



(10) **DE 10 2011 086 581 B4** 2014.06.12

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 086 581.0**
(22) Anmeldetag: **17.11.2011**
(43) Offenlegungstag: **23.05.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **12.06.2014**

(51) Int Cl.: **G01M 17/007 (2006.01)**
G01M 17/00 (2006.01)
G05D 13/34 (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:
Illinois Tool Works Inc., Glenview, Ill., US

(74) Vertreter:
Meissner, Bolte & Partner GbR, 86199, Augsburg, DE

(72) Erfinder:
Beran, Josef, Dipl.-Ing., 64380, Roßdorf, DE;
Probst, Thomas, 64823, Groß-Umstadt, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	199 27 944	A1
DE	20 2005 012 077	U1
US	2002 / 0 026 820	A1
US	3 823 600	A

(54) Bezeichnung: **Prüfeinrichtung zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation sowie Verfahren zum Betrieb einer Prüfeinrichtung**

(57) Hauptanspruch: Prüfeinrichtung (100) zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation, wobei die Prüfeinrichtung (100) folgendes aufweist:

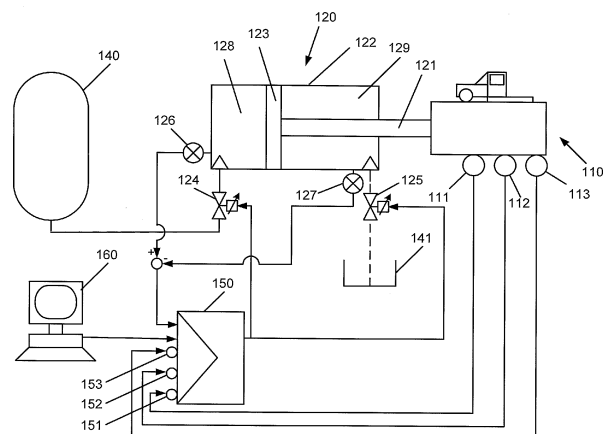
- eine Schlittenanordnung (110), die längs einer Schienenanordnung verschiebbar angeordnet ist;
- einen auf der Schlittenanordnung (110) angeordneten Prüfaufbau für mindestens eine zu prüfende Kraftfahrzeugkomponente; und
- eine Beschleunigungseinheit (120), über die zur Beschleunigung der Schlittenanordnung (110) eine Kraft auf die Schlittenanordnung (110) übertragbar ist, wobei die Beschleunigungseinheit (120) einen Antriebzylinder (122) mit einem Kolben (123) und einer mit der Schlittenanordnung (110) verbundenen Kolbenstange (121) aufweist, dadurch gekennzeichnet,

dass der Antriebzylinder (122) ein hydraulischer Antriebszylinder ist, bei dem eine Hydraulikflüssigkeit unmittelbar auf den Kolben (123) wirkt;

dass ein erster Messaufnehmer (126) vorhanden ist zum Erfassen des im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druckes (P1), und dass ein zweiter Messaufnehmer (127) vorhanden ist zum Erfassen des im kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druckes (P2); und

dass die Prüfeinrichtung (100) eine Regeleinrichtung (150) aufweist, die ausgelegt ist, die dem kolbenseitigen Bereich (128) oder dem kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (128)

wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (129) wirkenden Druck (P2) einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Prüfeinrichtung zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren zum Betrieb einer Prüfeinrichtung.

[0002] Demgemäß betrifft die Erfindung eine Prüfeinrichtung zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation mit einer Schlittenanordnung, die längs einer Schienenanordnung verschiebbar angeordnet ist, einem auf der Schlittenanordnung angeordneten Prüfaufbau, auf dem mindestens eine zu prüfende Kraftfahrzeugkomponente angeordnet oder anbringbar ist, und mit einer Beschleunigungseinheit, über die zur Beschleunigung der Schlittenanordnung eine Kraft auf diese übertragbar ist, wobei die Beschleunigungseinheit einen hydraulischen Antriebszylinder mit einem Kolben und einer mit der Schlittenanordnung verbundenen Kolbenstange aufweist.

[0003] Die Druckschrift DE 20 2005 012 077 U1 betrifft eine Vorrichtung zum Einbringen zusätzlicher Kräfte bei der Durchführung von Crash-Versuchen, insbesondere der Durchführung von sogenannten inversen Crash-Versuchen, bei denen die Verzögerungskräfte eines realen Aufpralls simuliert werden. Die aus diesem Stand der Technik bekannte Vorrichtung weist einen Zylinder auf, der eine Druckkammer aufweist, deren Volumen durch einen Kolben begrenzt wird, welcher über eine Schubstange auf das Versuchsobjekt wirkt. Des Weiteren ist eine auf die Schubstange wirkende Bremsvorrichtung vorgesehen.

[0004] Die Druckschrift DE 199 27 944 A1 betrifft ein Verfahren zur Durchführung von Crash-Schlitten-Versuchen, bei welchem die Verzögerungskräfte eines realen Aufpralls simuliert werden, in dem ein Crash-Schlitten entsprechend der realen Verzögerungskurve beschleunigt wird. Zur Vermeidung von Kalibrier-Versuchen wird während des Versuches auf den Crash-Schlitten einerseits eine Kraft in Beschleunigungsrichtung ausgeübt, die größer ist als die zur Beschleunigung entsprechend der realen Verzögerungskurve jeweils nötige Kraft. Andererseits wird eine der Beschleunigungsrichtung entgegen gerichtete Bremskraft ausgeübt, die so groß ist, dass die resultierende Kraft den Schlitten entsprechend der gewünschten Beschleunigungskurve beschleunigt.

