



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 070 856 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
01.06.2005 Patentblatt 2005/22

(51) Int Cl.7: **F15B 15/28**

(21) Anmeldenummer: **00114195.1**

(22) Anmeldetag: **14.07.2000**

(54) **Vorrichtung zur Erfassung der Lage eines Kolbens**

Piston position indicator

Dispositif de détection de la position d'un piston

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **19.07.1999 DE 19933073**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.2001 Patentblatt 2001/04

(73) Patentinhaber: **CLAAS Industrietechnik GmbH
33106 Paderborn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Kleine, Herbert
46286 Dorsten (DE)**

• **Berkemann, Stephan
33100 Paderborn (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A- 0 893 668	DE-A- 2 339 324
DE-A- 2 344 143	DE-U- 7 201 445
FR-A- 2 216 467	GB-A- 1 369 673
GB-A- 1 526 211	US-A- 2 936 737
US-A- 3 403 365	US-A- 3 654 891
US-A- 3 956 973	US-A- 4 386 552
US-A- 4 552 055	

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

EP 1 070 856 B1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung der Lage eines Kolbens in einem Zylinder, insbesondere einem Druckmittelzylinder, mit einer Bohrung aufweisenden Kolbenstange, in der eine Meßstange angeordnet ist, wobei in Abhängigkeit von der Längsbewegung der Kolbenstange die Meßstange um einen Drehwinkel zwangsgeführt und der Drehwinkel mittels einer Sensoreinrichtung in ein elektrisches Sensorsignal umgewandelt wird.

[0002] Es ist bekannt, zur berührungslosen Messung von Wegen und Winkeln induktive Aufnehmer einzusetzen. So kann beispielsweise die axiale Verschiebung einer Welle induktiv gemessen werden. Der induktive Aufnehmer kann zum einen in einem Zylinderraum eingebaut sein, innerhalb dessen die Welle verschiebbar geführt ist. Nachteilig an dieser Meßmethode ist jedoch, daß Anschlüsse des Aufnehmers über besondere Durchführungen aus dem Zylinderraum nach außen geführt werden müssen. Insbesondere bei unter Druck stehenden Räumen ist der Einsatz dieser bekannten Vorrichtung relativ aufwendig.

[0003] Weiterhin ist es zur Erfassung der Lage eines Kolbens in einem unter Druck stehenden Zylinder bekannt, eine Sensoreinrichtung an einer äußeren Mantelfläche des Zylinderrohrs anzubringen. Diese Sensoreinrichtung wirkt mit einem innerhalb des Zylinders an einer Umfangsfläche des Kolbens angebrachten Dauermagneten zusammen. Dadurch, daß das Zylinderrohr bzw. die Zylinderwand aus einem magnetischen Werkstoff besteht, wird ein Schaltsignal an einem an der Außenseite des Zylinderrohrs angebrachten feststehenden magnetfeldempfindlichen Sensorelement erzeugt, sobald der Kolben mit dem Dauermagneten in den Bereich des Sensorelements bewegt wird. Das so gewonnene Schaltsignal kann in einer nachgeschalteten elektronischen Auswerteeinheit zum Erkennen der Lage des Kolbens in dem Zylinder ausgewertet werden. Nachteilig an der bekannten Vorrichtung ist, daß der Zylinder infolge der Anbringung des Sensorelementes an der Außenseite des Zylinderrohrs unerwünschte Ausladungen aufweist, die dem Zylinder zum einen eine asymmetrische Oberflächenkontur verleiht und zum anderen einen größeren radialen Bauraum erfordert. Die an der Sensoreinrichtung angeschlossenen elektrischen Leitungen müssen in der Umgebung zu einer zentralen Auswerteeinheit geführt werden. Zur Vermeidung dieser Nachteile ist es aus der DE 197 03 903 A1 bereits bekannt, eine Sensoreinrichtung mit magnetfeldempfindlichen Sensoren in axialer Verlängerung zu einem die Lage desselben zu detektierenden zylinderförmigen Teils anzuordnen. Bei dem bekannten zu detektierenden Teil handelt es sich jedoch um eine Lenkspindel eines Lenkrades für Kraftfahrzeuge, bei der der Drehwinkel derselben erfaßt werden soll. Diese bekannte Sensoreinrichtung ist jedoch lediglich dazu geeignet die Verdrehung eines langgestreckten Teiles zu

erfassen. Die Erfassung der axialen Lage insbesondere eines Kolbens ist aus dieser bekannten Vorrichtung nicht entnehmbar.

[0004] Aus der DE 195 45 923 A1 ist eine Vorrichtung zur Erfassung der Lage eines Kolbens in einem Zylinder mit einer Kolbenstange bekannt, die mit einer Bohrung versehen ist, in der eine Meßstange angeordnet ist. Weiterhin ist ein feststehendes Sensorelement vorgesehen, das die Meßstange innerhalb der Bohrung der Kolbenstange umfaßt. Durch relative Verschiebung der Meßstange zu dem feststehenden Sensorelement wird auf induktivem Wege ein Sensorsignal in Abhängigkeit von der Verschiebung der Kolbenstange erzeugt. Die bekannte Vorrichtung ist relativ aufwendig und erfordert einen relativ großen Bauraum, da zum einen die Meßstange innerhalb der Bohrung mit der Kolbenstange fest verbunden sein muß und zum anderen Mittel vorgesehen sein müssen, die eine reibungsarme Verschiebbarkeit des feststehenden Sensorelementes relativ zu der Meßstange und der Kolbenstange gewährleisten. Ferner muß eine ausreichende Abdichtung des feststehenden Sensorelementes zu dem Innenraum des Zylinders vorgesehen sein.

[0005] Aus der US 4,386,552 ist es ferner bekannt, eine verwundene Meßstange zwangsgeführt in einer hohlen Kolbenstange anzuordnen. Bei einer gradlinigen Bewegung der Kolbenstange wird diese in eine Drehbewegung der Meßstange überführt. Ein Sensorelement innerhalb des Druckmediums erfaßt diese Drehbewegung und überführt sie in ein entsprechendes Sensorsignal, welches die relative Lage der Kolbenstange zu dem Zylinderrohr angibt. Nachteilig an dieser Anordnung ist, die Einbaulage des Sensorelementes innerhalb des Druckraumes. Die elektrischen Signale müssen durch aufwendig abgedichtete elektrische Durchführungen aus dem Druckbereich heraus geführt werden. Auch die Kontrolle der Sensoreinrichtung, das Nachrüsten eines Hubzylinders mit der Sensoreinrichtung beziehungsweise eine Reparatur der Sensoreinrichtung läßt sich nur schwer durchführen, da der Hubzylinder dafür zerlegt werden muß.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Vorrichtung zur Erfassung der Lage eines Kolbens in einem Zylinder derart weiterzubilden, daß die Lage des Kolbens auf einfache Weise und zuverlässig erfaßt werden kann, wobei möglichst die bekannten Mängel behoben werden sollten.

[0007] Zur Lösung dieser Aufgabe ist die Erfindung in Verbindung mit dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung zumindest ein feststehendes Sensorelement außerhalb des Druckmittelbereichs und ein bewegliches, von der Meßstange angetriebenes, Sensorelement innerhalb des Druckmittelbereichs aufweist und die Bewegung des angetriebenen Sensorelementes berührungslos von dem feststehenden Sensorelement erfaßt wird.

[0008] Der besondere Vorteil der Erfindung besteht darin, daß durch die Ausbildung der Sensoreinrichtung

ein einfaches Meßsystem entsteht, welches die relative Lage der Kolbenstange zu dem Zylindergehäuse ermittelt. Besonders vorteilhaft ist die berührungslose Ermittlung der Drehbewegung der Meßstange. Hierdurch entfallen aufwendige Drehdurchführungen, welches zu einer Reduzieren der Kosten und gleichzeitig zu neuen Anwendungsgebieten für das erfindungsgemäße Meßsystem führen. Durch die Anbringung des feststehenden Sensorelementes außerhalb des Druckmittelbereichs, kann dieses besonders einfach ausgestaltet werden, indem an die Ausführung keine besonderen Anforderungen bezogen auf das Druckmittel und den Druck im Druckmittel gestellt werden müssen. Lediglich die Umweltbedingungen, wie Feuchte- und Staubschutz außerhalb des Hubzylinders müssen bei der Auslegung des Sensorelementes beachtet werden.

