmten Innenseiten (13, 14) des unrunder Zylinders (7) abrollen, und dass mit je einem anderen Hebel des zugeordneten Winkelhebels (52, 53) je eine Stützrolle (61, 62) um je eine Achse (54, 55) drehbar angeordnet ist, die von den sich verjüngenden Schwertoberflächen (65, 66) des Schwertes (28) mitnehmbar sind, wobei sämtliche Achsen der äußeren Laufrollen (58, 60) und der Stützrollen (61, 62) z. B. parallel zueinander verlaufen, mit einem der Querschnittsformen des unrunder Zylinders (7) angepassten ringförmigen Kraftkörpers (40), der in einer Aussparung (47) eines zweiteiligen Gehäuses (30) axial und radial arretiert angeordnet ist und der auf seiner dem Kolben (22) abgekehrten Seite unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) sich zur Längsachse (23) des unrunder Kolbens (22) und der Kolbenstange (37) verjüngt und auf dessen geneigter Oberfläche (67) die äußeren Laufrollen (58, 60) durch Schwenken der Winkelhebel (52, 53) aufrollbar sind, wobei der unrunde Zylinder (7) in jedem zu seiner Längsachse (23) orthogonal geführten Querschnitt einen etwa rechteckförmigen Querschnitt aufweist, wobei die langen parallelen Seiten des Rechteckes durch jeweils einen nach außen gekrümmten Kreisbogen miteinander verbunden sind, der die jeweils kürzere Seite bildet.

3. Pneumatikkraftzylinder, mit einem abwechselnd durch Druckluft beaufschlagbaren und in einem

im Querschnitt unrunder Zylinder (7) längsverschieblich und dichtend geführten Kolben (22), dem ein einseitiges in den Zylinder (7) hervorragendes Schwert (28) zugeordnet ist, das zumindest auf einem Teil seines freien Endbereiches an seinem Umfang sich in Richtung auf sein freies Ende verjüngt (65, 66), mit einer aus einem Gehäuse (30) heraustretenden Kolbenstange (37), die durch den Kolben (22) in entgegengesetzten Richtungen (X bzw. Y) antreibbar ist und die an ihrem dem Schwert (28) zugekehrten Ende auf gegenüberliegenden Seiten der mit dem Kolben (22) gemeinsamen Längsachse (23) je mindestens einen um je eine Schwenkachse (57, 59) schwenkbaren Winkelhebel (52, 53) aufweist, wobei die Schwenkachsen (57, 59) parallel zueinander gerichtet sind, derart, dass die Winkelhebel (52, 53) jeweils in einer Ebene schwenken, die parallel zur größten Querachse (56) des unrunder Zylinders (7) verläuft, wobei die Winkelhebel (52, 53) an je einem Hebelarm je eine äußere Laufrolle (58 bzw. 60) aufweisen, die über einen gewissen Hub des Kolbens (22) an den schmaleren gekrümmten Innenseiten (13, 14) des unrunder Zylinders (7) abrollen, und dass mit je einem anderen Hebel des zugeordneten Winkelhebels (52, 53) je eine Stützrolle (61, 62) um je eine Achse (54, 55) drehbar angeordnet ist, die von den sich verjüngenden Schwertoberflächen (65, 66) des Schwertes (28) mitnehmbar sind, wobei sämtliche Achsen der äußeren Laufrollen (58, 60) und der Stützrollen (61, 62) z. B. parallel zueinander verlaufen, mit einem der Querschnittsformen des unrunder Zylinders (7) angepassten ringförmigen Kraftkörpers (40), der in einer Aussparung (47) eines zweiteiligen Gehäuses (30) axial und radial arretiert angeordnet ist und der auf seiner dem Kolben (22) abgekehrten Seite unter einem spitzen Winkel ( $\alpha$ ) sich zur Längsachse (23) des unrunder Kolbens (22) und der Kolbenstange (37) verjüngt und auf dessen geneigter Oberfläche (67) die äußeren Laufrollen (58, 60) durch Schwenken der Winkelhebel (52, 53) aufrollbar sind, wobei der unrunde Zylinder (7) in jedem zu seiner Längsachse (23) orthogonal geführten Querschnitt einen etwa rechteckförmigen Querschnitt aufweist, wobei die langen parallelen Seiten des Rechteckes durch jeweils einen nach außen gekrümmten Kreisbogen miteinander verbunden sind, der die jeweils kürzere Seite bildet.

4. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass auch das mit dem unrunder Zylinder (7) verbundene Gehäuse (30) zumindest an seiner Außenkontur der Außenkontur des zugeordneten unrunder Zylinders (7) formmäßig ähnlich gestaltet ist.

5. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Gehäuse (30) mindestens eine Aussparung (47) vorgesehen ist, in der der nicht

kreisförmige, ringförmige Kraftkörper (40) axial und radial gesichert angeordnet ist, der an seiner dem Kolben (22) abgekehrten Seite mit einer auf die Außenseite des Gehäuses (30) unter einem Winkel ( $\alpha$ ) ansteigenden schrägen Oberfläche (67) versehen ist, auf die jeder der Winkelhebel (52, 53) z. B. mit seiner äußeren Laufrolle (58 bzw. 60) aufrollt, während Stützrollen (61, 62) auf zugeordnete Schwertoberflächen (63, 65 bzw. 64, 66) rollen.

6. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die äußeren Laufrollen (58, 60) der Winkelhebel (52, 53) der Kontur und der damit der Krümmung der schmaleren Seiten (13, 14) des unrunderen Zylinders (7) formmäßig angeglichen sind.

7. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (30) aus zwei Gehäuseteilen (31 und 32) besteht, die an ihrem Umfang durch mehrere Schrauben (50, 51) einstückig, aber lösbar, miteinander verbunden sind.

8. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das eine Gehäuseteil (31) als Lagergehäuseteil und das andere Gehäuseteil (32) als Anschlussgehäuseteil ausgebildet ist, wobei in dem Lagergehäuseteil (31) der ringförmige, unrunde Kraftkörper (40) radial und axial arretiert angeordnet ist, derart, dass der Kraftkörper (40) durch Wandungsabschnitte des Lagergehäuseteils (31) einerseits und durch vorspringende Schulterabschnitte des Anschlussgehäuseteils (32) andererseits arretiert ist.

9. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Kraftkörper (40) zusätzlich auf seinem Umfang durch mehrere über den Umfang verteilte Schrauben (43, 44) in dem Lagergehäuseteil (31) arretiert ist.

10. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Anschlussgehäuseteil (32) die Kolbenstange (37) über ein Lager, zum Beispiel eine Lagerbuchse (35), längsverschieblich und vorzugsweise auch über eine Dichtung (36) abgedichtet und nach außen herausgeführt angeordnet ist.

11. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 8 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Anschlussgehäuseteil (32) an seinem Umfang mit mehreren, zum Beispiel mit Gewinde, versehenen Sackbohrungen zum Befestigen an Vorrichtungsteilen versehen ist.

12. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, mit ei-

nem Deckel (17), dadurch gekennzeichnet, dass in dem Deckel (17) ein elektrischer Stecker (18) mit Sensor (19) und zugeordnetem Sensorteil (20) zugeordnet ist, durch die die Endposition des Kolbens (22) detektierbar und zu einer entfernteren Stelle auch anzeigbar bzw. kenntlich zu machen ist.

13. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 8 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in dem Anschlussgehäuseteil (32) ein Sensor (34) zum Detektieren der Stellung der Kolbenstange (37) und zum entfernten Anzeigen zugeordnet ist.

14. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwert (28) mit dem Kolben (22) durch Schrauben (29) einstückig, aber lösbar, verbunden ist.

15. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schwert (28) als flacher Körper oder als Konus oder Teilkonus ausgebildet ist und Schwertoberflächen (63, 64 bzw. 65, 66) aufweist, die sich zum freien Ende des Schwertes (28) in Richtung auf die Winkelhebel verjüngen.

16. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Verjüngungswinkel der endseitig angeordneten Schwertoberflächen (65, 66) dem Winkel ( $\alpha$ ) entspricht, mit dem der Kraftkörper (40) keilförmig verjüngend einseitig ausgebildet ist.

17. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Deckel (17) mit einer Ringschulter den unrunderen Zylinder (17) formschlüssig umgreift.

18. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 8 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lagergehäuseteil (31) das dem Deckel (17) gegenüberliegende Ende des unrunderen Zylinders (17) mit einer Ringschulter umgreift.

19. Pneumatikkraftzylinder nach Anspruch 1 oder einem der darauffolgenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Innenkontur des ringförmigen Kraftkörpers (40) der Innenkontur des unrunderen Zylinders (7) entspricht, derart, dass der Kraftkörper (40) mit seiner Innenkontur sprunglos in die die Innenkontur bildenden Wandungen des unrunderen Zylinders (7) übergeht, und dass auch die Innenkontur des Lagergehäuseteils (31) mit der Innenkontur des Zylinders (7) einerseits und der gegenüberliegenden Innenkontur des Kraftkörpers (40) andererseits sprunglos in Flucht liegt, derart, dass die äußeren Laufrollen (58, 60) ruckfrei von den zugeordneten

schmalere Wandungsteilen (**13, 14**) auf die hier liegenden inneren Wandungsteile des Lagergehäuseteils (**31**) und von diesen wiederum auf die in Flucht liegenden Wandungsteile des Kraftkörpers (**40**) andererseits und dann auf die schräge Oberfläche (**67**) hinüberzurollen vermögen.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig 1