[0005] Die Druckschriften US 2002/0026820 A1 und US 3,823,600 A betreffen jeweils einen HYGEBeschleuniger, bei dem ein doppelt wirkender Kolben zwischen einer Zylinderkammer mit hohem Druck und einer Zylinderkammer mit niedrigem Druck ausgenutzt wird. Die auf den Kolben wirkenden Kräfte sind vor einem Auslösepuls aufgrund unterschiedlicher Angriffsflächen des Kolbens im Gleichgewicht. Der Auslösepuls bewirkt ein Abheben des Kolbens

von einer Dichtung, die die Angriffsfläche des Kolbens für die Kammer mit hohem Druck begrenzt, so dass schlagartig die gesamte Kolbenfläche dem hohem Druck ausgesetzt ist und der Kolben eine der Differenz zwischen dem hohem und niedrigen Druck entsprechende Beschleunigungskraft erfährt.

[0006] Eine Prüfeinrichtung, welche im Fachbereich auch servohydraulische Katapultanlage genannt wird, ist dem Prinzip nach aus der Fahrzeugtechnik allgemein bekannt und dient dazu, den immer kürzeren Entwicklungszeiten im Automobilbau und den Anforderungen nach höherer passiver Sicherheit Rechnung zu tragen. Mit einer solchen Prüfeinrichtung sind inverse Crashtests realisierbar. Hierbei wirken nicht die im normalen Betrieb oder im Crashfall auftretbaren Verzögerungskräfte auf die zu untersuchenden Kraftfahrzeugkomponenten ein. Vielmehr werden bei inversen Crashtests die den auftretbaren Verzögerungskräfte entsprechenden Beschleunigungskräfte in die zu untersuchenden Kraftfahrzeugkomponenten eingeleitet.

[0007] In der Regel werden dabei die zu untersuchenden Fahrzeugkomponenten, wie Sitze, Lenksäulen und Lenkräder, Windschutzscheiben, Armaturen, Bretter, Sicherheitsgurte und deren Befestigung, Airbag-Systeme und andere Komponenten, in einer verstärkten Fahrzeugkarosserie, der so genannten Panzerkarosse, auf einem Schlitten, entsprechend der verschiedenen Unfallsituationen kontrolliert beschleunigt und Bruchverhalten bzw. Bauteilzuverlässigkeit untersucht. Bei herkömmlichen Prüfeinrichtungen wird der Schlitten beispielsweise mit Hilfe einer zu einer Beschleunigungseinheit gehörenden Schubstange beschleunigt. Im Einzelnen ist es bekannt, die Schubstange entsprechend einer realen Verzögerungskurve hydraulisch aus einem Zylinderrohr eines Antriebszylinders herauszufahren. Um die reale Verzögerungskurve nachfahren zu können, wird dabei versucht, die hydraulische Beaufschlagung der Schubstange über ein Hydraulikventil zu steuern.

[0008] Beispielsweise ist es bekannt, dass der Antriebszylinder über ein vierstufiges Servoventil gesteuert wird, das mit einer Kolbenspeichereinheit in Verbindung steht. Eine solche servohydraulische Katapultanlage ist beispielsweise aus einer Werkzeitschrift RIQ, Ausgabe 1/1998, Seiten 2 bis 4 von Manesmann-Rexroth bekannt.

[0009] Aufgrund der großen erforderlichen Beschleunigung muss allerdings das Hydraulikventil eine extrem hohe Durchflussmenge aufweisen und sehr schnell reagieren können. Dabei müssen zur Anpassung an die reale Verzögerungskurve mehrere Kalibrierversuche durchgeführt werden, da ein derartiges Hydraulikventil innerhalb der Versuchszeit von maximal etwa 100 Millisekunden nicht geregelt wer-

den kann. Dieses herkömmliche Verfahren ist daher verhältnismäßig aufwendig.

[0010] Auf Grundlage dieser Problemstellung liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Prüfeinrichtung zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation der eingangs genannten Art sowie ein Verfahren zum Betrieb einer derartigen Prüfeinrichtung derart weiterzubilden, dass in einer einfach zu realisierenden aber dennoch reproduzierbaren Weise eine Simulation von Unfallsituationen verbessert werden kann. Insbesondere soll eine Prüfeinrichtung mit einem hydraulischen Antriebszylinder angegeben werden, mit welcher – im Vergleich zu herkömmlichen Prüfeinrichtungen – die Versuchs-Reproduzierbarkeit sowie die Versuchs-Nachfahrenauigkeit verbessert und die Anzahl der notwendigen Iterationsschritte verringert werden können.