Die Sensoreinrichtung in einem Randbereich eines unter Druck stehenden Raumes anzuordnen, hat den Vorteil, daß der benötigte Bauraum des Hubzylinders nicht vergrößert wird. Desweiteren läßt sich in dem Hubzylinderboden leicht eine Sensoreinrichtung einbringen.

Dort befindet sich in der Regel, zur Halterung des Zylinders, konstruktiv nicht notwendiges Gehäusematerial, in welches die Sensoreinrichtung leicht integriert werden kann, ohne die Funktion beziehungsweise die Baugröße des Hubzylinders zu verändern. Auch wird durch diese Einbaulage eine Beschädigung der Sensoreinrichtung von außen her verhindert. Durch diese zylinderbodenseitige Einbaulage wird auch die Zugänglichkeit zur Sensoreinrichtung leicht ermöglicht, indem der Hubzylinder zur Montage oder Kontrolle der Einrichtung nicht demontiert werden muß.

Für die berührungslose Übertragung der Drehbewegung der Meßstange an das feststehende Sensorelement, stehen bekannte wie beispielsweise nach dem magnetischen, induktiven oder kapazitiven Meßprinzip arbeitende Sensoreinrichtungen zur Verfügung. So kann das bewegliche Sensorelement entsprechend dem verwendeten Meßprinzip ausgeführt und die Bewegung der Meßstange je nach verwendeten Meßprinzip in ein entsprechend erkennbares Signal umgewandelt werden. Dies kann eine Abstandsänderung zwischen den beiden Sensorelementen, eine Verdrehung der Elemente zueinander oder auch durch konstruktive Ausgestaltungen der Elemente mit einer entsprechenden Bewegung derselben sein.

[0009] In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung, befindet sich in dem Zylinderboden ein entnehmbares Sensorgehäuse, welches umfangseitig mit einer Dichtung ausgestattet ist und einerseits das feststehende Sensorelement von dem Druckmittel trennend aufnimmt und andererseits auf der mit dem Druckmedium in Verbindung stehenden Seite eine Ausnehmung aufweist, welche zur Aufnahme eines mit dem stirnseitigen Ende der Meßstange verbunden Anschlußelementes dient, wobei das Anschlußelement drehbar um die Längsachse der Meßstange in der Ausnehmung gelagert ist.

Diese Ausführungsform stellt eine besonders einfache Ausführungsform dar, die leicht und kostengünstig herstellbar ist. Das Sensorgehäuse ist ein einfaches Drehteil mit einer umfangseitigen Nut zur Aufnahme einer Dichtung und an beiden Stirnflächen mit je einer Ausnehmung versehen. In der Ausnehmung, auf der dem Druckmittel abgewandten Seite des Sensorgehäuses, läßt sich leicht das feststehende Sensorelement anbringen. Hierzu kann das Sensorelement selbst wiederum direkt mit einer Auswerteelektronik in Verbindung stehen und in der Ausnehmung des Sensorgehäuses direkt mittels einer Vergußmasse, Klemmung, Pressung oder Verschraubung befestigt werden. Das Sensorgehäuse selbst wird in einer zentral zur Meßstangenanordnung im Zylinderboden eingebrachten Bohrung fixiert und verschließt den Zylinderboden gegenüber dem Druckmittelbereich. Auf der Druckmittelseite des Sensorgehäuses ist einer weitere gestufte Ausnehmung angebracht. Diese dient zur Fixierung beziehungsweise Lagerung eines Anschlußelementes, welches eine zu der Ausnehmung kongruente Form aufweist, und mit der Meßstange in Verbindung steht. Durch die Lage des Sensorgehäuses in dem Hubzylinderboden, wird auch die Meßstange in der Ausnehmung in bezug auf die Kolbenstange fixiert. Die kongruente Form des Anschlußelementes zu der Ausnehmung in dem Sensorgehäuse, bewirkt eine fast spielfreie Lagerung des Anschlußelementes in der Ausnehmung. Dies ist besonders vorteilhaft, da die durch Spiel ermöglichten Bewegungen des Anschlußelementes in dieser Lagerung zu einer Veränderung der Meßgenauigkeit führen. Diese Lagerung ermöglicht ferner eine freie Drehbewegung des Anschlußelementes in Verbindung der Meßstange in dem Sensorgehäuse.

[0010] Das Anschlußelement läßt sich erfindungsgemäß weitere ausgestalten, indem das Anschlußelement zur Fixierung und Lagerung mit einem Ringelement ausgebildet ist, welches sich einerseits auf einem Absatz des Zylinderbodens und andererseits in der Ausnehmung abstützt. Durch diese erfindungsgemäße Ausführungsform des Anschlußelementes, wird eine einfache Lagerung und Zerlegbarkeit der Sensoreinrichtung erreicht. Stirnseitig wird der Zylinderboden mit einer Durchgangsbohrung, die bis in den Druckmittelbereich reicht, versehen. Zentral dazu wird eine mit einem größeren Durchmesser versehene Bohrung in den Zylinderboden eingebracht, die aber nicht bis in den Druckmittelbereich reicht. Dadurch entsteht eine Absatz in der Bohrung, welcher als Anschlag für das Sensorgehäuse und das Ringelement dient. Das Ringelement begrenzt hierdurch die Bewegung des Anschlußelementes in Richtung des Druckmittelbereichs. Eine Bewegung in der entgegengesetzten Richtung wird von dem sich anschließenden Sensorgehäuse bewirkt.

[0011] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung aufweist das Anschlußelement eine zentrale Bohrung zur Aufnahme des stirnseitigen Endes der Meßstange auf und die Meßstange ist mittels eines quer zur Längs-

achse derselben verlaufenden Bolzens lösbar und gelenkig in der Bohrung mit dem Anschlußelement verbunden.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Meßstange in axialer Richtung von dem Anschlußelement zumindest in einem bestimmten Bereich entkoppelt ist. Hierdurch werden unterschiedliche Ausrichtungen der Achsen von Kolbenstange und Meßstange ausgeglichen und verringert somit den Verschleiß an der Lagerung der Meßstange und an dem Führungselement. Desweiteren können durch diese Verbindungsstelle unterschiedliche Materialien miteinander gekoppelt werden. So läßt sich das Anschlußelement vorteilhaft aus einem metallischem Material und die Meßstange aus einem Nichtmetall herstellen und verbinden. Auch könne somit unterschiedlich verschlissene Bauteile unabhängig voneinander erneuert und ausgetauscht werden, sowie die standardisierten Sensorelemente mit einer dem Verwendungsfall des Druckmittelzylinder angepasster Meßstangelänge beziehungsweise Verwindungsausführungsform angepaßt werden.

[0012] Das Sensorgehäuse wird in einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung, auf einer der Meßstange abgewandten Rückseite mittels eines Halteelementes lösbar mit dem Zylinderboden befestigt. Hierdurch kann das Sensorelement sicher in dem Zylinderboden fixiert aber auch auf einfachem Wege von dort entnommen werden. Die Einbringung in den Zylinderboden ermöglicht ferner auch eine Reduzierung der Herstellkosten der verwendeten Hubzylinder, indem an der gleichen Stelle wahlweise auch beispielsweise ein Druckmeßsystem oder ein Verschlußelement eingesetzt und mittels des Halteelementes fixiert werden kann. Auch die Möglichkeit einer Nachrüstung des vorbereiteten Hubzylinders mit einem Druckoder Wegmeßsystems ist hierdurch jederzeit gegeben. Das Halteelement ist vorteilhaft eine Seegering, der in eine in der Bohrung des Zylinderbodens befindlichen Nut eingreift.