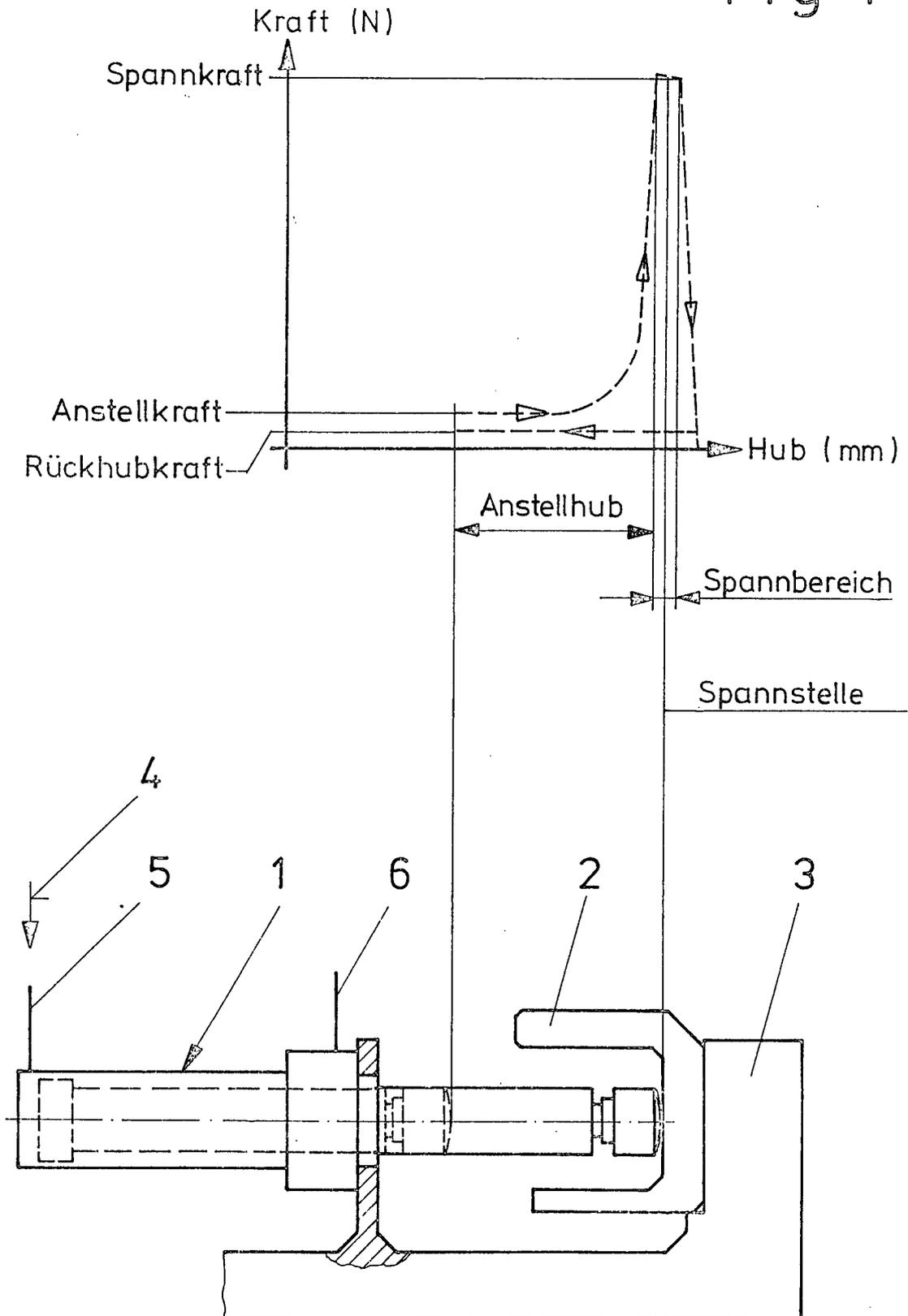


Fig 2

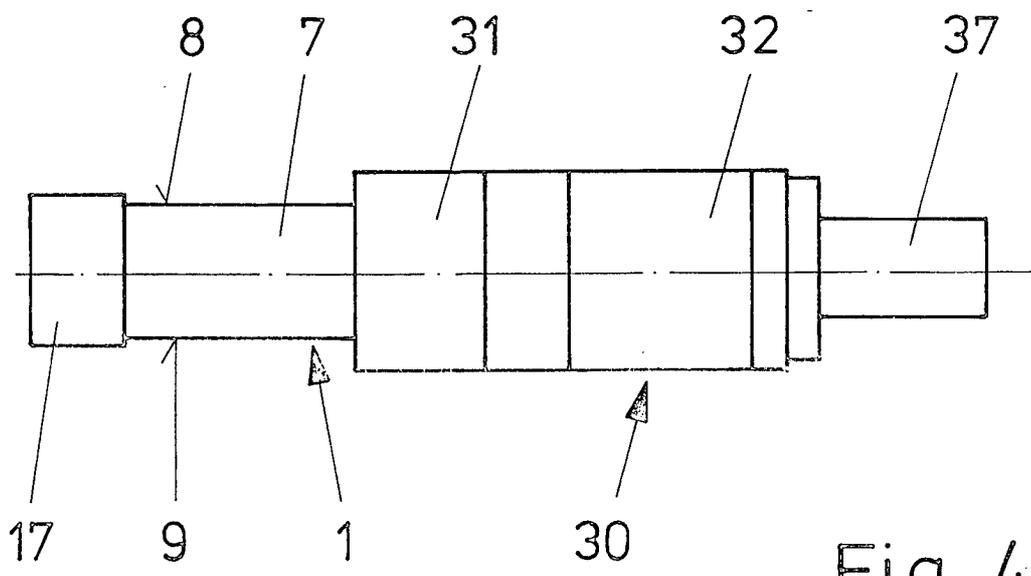