[0011] Im Hinblick auf die Prüfeinrichtung wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass mindestens ein Messaufnehmer vorgesehen ist zum Erfassen eines im kolbenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes und/oder zum Erfassen eines im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes, und dass eine Regeleinrichtung vorgesehen ist, welche ausgelegt ist, in Abhängigkeit von dem in dem Antriebszylinder erfassten Druck eine dem kolbenseitigen oder dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebszylinders pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass eine auf die Schlittenanordnung übertragene Beschleunigungskraft einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

[0012] In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung ist dabei vorgesehen, dass ein erster Messaufnehmer zum Erfassen des im kolbenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes und ein zweiter Messaufnehmer zum Erfassen des im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes vorgesehen sind, wobei die Regeleinrichtung ausgelegt ist, die dem kolbenseitigen Bereich des Antriebszylinders pro Zeiteinheit zugeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich wirkenden Druck und dem im kolbenstangenseitigen Bereich wirkenden Druck einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

[0013] Denkbar hierbei ist es, dass die Beschleunigungseinheit einen hydraulischen Antriebszylinder mit einem Kolben und einer mit der zu beschleunigenden Schlittenanordnung verbundenen Kolbenstange aufweist, wobei schnell reagierende Steuerventile, beispielhafter Weise ein 2-Steuerkanten-Ventil oder ein 1-Steuerkanten-Ventil vorgesehen sind, über welche der Antriebszylinder mit Hydraulikflüssigkeit beauf-

schlagbar ist. Bei einer 2-Kanten-Ventilausführung ist eine zur kolbenseitigen Bereich angeschlossene Druck-Steuerkante mit einem Hochdruck-Fluidreservoir in Fluidkommunikation, wobei eine zweite Rückfluss-Steuerkante des kolbenseitigen Bereiches in Fluidkommunikation mit einer drucklosen Rückflussleitung ist.

[0014] Bei einer 1-Kanten-Ventilausführung stellt die Druck-Steuerkante eine Fluidkommunikation des Hochdruck-Fluidreservoirs mit dem kolbenseitigen Bereich her, wobei der stangenseitigen Bereich mit dem Hochdruck oder einem Niederdruck-Fluidreservoir direkt in Fluidkommunikation ist.

[0015] Die Regeleinrichtung ist dabei ausgelegt, die pro Zeiteinheit dem Antriebszylinder zugeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die auf die Schlittenanordnung übertragene Beschleunigungskraft einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt. Das Hochdruck-Fluidreservoir stellt eine mit hohem Druck beaufschlagtes Hydraulikfluid zur Verfügung. Das Niederdruck-Fluidreservoir nimmt bei der 1-Kanten-Ausführung die im stangenseitigen Bereich in der Kolbenbewegung anfallende Fluidmenge auf.

[0016] Über die Druck-Steuerkante strömt dem kolbenseitigen Bereich des Antriebszylinders das unter hohem Druck beaufschlagte Fluid zu, wobei der stangenseitige Bereich je nach der Ausführung mit dem Niederdruck-Reservoir oder dem Hochdruck-Reservoir verbunden ist. Mit den daraus resultierende Drücken in den beiden Zylinder-Kammern wird über die Kolbenfläche und die Kolbenstange eine Kraft auf die Schlittenanordnung ausgeübt, und infolgedessen die Schlittenanordnung beschleunigt.

[0017] In einer weiteren Realisierung der erfindungsgemäßen Lösung ist dabei vorgesehen, dass ein erster Messaufnehmer zum Erfassen des im kolbenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes und ein zweiter Messaufnehmer zum Erfassen des im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebszylinders wirkenden Druckes vorgesehen sind, wobei die Regeleinrichtung ausgelegt ist, die dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebszylinders pro Zeiteinheit zu- und abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich wirkenden Druck und dem im kolbenstangenseitigen Bereich wirkenden Druck einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

[0018] Denkbar hierbei ist es, dass die Beschleunigungseinheit einen hydraulischen Antriebszylinder mit einem Kolben und einer mit der zu beschleunigenden Schlittenanordnung verbundenen Kolbenstange aufweist, wobei ein erstes Ventil vorgesehen ist, über welches der kolbenseitige Bereich des An-

triebzylinders mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist, und wobei ferner ein zweites Ventil vorgesehen ist, über welches der kolbenstangenseitige Bereich des Antriebzylinders mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist. Die Regeleinrichtung ist dabei ausgelegt, die pro Zeiteinheit dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders zu- und abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die auf die Schlittenanordnung übertragene Beschleunigungskraft einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt. Im Einzelnen dient das erste Ventil dazu, bei Bedarf den kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders mit einem Fluidreservoir zu verbinden. Das Hochdruck-Fluidreservoir stellt eine mit hohem Druck beaufschlagte Hydraulikflüssigkeit zur Verfügung. Auch das zweite Ventil dient dazu, bei Bedarf den kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders mit einem zweiten Hochdruck-Fluidreservoir zu verbinden oder mit einem drucklosen Fluidreservoir zu verbinden. Das dem zweiten Ventil zugeordnete Fluidreservoir stellt eine Hydraulikflüssigkeit bereit, deren Druck höher ist als der Druck der Hydraulikflüssigkeit, die mit dem Fluidreservoir bereitgestellt wird, welches mit dem ersten Ventil verbunden ist.

[0019] Über das erste Ventil strömt dem kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders das unter hohem Druck beaufschlagte Fluid zu, so dass über die Kolbenfläche und die Kolbenstange eine Kraft auf die Schlittenanordnung ausgeübt wird, infolgedessen die Schlittenanordnung beschleunigt. Über das zweite Ventil kann in definierter Weise Fluid aus dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders entströmen bzw. in definierter Weise Fluid in den kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders einströmen und auf diese Weise den Druck und die resultierende Beschleunigung beeinflussen.