[0013] Nach einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung, ist das bewegliche Sensorelement als ein Dauermagnet und das feststehende Sensorelement als magnetfeldempfindliches Sensorelement ausgebildet. Das bewegliche Sensorelement ist fest in das mit der Meßstange verbundene Anschlußelement eingefaßt. Im Zusammenwirken mit dem feststehenden Sensorelement der Sensoreinrichtung, läßt sich hierdurch eine berührungslose Messung des Weges der Kolbenstange erzielen. Eine Bewegung der Kolbenstange wird dabei in eine Drehung der Meßstange und eine entsprechende Drehbewegung des Anschlußelementes überführt. Je nach Anordnung des Dauermagneten in dem Anschlußelement, führt diese Drehbewegung zumindest zu einer veränderten Ausrichtung des Magnetfeldes zu dem feststehenden Sensorelement beziehungsweise auch zu einem veränderten Abstand der Sensorelemente zueinander. Vorteilhaft wird das Sensorgehäuse und /oder das Anschlußelement aus einem nichtmagnetisierbaren Material, wie beispielsweise Messing herge-

stellt, wodurch eine verbesserte Wirkung des Meßprinzips erzielt wird. Zur Erkennung eines Magnetfeldes sind verschiedene Sensoren wie beispielsweise magnetoresistive Sensoren, Hall- Sensoren und sogenannte Feldplatten bekannt. Besonders kostengünstig erweisen sich für den Masseneinsatz die Hall- Sensoren. Diese lassen sich leicht unter geringem Bauraumbedarf auf einer elektronischen Schaltung integrieren und dann mit zusätzlichen Auswerteschaltungen und Schnittstellen ausstatten.

[0014] Nach einer bevorzugten Ausführungsform der Sensoreinrichtung ist zumindest ein Dauermagnet derart in dem Endabschnitt ausgerichtet, daß die Magnetachse des Dauermagneten senkrecht zur Längsachse der Meßstange steht, und daß zumindest ein Sensorelement in radialem Abstand zu dem Dauermagneten innerhalb des Sensorgehäuses angeordnet ist. In dem Endabschnitt des Anschlußelementes wird eine Dauermagnet mit der Magnetachse senkrecht zur Drehachse des Anschlußelementes angeordnet. Vorteilhaft erstreckt sich der Dauermagnet über den vollen Durchmesser des Endabschnittes. Dies kann ein Flach- oder Stabmagnet eingebracht in eine Nut oder Bohrung sein. Das Magnetfeld trifft annähernd senkrecht aus den Polflächen aus und durchdringt dann unmittelbar das Sensorgehäuse mit den darin angeordneten magnetfeldempfindlichen Sensorelementen. Zumindest ein magnetfeldempfindlicher Sensor ist an dem Umfang der dem Anschlußelement zugewandten Seite der Ausnehmung im Sensorgehäuse angeordnet und wird, zumindest in der Stellung mit dem geringsten Abstand zu einer der Polflächen, annähernd senkrecht von dem Magnetfeld durchströmt. Vorteilhaft werden zwei oder mehrere magnetfeldempfindliche Sensoren an dem Umfang der Ausnehmung verteilt angeordnet, wodurch eine genauere Auswertung der Lage des Anschlußelementes in der Ausnehmung ermöglicht wird. Die Abnahme der Stärke des Magnetfeldes durch ein Sensorelement wird gleichzeitig durch eine Zunahme der Stärke des Magnetfeldes in dem weiteren Sensorelement erkannt. Eine Auswerteelektronik wertet dann die Meßwerte der magnetfeldempfindlichen Sensoren nach Richtung und Stärke des Magnetfeldes aus und ermittelt den Drehwinkel des Anschlußelementes in der Ausnehmung. Durch entsprechende Lernverfahren kann die Auswerteelektronik die Lage des Kolbens in der Nulllage und den dazugehörigen Drehwinkel erkennen. Desweiteren kann die Auswerteelektronik den Drehwinkel der Meßstange direkt in die Stellung des Kolbens relativ zu dem Zylinderrohr als ein direktes Wegsignal umwandeln. Die Auswerteelektronik kann dazu mit einem Mikroprozessor und Speichermitteln versehen sein und ferner auch über eine Schnittstelle verfügen, die beispielsweise mit einem CAN- Bussystem kommuniziert.

[0015] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist zumindest ein Dauermagnet derart an dem Endabschnitt ausgerichtet ist, daß die Magnetachse des Dauermagneten radial versetzt in Richtung zur Längsachse

der Meßstange steht, und daß zumindest ein Sensorelement annähernd zentral zu der Längsachse der Meßstange innerhalb des Sensorgehäuses angeordnet sind. Durch diese Anordnung der Sensorelemente zueinander kann erreicht werden, daß sich nur die Richtung aber nicht die Stärke des Magnetfeldes bei einer Drehung des Anschlußelementes durch das magnetfeldempfindliche Sensorelement verändert. Der Dauermagnet kann als Stabmagnet ausgeführt und direkt in einer stirnseitigen Bohrung am Anschlußelement angeordnet sein. Durch die dezentrale Anordnung verändert sich die Richtung des Magnetfeldes durch das zentral angeordnete, feststehende Sensorelement bei einer Verdrehung des Anschlußelementes in der Ausnehmung am dem Sensorgehäuse. Zur Verstärkung des Magnetfeldes, kann das Magnetfeld auch durch mehrerer Dauermagnete erzeugt werden. Vorteilhaft ist die Anordnung zweier Dauermagneten koaxial zur Drehrichtung in gleichem radialem Abstand von der Drehachse in einer sich ergänzenden Ausrichtung. Das magnetfeldempfindliche Sensorelement ist zentral in dem Sensorgehäuse angeordnet und so ausgeführt, daß es die Magnetfeldrichtung erkennen kann. Dies Ausführen ist besonders kostengünstig, da der magnetfeldempfindliche Sensor einfach ausgeführt und direkt in einem Elektronikbaustein integriert und so leicht mit weiteren Auswerteschaltungen verbunden werden kann.

[0016] Die Ausbildung der Meßstange gibt die Drehbewegung des Anschlußelementes in der Ausnehmung des Sensorgehäuses vor. Allein durch diese Ausbildung der Meßstange kann der Meßbereich bzw. die Meßauflösung vorgegeben werden. Der die Drehung verursachende Gegenstand, wie beispielsweise ein Kolben in einem Zylinder, braucht lediglich eine Bohrung mit einem Öffnungsquerschnitt aufweisen, der zur Kontur der Meßstange im Querschnitt korrespondiert.

Besonders vorteilhaft ist die Ausführung der Meßstange mit einer steigungsgrößen Verwindung von mindestens 70°. Hierdurch lassen sich lange Hubwege eines Kolbens mit einer einfachen und mit wenigen Verwindungen versehenen Meßstange erkennen. Außerdem wird durch die große Steigung die Reibung zwischen den Elementen gering gehalten.

Eine Vergrößerung der Steigung, bis hin größer als der Hemmwinkel von 76°, ist eine besondere Ausgestaltung der Erfindung. Steigungswinkel in diesem Bereich verhindern, daß sich die aneinander geführten Elemente nicht zur Übertragung einer Drehbewegung eignen und somit nicht zu einer gegenseitigen Drehbewegung anregen können. Hierdurch werden Abnutzungen an den Führungs- und Lagerstellen verringert und das Spiel zwischen den Elementen gering gehalten.

[0017] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich die Verwindung der Meßstange gleichmäßig über die gesamte Länge der Meßstange. Durch diese Ausführung, kann die Auswertung des Drehwinkelsignals einfach erfolgen, da die Verdrehung sich über den gesamten Meßbereich linear zur Hubbewegung des

Kolbens verhält.

[0018] Nach einer bevorzugten Ausführungsform erstreckt sich die Verwindung schraubenförmig im wesentlichen entlang eines Umfangswinkels von 360°. Hierdurch läßt sich auf einfache Weise eine eindeutige Abhängigkeit des Verdrehwinkels der Meßstange von der Längsbewegung der Kolbenstange erzielen, da das Anschlußelement über die gesamte Hubbewegung des Kolben nur maximal eine volle Umdrehung erfährt. Auf eine besondere Auswertung und Ermittlung der vollführten Umdrehungszahlen der Meßstange kann erfindungsgemäß verzichtet werden.