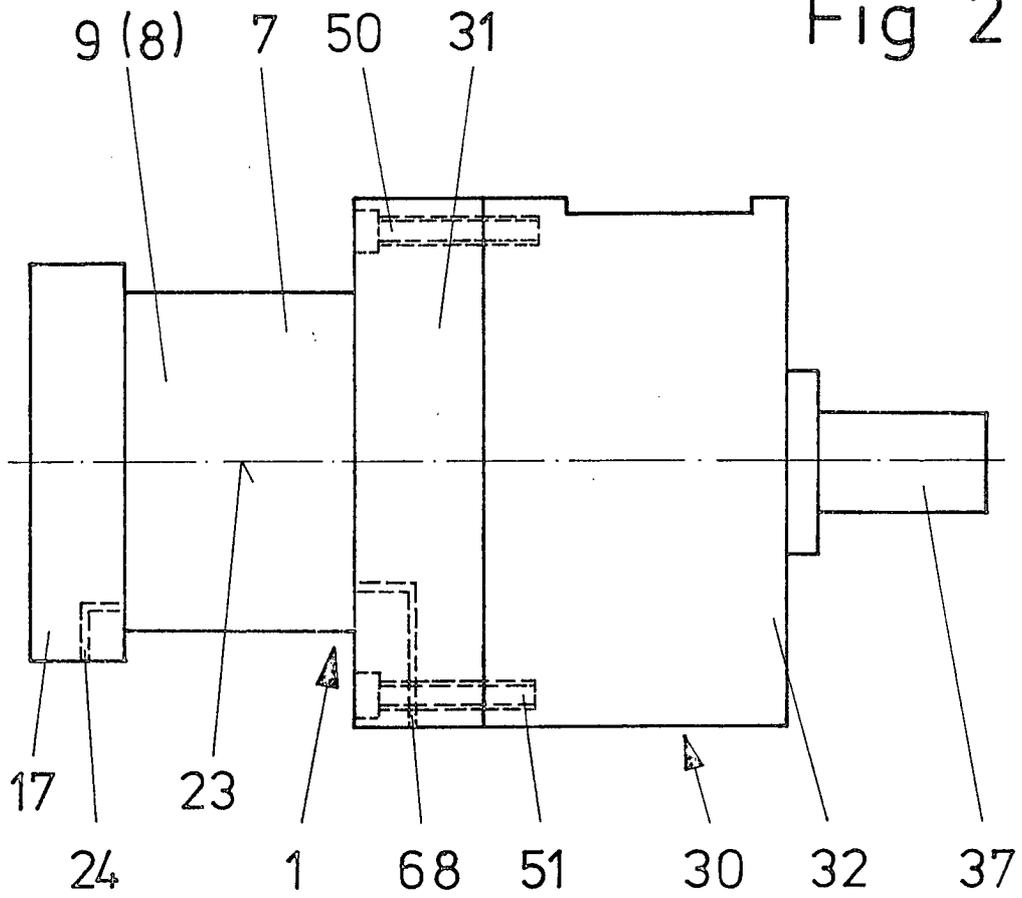


Fig 4



Fig 5