[0020] Vorzugsweise weist die Beschleunigungseinheit einen ersten und zweiten Messaufnehmer zum Erfassen des in dem kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders herrschenden Druckes einerseits und des in dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders herrschenden Druckes andererseits auf.

[0021] In einer bevorzugten Realisierung der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung steht die Regeleinrichtung über einen Sollgrößen-Eingang mit einer Steuereinrichtung in Verbindung, um als Sollgröße ein vorgegebenes Beschleunigungsprofil zu erhalten. Der Regeleingang der Regeleinrichtung steht über einen Subtrahierer mit dem ersten und zweiten Messgeber in Signalverbindung, um als Regelgröße die Differenz der Drücke aus dem Inneren des Antriebzylinders zu erhalten, welche über die Geometrie des Kolbens, der Konstruktion der Prüfeinrichtung sowie der Masse der Schlittenanordnung mit der Beschleunigung verknüpft sind. Die Regeleinrichtung steht mit

ihrem Regelausgang mit dem Ventil in Signalverbindung, um als Stellgröße die Durchflussmenge des Ventils derart zu regeln, dass die resultierende Beschleunigung der Schlittenanordnung dem Beschleunigungsprofil folgt.

[0022] In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform der Prüfeinrichtung ist nur ein einziger Messaufnehmer vorgesehen zum Erfassen des im kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders herrschenden Druckes oder zum Erfassen des im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders herrschenden Druckes, wobei nur das Messsignal dieses Messaufnehmers über eine Signalleitung direkt als Regelgröße am Regeleingang der Regeleinrichtung anliegt.

[0023] Im Hinblick auf das Verfahren wird die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe erfindungsgemäß durch die nachfolgend angegebenen Verfahrensschritte gelöst:

1. mit Hilfe eines ersten Messaufnehmers wird ein im kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkender Druck gemessen;
2. mit Hilfe eines zweiten Messaufnehmers wird ein im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkender Druck gemessen; und
3. es wird eine dem kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders pro Zeiteinheit zugeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart eingestellt, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkenden Druck und dem im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkenden Druck einen vorab festgelegten Wert annimmt.

[0024] Alternativ können auch die folgenden Verfahrensschritte anstelle von Schritt 3 treten:

- es wird dem kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders pro Zeiteinheit eine Menge an Hydraulikflüssigkeit zugeführt, sodass sich ein konstantes Druckniveau einstellt und
- es wird eine dem kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart eingestellt, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkenden Druck und dem im kolbenstangenseitigen Bereich des Antriebzylinders wirkenden Druck den vorab festgelegten Wert annimmt.

[0025] Die mit der erfindungsgemäßen Lösung erzielbaren Vorteile liegen auf der Hand. Demnach zeichnet sich die erfindungsgemäße Prüfeinrichtung dadurch aus, dass durch die aktive Regelung der Stellgröße die resultierende Beschleunigung der Schlittenanordnung dem vorgegebenen Beschleunigungsprofil genauer folgt. Indem die Stellgröße die Durchflussmenge des Hydraulikfluides ist, erfolgt die

Regelung verschleißfrei und mit hoher Reproduzierbarkeit.

[0026] Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung näher beschrieben.

[0027] Es zeigen:

[0028] Fig. 1 ein Signalflussdiagramm für eine beispielhafte 2-Steuerkanten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung;

[0029] Fig. 2 ein Signalflussdiagramm für eine beispielhafte 1-Steuerkanten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung;

[0030] Fig. 3 ein Signalflussdiagramm für eine weitere beispielhafte 1-Steuerkanten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung; und

[0031] Fig. 4 ein Signalflussdiagramm für eine weitere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung mit 2-Wege-Ventil.

[0032] Fig. 1 zeigt schematisch ein Signalflussdiagramm für eine beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung **100**. Wie dargestellt, weist die Prüfeinrichtung **100** eine Schlittenanordnung **110** und eine Beschleunigungseinheit **120** auf. Schlittenanordnung **110** und Beschleunigungseinheit **120** sind mittels einer Kraftübertragungseinrichtung **121** verbunden. In der gezeigten Ausführungsform ist die Kraftübertragungseinrichtung **121** eine Schub- bzw. Kolbenstange. Auf der Schlittenanordnung **110** kann ein Prüfobjekt, z. B. ein Kraftfahrzeug oder Komponenten davon, angeordnet sein.

[0033] Die Beschleunigungseinheit **120** weist einen hydraulischen Antriebzyylinder **122** mit einem Kolben **123** und einem 2-Kantenventil (Druck-Steuerkante **124**, Rückfluss-Steuerkante **125**) auf. Der Kolben **123** zusammen mit der damit verbundenen Kolbenstange **121** ist axial längs der Achse des Antriebzylanders **122** verschiebbar und trennt zwei Zylinderbereiche, den kolbenseitigen Zylinderbereich **128** und den kolbenstangenseitigen Zylinderbereich **129**, fluiddicht voneinander ab.