[0019] Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, kann die Meßstange nur bereichsweise eine Verwindung ausweisen. Hierdurch kann das erfindungsgemäße Wegmeßsystem auf den Kolbenhubbereich beschränkt werden, in welchem eine besondere Auswertung oder nur dort eine Wegmessung notwendig ist. Die Meßstange ist dazu nur beispielsweise in der Mitte mit einer Verwindung versehen und in dem weiteren Meßstangenbereich so ausgestaltete, daß keine Steigungsänderung erfolgt und somit in diesen Hubbereichen des Kolbens, keine Drehung der Meßstange hervorgerufen wird. Diese Ausführungsform eignet sich besonders für von dem Hubzylinder ausführbare Bewegungsabläufe, die eine von den Endanschlüssen des Kolbens verschiedene Stellung aufweisen, in denen die Lage des Kolbens besonders gesteuert oder geregelt oder erkannt werden muß. Besonders für aus einer Transport- in eine Arbeitsstellung verschwenkbare Arbeitsgeräte eignet sich diese Ausführungsform. So besitzt hierfür die Meßstange nur in dem der Arbeitsstellung entsprechenden Hubbereich eine Verwindung, um beispielsweise dort eine Erkennung und gegebenenfalls auch eine Steuerung der Arbeitslage zu ermöglichen.

In einer Weiterbildung der Meßstange, wird dies an zumindest zwei Stellen mit einer Verwindung versehen. Hierdurch lassen sich einzelne Stellungen des Kolbens erkennen und ansteuern. So lassen sich auf kostengünstige Weise, einzelne, außerhalb des Hubzylinders angeordnete Positionserkennungsmittel einsparen und es wird ferner dann keinen zusätzlichen Bauraum mehr benötigt.

[0020] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, weist die Meßstange Bereiche mit unterschiedlichen Steigungen der Verwindung auf. Die Meßstangenverwindung kann an die jeweiligen Anforderung angepaßt, unterschiedlich ausgebildet sein. Dies ist eine besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung gegenüber den bekannten Positions- und Wegmeßsystemen. Durch die Formgebung beziehungsweise die verschiedenen Steigungen der Verwindung der Meßstange ergeben sich besondere Anwendungsgebiete und -formen, in denen sonst auf außerhalb des Zylinders angeordnete Positionserkennungsmittel zurückgegriffen werden mußte. Diese lassen sich erfindungs-

gemäß in den Hubzylinder verlagern und benötigen dadurch keinen zusätzlichen Bauraum mehr und sind außerdem dann vor Beschädigungen geschützt angeordnet. Verschiedene Steigungen der Verwindung haben den Vorteil, daß die Meßstange an die bestimmten Anforderungen entlang des Kolbenhubs angepaßt werden kann. So gibt es Stellbereiche, in denen nur erkannt werden muß, ob der Hubzylinder diese durchfahren oder erreicht hat und weiterhin Bereiche, in denen eine Kolbenstellung exakt eingehalten oder entlang eines gewissen Hubbereichs genau überwacht werden muß. Hierzu wird dann die Meßstange mit unterschiedlichen Steigungen der Verwindung versehen. In den Bereichen, welchen nur eine Position erkannt werden muß, wird die Meßstange mit einer großen Steigung der Verwindung ausgestattet, so daß die Meßstange an diesen Kolbenstellungen nur gering verdreht wird. In den Bereichen mit einer feineren Erkennung wird die Meßstange mit einer geringeren Steigung versehen, so daß in diesem Kolbenhubbereich eine stärkere Verdrehung des Anschlußelementes auftritt.

[0021] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, weisen nur die gegenüberliegenden Enden der Meßstange eine Verwindung auf. Die Meßstange ist so ausgeführt, daß die Meßstange nur an den Enden eine Verwindung der Stange aufweisen und sich in dem dazwischenliegenden Bereich keine Verwindung der Meßstange befindet. Dies ergibt dann einen besonderen Vorteil, wenn die Aufgabe des Hubzylinder darin besteht einen Gegenstand oder Element aus einer Stellung oder Position in eine weitere zu überführen. Für die Steuerung des Hubzylinders sind dazu die einzelnen Endlagenstellungen von besondere Bedeutung, um dort beispielsweise eine sogenannte Endlagendämpfung steuerungstechnisch realisieren zu können. Auch kann die erfinderische Sensoreinrichtung lediglich als eine Positionsanzeige der Endlagenstellungen des Kolbens verwendet werden.

[0022] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung erstreckt sich die Länge der Meßstange nicht über den gesamten Hub der Kolbenstange. Dies vereinfacht die Sensoreinrichtung erheblich, da dann die Bohrung in der Kolbenstange nicht über den gesamten Kolbenhub ausgeführt werden muß. Solche Ausführungen eignen sich dann besonders, wenn nur in der unteren, eingezogenen Kolbenstellung die Stellung des Kolbens erfaßt werden muß. Bei einem die Meßstangenlänge überschreitenden Kolbenhub, wird diese dann nicht mehr von dem Führungsteil in dem Kolbenboden geführt und steht dann frei im Zylinder. Vorteilhaft ist dann das Meßstangenende mit einer Verjüngung versehen, um das Wiederfinden und sichere Einführen der Meßstange in die Kolbenbohrung, beim erneuten Eintauchen des Kolbens in den Meßbereich, gewährleisten zu können.

Besonders vorteilhaft ist, wenn die Meßstange zumindest der vollen Hublänge der Kolbenstange entspricht. Eine sichere Führung der Meßstange ist dadurch jeder-

zeit gewährleistet.

[0023] In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, weist das Führungselement an einem freien Ende eine in radialer Richtung nach innen orientierte federnde Nase auf, die zumindest bereichsweise an der Umfangsfläche der Meßstange anliegt. Durch diese Ausgestaltung des Führungselementes wird eine besonders exakte Führung der Meßstange in der Bohrung der Kolbenstange ermöglicht. Die Nase wirkt leicht federnd auf die Meßstange ein und sorgt somit für eine spielfreie Führung der Meßstange. Auch Abnutzungen an der Meßstange oder an dem Führungselement werden von dem Führungselement selbst in einem gewissen Bereich ausgeglichen.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung, ist die Nase des Führungselementes hakenförmig ausgebildet und mit einer in Richtung der Meßstange an die Umfangsfläche derselben anschmiegenden Dichtlippe ausgestattet. Diese hakenförmige Ausgestaltung erbringt eine besondere Führungseigenschaft der Meßstange in der Bohrung der Kolbenstange, indem sie durch die sich anschmiegende Dichtlippe auch geringe Verwindung der umfangseitigen Flächen der Meßstange ausgleicht. Auch wird durch die leichte in axialer Richtung der Meßstange wirkende flächige Führung der hakenförmigen Nase, eine gute Führungseigenschaft an den Übergängen zwischen verschiedenen Steigungen der Verwindung der Meßstange erreicht.

[0024] Die Meßstange läßt sich erfindungsgemäß auch weiter ausgestalten, indem die Meßstange zumindest ein hakenförmig ausgebildetes Stützelement besitzt, welches die Meßstange bereichsweise gegenüber der zentralen Bohrung an der Umfangsfläche derselben anschmiegend stützt. Diese Ausführungsform eignet sich erfindungsgemäß besonders für längere Meßstange, um diese in den eingefahrenen Bereichen und Stellungen der Kolbenstange vor radialen Bewegungen zu schützen. Hierzu wird an der dem Anschlußelement gegenüberliegenden Seite der Meßstange ringförmig ein hakenförmiges Stützelement angebracht. Die Meßstange wird dafür etwas länger als für den maximale Kolbenhub notwendig ausgeführt, damit sich das Führungselement und das Stützelement in der ausgefahrenen Stellung der Kolbenstange nicht gegenseitig behindern. Die Meßstange wird generell von dem Anschlußelement in axialer Richtung gehalten und von dem Führungselement beziehungsweise dem Stützelement in radialer Richtung geführt, wobei das Stützelement so ausgeführt ist, daß es keine Führungseigenschaften bezogen auf die Meßstange besitzt. Dazu ist das Stützelement zum einen an die äußere Kontur der Meßstange und zum anderen an die Kontur der Bohrung in der Kolbenstange angepaßt ausgestaltet.