[0034] Im Einzelnen ist bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** vorgesehen, dass der Antriebzyylinder **122** als doppelt wirkender Zylinder ausgeführt ist, wobei die (bereits erwähnte) Druck-Steuerkante **124** vorgesehen ist, über welche der kolbenseitige Bereich **128** des Antriebzylanders **122** mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist. Ferner ist die (ebenfalls bereits erwähnte) zweite synchron geöffnete Rückfluss-Steuerkante **125** vorgesehen, über welche der

kolbenstangenseitige Bereich **129** des Antriebzylanders **122** mit der Rückflussleitung in Fluidkommunikation steht.

[0035] In der in Fig. 1 schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** steht die Druck-Steuerkante **124** mit ihrer nicht mit dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylanders **122** verbundenen Seite mit einem ersten Hochdruck-Fluidreservoir **140** in Fluidverbindung. Der Druck von dem mit dem ersten Fluidreservoir **140** bereitgestellten Fluid (Hydraulikflüssigkeit) ist gleich groß wie und vorzugsweise größer als der Druck P1 im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylanders **122**. Das erste Fluidreservoir **140** kann beispielsweise eine Kolbenspeichereinheit sein.

[0036] Andererseits steht die Rückfluss-Steuerkante **125** mit ihrer nicht mit dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylanders **122** verbundenen Seite mit dem Rückfluss-Reservoir **141** in Fluidverbindung. Der Druck von dem mit dem zweiten Fluidreservoir **141** bereitgestellten Fluid (Hydraulikflüssigkeit) ist geringer als in dem kolbenstangenseitigen Bereich.

[0037] Über die Druck-Steuerkante **124** ist demnach dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylanders **122** ein unter hohem Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar, so dass der im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylanders **122** herrschende Druck P1 erhöht und eine auf den Kolben **123** und die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft reduziert um die niedrige Gegenkraft im stangenseitigen Bereich auf die Schlittenanordnung **110** übertragen werden kann. Auf diese Weise kann die Schlittenanordnung **110** beschleunigt werden.

[0038] Wahlweise können Druck-Steuerkante **124** und Rückfluss-Steuerkante **125** auch in separaten Ventilen realisiert sein.

[0039] Im Einzelnen ist die auf die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft bestimmt durch die Differenz zwischen dem in dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylanders **122** herrschenden Druck P1 und dem in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylanders **122** herrschenden Druck P2. Ferner haben die im kolbenseitigen Bereich **128** vorhandene Wirkfläche auf den Kolben **123** und die im kolbenstangenseitigen Bereich **129** vorhandene Wirkfläche auf den Kolben **123** einen Einfluss auf die auf die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft.

[0040] Wie bereits angedeutet, kann über das zweite Ventil **125** Fluid, wie etwa Hydraulikfluid, aus dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylanders **122** entströmen. Auf diese Weise können der sich in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** einstellende

Druck P2 und die resultierende Beschleunigung beeinflusst werden.

[0041] Wie in **Fig. 1** dargestellt, weist die dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** weiterhin Messaufnehmer **126**, **127** auf zum Erfassen des Druckes P1 in dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebszylinders **122** einerseits und zum Erfassen des Druckes P2 in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebszylinders **122** andererseits.

[0042] Ferner ist eine Regeleinrichtung **150** vorgesehen, welche in der in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsform über eine Signalverbindung mit einer Steuereinheit **160**, wie etwa mit einem PC verbunden ist. Über die Signalverbindung wird von der Steuereinheit **160** eine vorab festlegbare und beispielsweise manuell in die Steuereinheit **160** eingebbare Sollgröße an die Regeleinrichtung **150** übertragen. Die Sollgröße kann ein vorgegebener Beschleunigungswert oder aber auch ein vorgegebenes Beschleunigungsprofil (d. h. eine vorgegebene zeitliche Entwicklung der Beschleunigung) sein.

[0043] Die Regeleinrichtung **150** ist dazu ausgelegt, eine Regelgröße gemäß der Sollgröße nachzuregeln. Die Regelgröße ist in einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich **128** wirkenden Druck P1 und dem im kolbenstangenseitigen Bereich **129** wirkenden Druck P2. Über die Geometrie des Kolbens **123**, der Konstruktion der Prüfeinrichtung **100** sowie der Masse der Schlittenanordnung **110** ist der Differenzdruck nach allgemeinen Gesetzen der Hydraulik und der Physik mit der Beschleunigung verknüpft. Insbesondere kann davon ausgegangen werden, dass der Differenzdruck proportional zu einer über die Beschleunigungseinheit **120** auf die Schlittenanordnung **110** übertragenen Beschleunigungskraft ist.

[0044] Die Regeleinrichtung **150** ist ausgelegt, als Stellgröße die Durchflussmenge des 2-Kanten-Ventils (Druck-Steuerkante **124**, Rückfluss-Steuerkante **125**) zu verändern und so über eine Veränderung der pro Zeiteinheit dem kolbenseitigen Bereich **128** zugeführten und im stangenseitigen Bereich **129** abgeführte Fluidmenge, die Drücke P1, P2 des Antriebszylinders **122** zu beeinflussen.

[0045] In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform der Prüfvorrichtung **100** ist die Regeleinrichtung **150** dazu ausgelegt, nur den Druck P1 in dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebszylinders **122** von nur einem Messaufnehmer **127** zu erfassen und als Regelgröße auszuwerten.

[0046] Das Verfahren für eine erfindungsgemäße Kraftfahrzeug-Crashsimulation weist die folgenden Schritte auf:

Die Steuereinheit **160** gibt über die Signalverbindung eine Sollgröße an die Regeleinrichtung **150** aus. Die Sollgröße entspricht einer gewünschten Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** zu dem jeweiligen Zeitpunkt. In ihrem zeitlichen Verlauf entspricht die Sollgröße dem gewünschten Beschleunigungsprofil. Als Regelgröße liegt an der Regeleinrichtung **150** die Differenz der Signale der beiden Druck-Messaufnehmer **126** und **127** an. Über die Geometrie des Kolbens **123** und die Masse der Schlittenanordnung **110** ist die Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** mit der Regelgröße nach allgemeinen Gesetzen der Hydraulik und der Physik verknüpft.

[0047] Die Regeleinrichtung **150** regelt als Stellgröße die Durchflussmenge des 2-Kanten-Ventils (Druck-Steuerkante **124**, Rückfluss-Steuerkante **125**) derart, dass die resultierende Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** dem gewünschten Beschleunigungsprofil folgt. Die Regeleinrichtung öffnet dazu das 2-Kanten-Ventil soweit, dass jeweils so viel unter Druck stehendes Fluid aus dem Druck-Reservoir **140** in den ersten Zylinderbereich **128** zufließt und aus dem Bereich **129** zum drucklosen Reservoir **141** wegfällt, so dass die durch die Druckdifferenz zwischen erstem und zweitem Zylinderbereich **128**, **129** auf den Kolben ausgeübte Kraft über die Kraftübertragungseinrichtung die gewünschte Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** bewirkt.

[0048] In verschiedenen Ausführungsformen der Prüfvorrichtung **100** können als Regeleinrichtung **150** unter anderem Proportional- (P), Proportional-Integral- (PI) oder Proportional-Integral-Differential- (PID) Regler verwendet werden.

[0049] Die Prüfeinrichtung **100** kann weitere Bremsmittel aufweisen, um die Schlittenanordnung **110** im Anschluss an die Testphase wieder abzubremsen. Weiterhin ist es möglich, die Verbindung zwischen Schlittenanordnung **110** und Kraftübertragungseinheit **121** derart zu gestalten, dass sich die Schlittenanordnung **110** nach der Beschleunigungsphase durch den Kolben **123** von der Kraftübertragungseinheit **121** löst und unabhängig von dem Kolben **123** und der Kraftübertragungseinheit **121** mit geeigneten Bremsmitteln abgebremst wird.

[0050] In **Fig. 2** ist beispielhafter Weise die Ausführung mit einem 1-Steuerkanten-Ventil dargestellt. In der in **Fig. 2** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** steht die Steuerkante **124** mit ihrer nicht mit dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebszylinders **122** verbundenen Seite mit einem ersten Hochdruck-Fluidreservoir **140** in Fluidverbindung. Der Druck von dem mit dem ersten Fluidreservoir **140** bereitgestell-

ten Fluid (Hydraulikflüssigkeit) ist gleich groß wie und vorzugsweise größer als der Druck P1 im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122**. Das erste Fluidreservoir **140** kann beispielsweise eine Kolbenspeichereinheit sein.

[0051] Andererseits steht der kolbenstangenseitige Bereich **129** des Antriebzylinders **122** mit dem Rückfluss-Reservoir **170** in Fluidverbindung. Der Druck von dem mit dem zweiten Fluidreservoir **170** bereitgestellten Fluid (Hydraulikflüssigkeit) ist geringer als in dem kolbenstangenseitigen Bereich.

[0052] Über die Steuerkante **124** ist demnach dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** ein unter hohem Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar, so dass der im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** herrschende Druck P1 erhöht und eine auf den Kolben **123** und die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft reduziert um die niedrige Gegenkraft im stangenseitigen Bereich auf die Schlittenanordnung **110** übertragen werden kann. Auf diese Weise kann die Schlittenanordnung **110** beschleunigt werden. Im Weiteren entspricht die in **Fig. 2** beschriebene Vorrichtung der bereits im Zusammenhang mit **Fig. 1** beschriebenen Ausführungsform.

[0053] Demgemäß unterscheidet sich das Verfahren mit der Vorrichtung aus **Fig. 2** dadurch, dass die Regeleinrichtung **150** als Stellgröße die Durchflussmenge des 1-Kanten-Ventils (Steuerkante **124**) derart, dass die resultierende Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** dem gewünschten Beschleunigungsprofil folgt.

[0054] In **Fig. 3** ist beispielhafter Weise eine weitere Ausführung mit einem 1-Steuerkanten-Ventil dargestellt. In der in **Fig. 3** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** steht die Steuerkante **124** mit ihrer nicht mit dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** verbundenen Seite mit einem ersten Hochdruck-Fluidreservoir **140** in Fluidverbindung. Der Druck von dem mit dem ersten Fluidreservoir **140** bereitgestellten Fluid (Hydraulikflüssigkeit) ist gleich groß wie und vorzugsweise größer als der Druck P1 im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122**. Das erste Fluidreservoir **140** kann beispielsweise eine Kolbenspeichereinheit sein.