[0025] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht eines Ak-

- kerschleppers mit hydraulisch betätigter Frontschaufel in einer oberen und in einer unteren Stellung der Frontladerschwinge,
- Figur 2 einen Längsschnitt eines Hubzylinders gemäß Figur 1 in einer Einfahrposition,
- Figur 3 einen Hubzylinder gemäß Figur 1 in einer Ausfahrposition,
- Figur 4 einen Teilschnitt X aus Figur 2 in vergrößerter Darstellung,
- Figur 5 eine schematische Darstellung einer Meßstange nach einer ersten Ausführungsform,
- Figur 6 eine schematische Darstellung einer Meßstange nach einer zweiten Ausführungsform,
- Figur 7 eine schematische Darstellung einer Meßstange nach einer dritten Ausführungsform und
- Figur 8 eine alternative Ausführungsform einer federnden, hakenförmigen Nase eines Führungselementes gemäß Figur 4,

[0026] Ein in Figur 1 schematisch dargestellter Ackerschlepper 1 weist eine Frontschaufel 2 zum Heben, Transportieren und Laden von Gütern auf, die mittels paarweise angeordneter erster Hubzylinder 3 sowie zweiter Hubzylinder 4 betätigbar ist. Die ersten Hubzylinder 3 dienen zum Heben und Senken der Frontladerschwinge 5 und in Verbindung damit auch der Schaufel 2. Die zweiten Hubzylinder 4 dienen zum Verschwenken der Frontschaufel 2 relativ zur Frontladerschwinge 5. Die Hubzylinder 3, 4 sind als Hydraulikzylinder und im wesentlichen gleichartig ausgebildet.

Beispielsweise wird im folgenden die Betätigung der zweiten Hubzylinder 4 in Verbindung mit den Figuren 2 und 3 näher beschrieben.

Die zweiten Hubzylinder 4 dienen zum Verstellen der gelenkig an einer Frontladerschwinge 5 angeordneten Frontschaufel 2. An dieser Frontladerschwinge 5 schließt sich zu der Karosserie des Ackerschleppers 1 hin ein Konsole 6 zur Aufnahme der Frontladerschwinge 5 an.

[0027] In der Figur 1 sind jeweils in der oberen und unteren Stellung der Frontladerschwinge 5 verschiedene Stellungen der Frontschaufel 2 relativ zu der Frontladerschwinge 5 dargestellt. Die Stellung der Frontladerschwinge 5 selbst zu der Konsole 6 und die Stellung der Frontschaufel 2 relativ zu der Frontladerschwinge 5, lassen sich in einfacher, erfindungsgemäßer Weise durch eine Ermittlung der relativen Kolbenlagen zu dem jeweiligen Zylinderrohr 7 ermitteln.

[0028] In einer Einfahrstellung des Hubzylinders 4 gemäß Figur 2 befindet sich die Frontschaufel 2 in einer Transportposition, während sie sich in einer Ausfahrstellung des Hubzylinders 4 gemäß Figur 3 in einer Auskipposition befindet. Die Steuerungen von Frontladern besitzen in der Regel auch eine automatische Parallelführung der Frontschaufel 2 zur Standfläche des Acker-

schleppers 1. Hierzu wird von einer Steuerung, abhängig von der Stellung der Hubzylinder 3, elektrohydraulisch automatisch eine Kolbenstellung an den beiden zwei Hubzylinder 4 so eingestellt, so daß der Boden der Frontschaufel 2 über den gesamten Schwenkweg der Frontladerschwinge 5, von der unteren in die obere Stellung, parallel zur Standfläche des Ackerschleppers 1 gehalten wird. Die Stellung des Kolbens in zumindest einem der Hubzylinder 3 wird mittels des erfindungsgemäßen Meßsystems ermittelt und an eine Steuerung übergeben. Diese greift dann anhand des Meßwertes auf eine hinterlegte Tabelle zu und entnimmt dieser eine notwendige Hubzylinderlänge für die Hubzylinder 4, welcher einer Parallelstellung des Bodens der Frontschaufel 2 entsprechend der Stellung der Frontladerschwinge 5 und der Standflächen des Ackerschleppers 1 entspricht. Eine nachfolgende Steuerung oder ein Steuerbefehl verursacht dann, anhand des ermittelten notwendigen Längensignals für die Hubzylinder 4, eine entsprechende Einstellung der Hubzylinderlänge der Hubzylinder 4. Die Länge zumindest eines Hubzylinders 4 wird wiederum mit einem erfindungsgemäßen Meßsystem ermittelt und an die Steuerung zurückgemeldet.

[0029] Der Hubzylinder 3 oder 4 selbst weist ein Zylinderrohr 7 auf, in dem ein Kolben 8 längsverschieblich gelagert ist. Der Kolben 8 ist fest mit einer Kolbenstange 9 verbunden. Die Kolbenstange 9 weist an einem ersten stirnseitigen Ende ein Gelenkauge 10 auf, das beispielsweise gelenkig mit einem Schaufelgelenkteil 11 an der Frontladerschwinge 5 verbunden ist. Die Kolbenstange 9 weist eine zentrale Bohrung 12 und an einem dem Gelenkauge 10 abgewandten Ende ein Führungselement 45 auf, so daß eine Meßstange 13 als Meßelement längsbeweglich relativ zur Kolbenstange 9 geführt ist. Die Kolbenstange 9 ist hohlgebohrt ausgebildet und liegt mit dem Führungselement 45 zumindest bereichsweise umfangseitig an der Meßstange 13 an.

[0030] Die Meßstange 13 weist in dem dargestellten Beispiel über die gesamte Länge eine steigungsgroße Verwindung 14 auf, die sich entlang eines Umfangswinkels von 360° über die gesamte Länge der Meßstange erstreckt. Vorzugsweise ist die Meßstange 13 im Querschnitt rechteckförmig ausgebildet, wobei die Kanten des Rechtecks jeweils von einer der Kolbenstange 9 abgewandten Stirnseite 15 zu einer der Kolbenstange 9 zugewandten Stirnseite 16 hin kontinuierlich und schraubenförmig (wendelförmig) einen Umfangswinkel von 360° überstreichen.

[0031] Zur Stirnseite 15 der Meßstange 13 hin ist ein schematisch in Figur 4 dargestellter Dauermagnet 19 in einem mit der Meßstange 13 fest verbundenen Anschlußelement 20 eingefaßt. Dieses Anschlußelement 20 ist drehbeweglich in einer radialen Ausnehmung 21 eines drehfest in dem Zylinderboden 18 gelagerten Sensorgehäuses 22 gelagert.

[0032] Das Sensorgehäuse 22 weist zumindest eine Bohrung zur Aufnahme eines Sensorelementes 24 auf,

welches in einem radialen Abstand zu dem Dauermagneten 19 innerhalb des Sensorgehäuses 22 angeordnet ist. Dieses liefert in Abhängigkeit von dem Magnetfeld des Dauermagneten 19 ein Sensorsignal, das in einer Auswerteelektronik ausgewertet und als Wegmeßsignal zu einer zentralen Steuereinheit übertragen werden kann. Die Auswerteelektronik vorzugsweise direkt dem Sensorelement 24 zugeordnet und mit diesem zusammen in einer Baueinheit innerhalb des Sensorgehäuses 22 angeordnet. Das Sensorgehäuse 22 selbst kann aus einem nicht magnetisierbaren Material, in dem das Sensorelemente 24 eingefaßt ist, bestehen. Vorzugsweise ist das Sensorelement 24 als ein nach dem Hall-Prinzip arbeitendes Hall-Sensorelement ausgebildet.

[0033] Der Zylinderboden 18 weist zur gelenkigen Befestigung des Hubzylinders 3,4 ein Gelenkauge 25 auf. Zur Betätigung des Hubzylinders 4 weist dieser einen ersten Hydraulikanschluß 27 im Zylinderboden 18 und einen zweiten Hydraulikanschluß 28 in einem fest mit dem Zylinderrohr 7 verbundenen Zylinderkopf 29 auf. Durch diese Anschlüsse 27, 28 wird eine Hydraulikflüssigkeit in den Zylinderinnenraum zu- bzw. abgeführt. Bei Druckbeaufschlagung des Zylinders 4 wird die Kolbenstange 9 in Längsrichtung bewegt, wobei die Meßstange 13 entsprechend der Orientierung der Verwindung 14 in eine vorgegebene Drehrichtung 32 verdreht wird.

[0034] Nach einer weiteren Ausführungsform der Sensoreinrichtung können in dem Sensorgehäuse auch mehrere gleichmäßig in Umfangsrichtung angeordnete Sensorelemente in einem Außenring des Sensorgehäuses 22 angeordnet sein. Durch die gleichzeitige Bereitstellung von mehreren Sensorsignalen wird eine eindeutige Bestimmung der Lage des Kolbens 8 verwirklicht. Dadurch, daß sich die Verwindung 14 lediglich über einen Verdrehwinkel von 360° erstreckt, können mehrere Zwischenstellungen des Kolbens 8 - nicht nur die Endstellungen gemäß Figur 2 und 3 - detektiert werden.

[0035] Wie besser aus Figur 4 ersichtlich ist, ist die Meßstange 13 mittels eines Querbolzens 17 mit dem Anschlußelement 20 verbunden. Der Bolzen 17 ist in einer Querbohrung der Meßstange 13 gelagert. Das Anschlußelement 20 ist tellerförmig ausgebildet und weist ein Ringelement 34 auf, das sich auf einem Absatz 35 des Zylinderbodens 18 abstützt. Das Anschlußelement 20 weist auf einer der Meßstange 13 zugewandten Seite eine Ausnehmung 36 auf, in der das stirnseitige Ende 15 der Meßstange 13 eingreifen kann. Auf einer der Meßstange 13 abgewandten Seite schließt sich an dem Ringelement 34 ein Endabschnitt 37 an, der zusammen mit dem Ringelement 34 in dem Zylinderboden 18 positioniert ist. In dem Endabschnitt 37 ist zumindest ein bewegliches Sensorelement als Dauermagneten 19 ausgeführt angeordnet.

[0036] Auf der der Meßstange 13 abgewandten Rückseite des Sensorgehäuses 22, ist ein Halteelement 38 vorgesehen, mittels dessen das Sensorgehäuse 22 ge-

gen den Absatz 35 gedrückt und das Ringelement 34 des Anschlußelementes 20 entsprechende spielarmgeführt wird. Das Halteelement 38 ist vorzugsweise als Haltering ausgebildet und dient zur lösbaren Befestigung des Sensorgehäuses 22 bzw. des Anschlußelementes 20 sowie der Meßstange 13 innerhalb des Zylinderrohres 7. Das Sensorgehäuse 22 wird in einer Nut von einer Dichtung 39 umfaßt, die den Druckbereich des Hubzylinders gegenüber der Umgebung abdichtet und zwischen der Wand 40 des Zylinderbodens 18 und das Sensorgehäuse 22 eingepreßt angeordnet ist.

[0037] Das Sensorgehäuse 22 und das Anschlußelement 20 bestehen vorzugsweise aus einem metallischen Werkstoff, insbesondere Messing, innerhalb dessen das Sensorelement 24 bzw. der Dauermagnet 19 eingefaßt sind.

[0038] Auf einer dem Sensorgehäuse 22 zugewandten Seite ist die Kolbenstange 9 mit einem Dämpfungszapfen 41 ausgebildet. Der Dämpfungszapfen 41 erstreckt sich in einer gemäß Figur 2 dargestellten Endstellung in einem Verengungsabschnitt 42 des Zylinderrohres 7 und ermöglicht eine hydraulische Endlagendämpfung des Kolbens 8 in der Einfahrstellung desselben.

[0039] An dem Ende des Dämpfungszapfens 41 ist das Führungselement 45 reib- oder kraftschlüssig eingesetzt und weist eine federnde Nase 43 auf, die radial nach innen gegen die Meßstange 13 drückt. Die Nase 43 kann aus einem steifen Kunststoffmaterial bestehen. Die Kontur des Führungselementes 45 korrespondiert zumindest bereichsweise zur Kontur der Meßstange 13. Sie kann polygonförmig, vorzugsweise viereckig, ausgebildet sein. Das Führungselement 45 ist ferner coaxial zur Kolbenstange 9 ausgerichtet.

[0040] Figur 5 zeigt eine Meßstange 13 welche über die gesamte Meßstangenlänge mit einer Verwindung versehen ist. Sie wird hier in ausgebaute Form dargestellt und kann an den Enden, je nach Ausführung und Anwendung der Meßstange 13, zusätzlich mit Führungs- oder Halteelemente, wie beispielsweise auch einer Bohrung, ausgestattet sein.

Dadurch, daß die Meßstange 13 ortsfest angeordnet ist und eine entsprechend Figur 5 geformte Verwindung 14 aufweist, wird die Meßstange 13 bei einer axialen Verschiebung des Kolbens 8 bzw. der Kolbenstange 9 um die Längsachse der Kolbenstange 9 um einen Drehwinkel φ verdreht, so daß ein entsprechendes winkelabhängiges Signal von der Sensoreinrichtung erkannt wird. Dieses wird in der Auswerteeinheit ausgewertet, wobei durch eine Kennlinie die Beziehung zwischen dem translatorischen Weg des Kolbens 8 bzw. der Kolbenstange 9 und dem Drehwinkel φ der Meßstange 13 festgelegt sein kann. Es wird somit ein die Positionierung der Kolbenstange 9 bzw. die Wegänderung derselben repräsentierendes Meßsignal gebildet.

[0041] Die Verwindung 14 der Meßstange 13 weist einen zur Längsrichtung der Meßstange 13 bildenden Steigungswinkel α von mindestens 70° , vorzugsweise

76° auf. Vorzugsweise sollte der Steigungswinkel α nicht einen Hemmwinkel β von 76° unterschreiten. Hierdurch wird eine Leichtgängigkeit in der Relativbewegung zwischen der Meßstange 13 und der Kolbenstange 9 gewährleistet, wobei die translatorische Bewegung der Kolbenstange 9 reibungsarm in eine rotatorische Bewegung der Meßstange 13 umgesetzt wird, ohne dabei die Bewegung des Kolbens 8 zu behindern.

[0042] Dadurch, daß die Meßstange 13 durch den Querbolzen 17 in Längsrichtung arretiert ist, kann zusätzlich eine Entkopplung zwischen dem Anschlußelement 20 einerseits und der Meßstange 13 andererseits erfolgen. Bei nicht paralleler Ausrichtung der Meßstange 13 und dem Anschlußelement 20 kann selbsttätig ein Ausgleich durch ein Verschwenken um die Bolzenachse des Bolzens 17 herbeigeführt werden.

[0043] Nach einer zweiten Ausführungsform der Meßstange 13 gemäß Figur 6 ist eine Meßstange 45 vorgesehen, die jeweils im Bereich der stirnseitigen Enden eine Verwindung 46 aufweisen. Die Verwindungen 46 überstreichen jeweils einen Umfangswinkel von 180°, so daß über die gesamte Länge der Meßstange 45 eine Verwindung von 360° besteht und somit eine eindeutige Zuordnung gegeben ist. Diese Meßstange 45 dient zur Positionsbestimmung der Kolbenstange in einem Endbereich derselben. Vorzugsweise kann die Meßstange 45 zur Endlagendämpfung eingesetzt werden.

Nach der in der Figur 7 dargestellten Ausführungsform kann die Verwindung auch in einem beliebigen Bereich der Meßstange 13 angeordnet sein. Die Anordnung kann abhängig von der Verwendung der Kolbenstange 9 bzw. des Kolbens 8 sein. Der Meßbereich wird daher allein durch die Formgebung der Meßstange festgelegt.

[0044] Vorzugsweise wird einmalig vor Beginn der Messung zum Ausgleich von Hysterese Fehlern infolge der Toleranzen in axialer Richtung des Anschlußelement 20, der Meßstange 13 und der Kolbenstange 9 eine Kalibrierung der Auswertelektronik durchgeführt. Diese Hysterese Fehler würden sich insbesondere bei Richtungsumkehr der Kolbenstange 9 negativ auf das Meßergebnis auswirken. Deshalb wird eine Referenzmessung durchgeführt, bei der die Kolbenstange 9 über die gesamte Länge in die eine und dann in die andere Richtung verfahren wird. Es wird eine Drehwinkelkennlinie in Abhängigkeit vom Weg aufgenommen und in der Auswertelektronik abgespeichert. Nach Aufnahme dieser Kennlinie kann der Hysterese Fehler berücksichtigt werden und der gemessene Sensorwert in Abhängigkeit von der Bewegungsrichtung der Kolbenstange 9 entsprechend dem ermittelten Hysterese Fehler korrigiert werden. Dieser Kalibriervorgang wird einmalig nach der Montage der Sensoreinrichtung bzw. der Meßstange 13 in dem Hubzylinder 3,4 vorgenommen.