[0055] Ebenso steht der kolbenstangenseitige Bereich **129** des Antriebzylinders **122** mit dem Fluidreservoir **140** in Fluidverbindung. Da die Wirkfläche des Kolbens in dem kolbenstangenseitigen Bereich um den Querschnitt der Kolbenstange verringert ist, ist die Gegenkraft auf der Kolbenstangenseite in der Beschleunigungsphase kleiner oder gleich der Beschleunigungskraft auf der Kolbenstangenseite. Dadurch ist das Fluid aus dem Kolbenstangenseitigen

Bereich in der Lage, gegen den Druck des Fluidreservoirs **140** zurückzufließen.

[0056] Über die Steuerkante **124** ist demnach dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** ein unter hohem Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar, so dass der im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** herrschende Druck P1 erhöht und eine auf den Kolben **123** und die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft reduziert um die niedrige Gegenkraft im stangenseitigen Bereich auf die Schlittenanordnung **110** übertragen werden kann. Auf diese Weise kann die Schlittenanordnung **110** beschleunigt werden.

[0057] Im Weiteren entspricht die in **Fig. 3** beschriebene Vorrichtung der im Zusammenhang mit **Fig. 2** beschriebenen Ausführungsform.

[0058] **Fig. 4** zeigt schematisch ein Signalfussdiagramm für eine weitere beispielhafte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfvorrichtung **100**. Mit gleichen Referenzzeichen bezeichnen die gleichen Teile wie in **Fig. 1** bis **Fig. 3**.

[0059] Im Einzelnen ist bei der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** wie in den vorhergehenden Ausführungsformen vorgesehen, dass der Antriebzylinder **122** als doppeltwirkender Zylinder ausgeführt ist, wobei ein erstes Ventil **124** vorgesehen ist, über welches der kolbenseitige Bereich **128** des Antriebzylinders **122** mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist. Ferner ist das zweite Ventil **125** vorgesehen, über welches der kolbenstangenseitige Bereich **129** des Antriebzylinders **122** mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist.

[0060] In der in **Fig. 4** schematisch dargestellten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** steht das erste Ventil **124** mit seiner nicht mit dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** verbundenen Seite mit einem ersten Fluidreservoir **140** in Fluidverbindung. Das erste Fluidreservoir **140** kann beispielsweise eine Kolbenspeichereinheit sein. Andererseits steht das zweite Ventil **125** mit seiner nicht mit dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** verbundenen Seite je nach Stellsignal entweder mit einem zweiten drucklosen Fluidreservoir **141** oder einem Hochdruck-Fluidreservoir **170** in Fluidverbindung.

[0061] Über das erste Ventil **124** ist demnach dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** ein unter hohem Druck stehendes Hydraulikfluid zuführbar, so dass der im kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** herrschende Druck P1 erhöht und eine auf den Kolben **123** und die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft zu der Schlittenanordnung **110** übertragen werden kann. Auf diese

Weise kann die Schlittenanordnung **110** beschleunigt werden.

[0062] Im Einzelnen ist die auf die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft bestimmt durch die Differenz zwischen dem in dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** herrschenden Druck P1 und dem in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** herrschenden Druck P2. Ferner haben die im kolbenseitigen Bereich **128** vorhandene Wirkfläche auf den Kolben **123** und die im kolbenstangenseitigen Bereich **129** vorhandene Wirkfläche auf den Kolben **123** einen Einfluss auf die auf die Kolbenstange **121** wirkende Druckkraft.

[0063] Wie bereits angedeutet, kann über das zweite Ventil **125** Fluid, wie etwa Hydraulikfluid, aus dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** ein- und ausströmen. Auf diese Weise können der sich in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** einstellende Druck P2 und die resultierende Beschleunigung maßgeblich beeinflusst werden.

[0064] Wie in **Fig. 4** dargestellt, weist die dargestellte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** ebenfalls Messaufnehmer **126**, **127** auf zum Erfassen des Druckes P1 in dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** einerseits und zum Erfassen des Druckes P2 in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** andererseits.

[0065] Ferner ist ebenfalls eine Regeleinrichtung **150** vorgesehen, welche in der in **Fig. 4** dargestellten Ausführungsform über eine Signalverbindung mit einer Steuereinheit **160**, wie etwa mit einem PC verbunden ist. Über die Signalverbindung wird von der Steuereinheit **160** eine vorab festlegbare und beispielsweise manuell in die Steuereinheit **160** eingebare Sollgröße an die Regeleinrichtung **150** übertragen. Die Sollgröße kann ein vorgegebener Beschleunigungswert oder aber auch ein vorgegebenes Beschleunigungsprofil (d. h. eine vorgegebene zeitliche Entwicklung der Beschleunigung) sein.

[0066] Die Regeleinrichtung **150** ist dazu ausgelegt, eine Regelgröße gemäß der Sollgröße nachzuregeln. Die Regelgröße ist bei der erfindungsgemäßen Prüfeinrichtung **100** die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich **128** wirkenden Druck P1 und dem im kolbenstangenseitigen Bereich **129** wirkenden Druck P2. Über die Geometrie des Kolbens **123**, der Konstruktion der Prüfeinrichtung **100** sowie der Masse der Schlittenanordnung **110** ist der Differenzdruck nach allgemeinen Gesetzen der Hydraulik und der Physik mit der Beschleunigung verknüpft. Insbesondere kann davon ausgegangen werden, dass der Differenzdruck proportional zu einer über die Beschleunigungseinheit **120** auf die Schlittenanordnung **110** übertragenen Beschleunigungskraft ist.