[0045] Die Meßstange 13 und die Kolbenstange 9 können jeweils für sich aus einem metallischen Werkstoff oder aus einem Kunststoff ausgebildet sein.

[0046] Nach einer Ausführungsform gemäß Figur 8,

kann das Führungselement 45 auch einstückig mit einem Dämpfungszapfen 41 verbunden sein und weist eine nach innen umgelenkte Dichtlippe 44 auf, die sich wie dargestellt an den Führungsflächen der Meßstange 13 anschmiegt.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung der Lage eines Kolbens in einem Zylinder, insbesondere einem Druckmittelzylinder, mit einer Bohrung aufweisenden Kolbenstange (9), in der eine Meßstange angeordnet ist, wobei in Abhängigkeit von der Längsbewegung der Kolbenstange (9) die Meßstange (13) um einen Drehwinkel (φ) zwangsgeführt und der Drehwinkel (φ) mittels einer Sensoreinrichtung in eine elektrisches Sensorsignal umgewandelt wird,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Sensoreinrichtung zumindest ein feststehendes Sensorelement (24) außerhalb des Druckmittelbereichs und ein bewegliches, von der Meßstange (13) angetriebenes, Sensorelement (19) innerhalb des Druckmittelbereichs aufweist und die Bewegung des angetriebenen Sensorelementes (19) berührungslos von dem feststehenden Sensorelement (24) erfaßt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß
sich in dem Zylinderboden (18) ein entnehmbares Sensorgehäuse (22) befindet, welches umfangseitig mit einer Dichtung (39) ausgestattet ist und einerseits das feststehende Sensorelement (24) von dem Druckmittel trennend aufnimmt und andererseits auf der mit dem Druckmedium in Verbindung stehenden Seite eine Ausnehmung (21) aufweist, welche zur Aufnahme eines mit dem stirnseitigen Ende der Meßstange verbundenen Anschlußelementes (20) dient, wobei das Anschlußelement (20) drehbar um die Längsachse der Meßstange (13) in der Ausnehmung (21) gelagert ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Anschlußelement (20) zur Fixierung beziehungsweise Lagerung mit einem Ringelement (34) ausgebildet ist, welches sich einerseits auf einem Absatz (35) des Zylinderbodens (18) und andererseits in der Ausnehmung (21) abstützt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Anschlußelement (20) eine zentrale Bohrung (36) zur Aufnahme des stirnseitigen Endes (15) der Meßstange (13) aufweist und die Meßstange (13) mittels eines quer zur Längsachse derselben verlaufenden Bolzens (17) lösbar und gelenkig in der

Bohrung (36) mit dem Anschlußelement (20) verbunden ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, daß
auf einer der Meßstange (13) abgewandten Rückseite des Sensorgehäuses (22) ein Halteelement (38) vorgesehen ist zur lösbaren Befestigung des Sensorgehäuses (22) in dem Zylinderboden (18). 5
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet, daß
das bewegliche Sensorelement (19) als Dauermagnet (19) und das feststehende Sensorelement (24) als magnetfeldempfindliches Sensorelement ausgebildet ist. 10
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Sensorelement (24) als Hall-Sensorelement ausgebildet ist. 20
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet, daß
zumindest ein Dauermagnet (19) derart in der an dem Endabschnitt (37) ausgerichtet ist, daß die Magnetachse des Dauermagneten (19) senkrecht zur Längsachse der Meßstange (13) steht, und daß zumindest ein Sensorelement (24) in radialem Abstand zu dem Dauermagneten (19) innerhalb des Sensorgehäuses (22) angeordnet sind. 25
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
zumindest ein Dauermagnet (19) derart in dem Endabschnitt (37) ausgerichtet ist, daß die Magnetachse des Dauermagneten (19) radial versetzt in Richtung zur Längsachse der Meßstange (13) steht, und daß zumindest ein Sensorelement (24) annähernd zentral zu der Längsachse der Meßstange (13) innerhalb des Sensorgehäuses (22) angeordnet ist. 30
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßstange (13) eine steigungsgroße Verwindung (14) mit einem Steigungswinkel (α) in einem Bereich von mindestens 70° hat. 35
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Steigungswinkel (α) größer als ein Hemmwinkel (β) von 76° ist. 40
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, daß
sich die steigungsgroße Verwindung (14) gleichmäßig über die gesamte Länge der Meßstange (13) erstreckt. 45

erstreckt.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet, daß
sich die Verwindung der Meßstange (13) maximal über einen Umfangswinkel von 360° erstreckt. 5
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßstange (13) nur bereichsweise eine Verwindung aufweist. 10
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßstange (13) Bereiche mit unterschiedlichen Steigungen der Verwindung aufweist. 15
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßstange (13) jeweils nur im Bereich gegenüberliegender Enden (15, 16) eine Verwindung (14) aufweist. 20
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Länge der Meßstange (13) sich nicht über den gesamten Hub der Kolbenstange (9) erstreckt. 25
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Führungselement (45) an einem freien Ende eine in radialer Richtung nach innen orientierte federnde Nase (43) aufweist, die zumindest bereichsweise an der Umfangsfläche der Meßstange (13) anliegt. 30
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Nase (43) hakenförmig ausgebildet ist mit einer sich in Richtung der Meßstange (13) an die Umfangsfläche derselben anschmiegenden Dichtlippe (44). 35
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßstange (13) zumindest ein hakenförmig ausgebildetes Stützelement besitzt, welches die Meßstange (13) bereichsweise gegenüber der zentralen Bohrung (12) an der Umfangsfläche derselben anschmiegend stützt. 40

Claims

1. Apparatus for detecting the position of a piston in a cylinder, in particular a pressure fluid cylinder, comprising a piston rod (9) which has a bore and in which a measuring bar is arranged, wherein the

measuring bar (13) is positively displaced through a rotary angle (φ) in dependence on the longitudinal movement of the piston rod (9) and the rotary angle (φ) is converted into an electrical sensor signal by means of a sensor device,

characterised in that

the sensor device has at least one fixed sensor element (24) outside the pressure fluid region and a movable sensor element (19) driven by the measuring bar (13) within the pressure fluid region and the movement of the driven sensor element (19) is contact-less detected by the fixed sensor element (24).

2. Apparatus according to claim 1 **characterised in that** disposed in the end (18) of the cylinder is a removable sensor housing (22) which is provided at the periphery with a seal (39) and which on the one hand accommodates the fixed sensor element (24) in separate relationship from the pressure fluid and on the other hand on the side communicating with the pressure medium has an opening (21) which serves to accommodate a connection element (20) connected to the front end of the measuring bar, wherein the connection element (20) is mounted in the opening (21) rotatably about the longitudinal axis of the measuring bar (13).
3. Apparatus according to one of claims 1 and 2 **characterised in that** the connection element (20) is provided for fixing or mounting with a ring element (34) which is supported on the one hand against a step (35) of the end (18) of the cylinder and on the other hand in the opening (21).
4. Apparatus according to one of claims 1 to 3 **characterised in that** the connection element (20) has a central bore (36) for accommodating the front end (15) of the measuring bar (13) and the measuring bar (13) is connected to the connection element (20) releasably and pivotably in the bore (36) by means of a pin (17) extending transversely with respect to the longitudinal axis of the measuring bar.
5. Apparatus according to one of claims 1 to 4 **characterised in that** a holding element (38) is provided on a rear side of the sensor housing (22), which is remote from the measuring bar (13), for releasably fixing the sensor housing (22) in the end (18) of the cylinder.
6. Apparatus according to one of claims 1 to 5 **characterised in that** the movable sensor element (19) is in the form of a permanent magnet (19) and the fixed sensor element (24) is in the form of a magnetic field-sensitive sensor element.
7. Apparatus according to one of claims 1 to 6 **char-**

acterised in that the sensor element (24) is in the form of a Hall sensor element.

8. Apparatus according to one of claims 1 to 7 **characterised in that** at least one permanent magnet (19) is oriented in the end portion (37) in such a way that the magnet axis of the permanent magnet (19) is perpendicular to the longitudinal axis of the measuring bar (13) and that at least one sensor element (24) are arranged at a radial spacing relative to the permanent magnet (19) within the sensor housing (22).
9. Apparatus according to one of claims 1 to 8 **characterised in that** at least one permanent magnet (19) is oriented in the end portion (37) in such a way that the magnet axis of the permanent magnet (19) is radially displaced in a direction with respect to the longitudinal axis of the measuring bar (13) and that at least one sensor element (24) is arranged approximately centrally relative to the longitudinal axis of the measuring bar (13) within the sensor housing (22).
10. Apparatus according to one of claims 1 to 9 **characterised in that** the measuring bar (13) has a large-pitch twist (14) with a pitch angle (α) in a region of at least 70° .
11. Apparatus according to one of claims 1 to 10 **characterised in that** the pitch angle (α) is greater than a locking angle (β) of 76° .
12. Apparatus according to one of claims 1 to 11 **characterised in that** the large-pitch twist (14) extends uniformly over the entire length of the measuring bar (13).
13. Apparatus according to one of claims 1 to 12 **characterised in that** the twist of the measuring bar (13) extends at a maximum over a peripheral angle of 360° .
14. Apparatus according to one of claims 1 to 12 **characterised in that** the measuring bar (13) has a twist only in region-wise manner.
15. Apparatus according to one of claims 1 to 14 **characterised in that** the measuring bar (13) has regions with different pitches in its twist.
16. Apparatus according to one of claims 1 to 15 **characterised in that** the measuring bar (13) has a twist (14) only in the region of respective opposite ends (15, 16).
17. Apparatus according to one of claims 1 to 16 **characterised in that** the length of the measuring bar

(13) does not extend over the entire stroke movement of the piston rod (9).

18. Apparatus according to one of claims 1 to 17 **characterised in that** at a free end the guide element (45) has a resilient nose (43) which is oriented radially inwardly and which bears at least region-wise against the peripheral surface of the measuring bar (13). 5
19. Apparatus according to one of claims 1 to 18 **characterised in that** the nose (43) is of a hooked configuration with a sealing lip (44) which in the direction of the measuring bar (13) bears snugly against the peripheral surface thereof. 10
20. Apparatus according to one of claims 1 to 19 **characterised in that** the measuring bar (13) has at least one support element which is of a hooked configuration and which supports the measuring bar (13) in region-wise manner with respect to the central bore (12) in a condition of bearing snugly against the peripheral surface thereof. 15 20

Revendications

1. Dispositif pour détecter la position d'un piston dans un cylindre, en particulier dans un cylindre de vérin à commande par fluide sous pression, comprenant une tige de piston (9) pourvue d'un alésage dans lequel est disposée une tige de mesure, la tige de mesure (13) en fonction du déplacement longitudinal de la tige de piston (9) subissant une rotation forcée d'un angle (φ) et l'angle de rotation (φ) étant transformé par un système de capteur en un signal de capteur électrique, **caractérisé par le fait que** le système de capteur comporte au moins un élément de capteur (24) fixe à l'extérieur de la zone à fluide sous pression et un élément de capteur (19) mobile, entraîné par la tige de mesure (13), à l'intérieur de la zone à fluide sous pression et que le déplacement de l'élément de capteur (19) entraîné est détecté sans contacts par l'élément de capteur (24) fixe. 30 35 40 45
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** dans le fond (18) du cylindre est disposé un boîtier de capteur (22) amovible qui est muni sur son pourtour d'un joint (39) et qui d'une part reçoit en l'isolant vis-à-vis du fluide sous pression l'élément de capteur (24) fixe, et d'autre part présente dans sa face côté fluide sous pression un évidement (21) destiné à recevoir un élément de liaison (20) lié à l'extrémité frontale de la tige de mesure, l'élément de liaison (20) étant monté dans le l'évidement (21) avec possibilité de rotation autour de l'axe longitudinal de la tige de mesure (13). 50 55

3. Dispositif selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** l'élément de liaison (20) présente un élément annulaire (34) de retenue et de guidage qui prend appui d'un côté sur un épaulement (35) du fond de cylindre (18) et de l'autre dans l'évidement (21). 5
4. Dispositif selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** l'élément de liaison (20) comporte un alésage (36) central destiné à recevoir l'extrémité frontale (15) de la tige de mesure (13) et que la tige de mesure (13) est liée de manière séparable et articulée à l'élément de liaison. (20) dans l'alésage (36) par un axe (17) disposé transversalement à l'axe longitudinal de la tige de mesure. 10 15
5. Dispositif selon une des revendications 1 à 4, **caractérisé par le fait qu'il** est prévu sur une face postérieure du boîtier de capteur (22) éloignée de la tige de mesure (13), un élément de retenue (38) pour la fixation démontable du boîtier de capteur (22) dans le fond de cylindre (18). 20
6. Dispositif selon une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait que** l'élément de capteur (19) mobile est conformé en aimant permanent (19) et l'élément de capteur fixe (24) en élément de capteur réagissant aux champs magnétiques. 25
7. Dispositif selon une des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que** l'élément de capteur fixe (24) est conformé en élément de capteur de Hall 30
8. Dispositif selon une des revendications 1 ou 2, **caractérisé par le fait qu'au moins** aimant permanent (19) est disposé dans la partie d'extrémité (37) de telle sorte que l'axe magnétique de l'aimant permanent (19) soit perpendiculaire à l'axe longitudinal de la tige de mesure (13) et **par le fait qu'au moins** un élément de capteur (24) est disposé à une certaine distance radiale de l'aimant permanent (19) à l'intérieur du boîtier de capteur (22). 35 40 45
9. Dispositif selon une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait qu'au moins** aimant permanent (19) est disposé dans la partie d'extrémité (37) de telle sorte que l'axe magnétique de l'aimant permanent (19) soit décalé radialement en direction de l'axe longitudinal de la tige de mesure (13) et **par le fait qu'au moins** un élément de capteur (24) est disposé approximativement de manière centrée par rapport à l'axe longitudinal de la tige de mesure (13) à l'intérieur du boîtier de capteur (22). 50 55
10. Dispositif selon une des revendications 1 à 9, **caractérisé par le fait que** la tige de mesure (13) présente une hélice (14) à grand pas, avec un angle de pas (α) dans une zone d'au moins 70°. 55

11. Dispositif selon une des revendications 1 à 10, **caractérisé par le fait que** l'angle de pas (α) est supérieur à un angle de coincement (β) de 76° .
12. Dispositif selon une des revendications 1 à 11, **caractérisé par le fait que** l'hélice (14) à grand pas s'étend de manière régulière sur toute la longueur de la tige de mesure (13). 5
13. Dispositif selon une des revendications 1 à 12, **caractérisé par le fait que** l'hélice (14) de la tige de mesure (13) s'étend au maximum sur un angle périphérique de 360° . 10
14. Dispositif selon une des revendications 1 à 13, **caractérisé par le fait que** la tige de mesure (13) présente seulement localement une hélice. 15
15. Dispositif selon une des revendications 1 à 14, **caractérisé par le fait que** la tige de mesure (13) présente des portions avec des pas d'hélice différents. 20
16. Dispositif selon une des revendications 1 à 15, **caractérisé par le fait que** la tige de mesure (13) ne présente une hélice (14) que dans la région d'extrémités (15, 16) en vis-à-vis. 25
17. Dispositif selon une des revendications 1 à 16, **caractérisé par le fait que** la longueur de la tige de mesure (13) ne s'étend pas sur la totalité de la course de la tige de piston (9). 30
18. Dispositif selon une, des revendications 1 à 17, **caractérisé par le fait que** l'élément de guidage (45) à une extrémité libre, présente un doigt (43) élastique orienté radialement vers l'intérieur qui, au moins localement est en contact avec la surface extérieure de la tige de mesure (13). 35
19. Dispositif selon une des revendications 1 à 18, **caractérisé par le fait que** le doigt (43) a une forme de crochet avec une lèvre d'étanchéité (44) qui s'étend en direction de la tige de mesure (13) et s'adapte à la surface extérieure de ladite tige de mesure. 40
45
20. Dispositif selon une des revendications 1 à 19, **caractérisé par le fait que** la tige de mesure (13) comporte au moins un élément de support en forme de crochet, qui supporte localement en s'adaptant à sa surface périphérique la tige de mesure (13) par rapport à l'alésage central (12). 50

55