[0067] Die Regeleinrichtung **150** ist ausgelegt, als Stellgröße die Durchflussmenge des zweiten Ventils **125** zu verändern und so über eine Veränderung der pro Zeiteinheit dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** zu- oder abgeführten Fluidmenge den Druck P2 in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** zu beeinflussen.

[0068] In einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform der Prüfvorrichtung **100** ist die Regeleinrichtung **150** dazu ausgelegt, nur den Druck P2 in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** von nur einem Messaufnehmer **127** zu erfassen und als Regelgröße auszuwerten.

[0069] Das Verfahren für eine erfindungsgemäße Kraftfahrzeug-Crashsimulation weist die folgenden Schritte auf:

Die Steuereinheit **160** gibt über die Signalverbindung eine Sollgröße an die Regeleinrichtung **150** aus. Die Sollgröße entspricht einer gewünschten Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** zu dem jeweiligen Zeitpunkt. In ihrem zeitlichen Verlauf entspricht die Sollgröße dem gewünschten Beschleunigungsprofil. Als Regelgröße liegt an der Regeleinrichtung **150** die Differenz der Signale der beiden Druck-Messaufnehmer **126** und **127** an. Über die Geometrie des Kolbens **123** und die Masse der Schlittenanordnung **110** ist die Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** mit der Regelgröße nach allgemeinen Gesetzen der Hydraulik und der Physik verknüpft.

[0070] Dem kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** wird pro Zeiteinheit eine konstante Menge an Hydraulikflüssigkeit zugeführt. Durch Einspeisen eines Konstantdruckes in den kolbenseitigen Bereich **128** des Antriebzylinders **122** führt zu einer konstanten Beschleunigungskraft, die auf die Schlittenanordnung **110** wirkt. Das Bilden einer dynamischen Beschleunigungskraft erfolgt durch dynamisches Verändern des Druckes in dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122**.

[0071] Im Einzelnen regelt die Regeleinrichtung **150** als Stellgröße die Durchflussmenge des zweiten Ventils **125** derart, dass die resultierende Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** dem gewünschten Beschleunigungsprofil folgt. Die Regeleinrichtung öffnet dazu das Ventil **125** soweit, dass jeweils so viel unter Druck stehendes Fluid aus dem Hochdruck-Reservoir **170** in den kolbenstangenseitigen Bereich **129** des Antriebzylinders **122** strömt oder über das Ventil **125** in das drucklose Reservoir strömt, so dass die durch die Druckdifferenz zwischen dem kolbenseitigen Bereich **128** und dem kolbenstangenseitigen Bereich **129** auf den Kolben **123** ausgeübte Kraft über die Kraftübertragungseinrichtung **121** die gewünschte Beschleunigung der Schlittenanordnung **110** bewirkt.

[0072] In verschiedenen Ausführungsformen der Prüfvorrichtung **100** können als Regeleinrichtung **150** zum Beispiel Proportional- (P), Proportional-Integral- (PI) oder Proportional-Integral-Differential- (PID) Regler verwendet werden.

[0073] Die Prüfeinrichtung **100** kann weitere Bremsmittel aufweisen, um die Schlittenanordnung **110** im Anschluss an die Testphase wieder abzubremesen. Weiterhin ist es möglich, die Verbindung zwischen Schlittenanordnung **110** und Kraftübertragungseinheit **121** derart zu gestalten, dass sich die Schlittenanordnung **110** nach der Beschleunigungsphase durch den Kolben **123** von der Kraftübertragungseinheit **121** löst und unabhängig von dem Kolben **123** und der Kraftübertragungseinheit **121** mit geeigneten Bremsmitteln abgebremst wird.

[0074] Die Erfindung ist nicht auf die unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **Fig. 4** exemplarisch beschriebenen Ausführungsformen der Prüfeinrichtung **100** beschränkt, sondern ergibt sich aus einer Zusammenschau sämtlicher hierin beschriebener Merkmale und Vorteile.

Patentansprüche

1. Prüfeinrichtung (**100**) zur Kraftfahrzeug-Crashsimulation, wobei die Prüfeinrichtung (**100**) folgendes aufweist:

- eine Schlittenanordnung (**110**), die längs einer Schienenanordnung verschiebbar angeordnet ist;
- einen auf der Schlittenanordnung (**110**) angeordneten Prüfaufbau für mindestens eine zu prüfende Kraftfahrzeugkomponente; und
- eine Beschleunigungseinheit (**120**), über die zur Beschleunigung der Schlittenanordnung (**110**) eine Kraft auf die Schlittenanordnung (**110**) übertragbar ist, wobei die Beschleunigungseinheit (**120**) einen Antriebzyylinder (**122**) mit einem Kolben (**123**) und einer mit der Schlittenanordnung (**110**) verbundenen Kolbenstange (**121**) aufweist,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Antriebzyylinder (**122**) ein hydraulischer Antriebszylinder ist, bei dem eine Hydraulikflüssigkeit unmittelbar auf den Kolben (**123**) wirkt;

dass ein erster Messaufnehmer (**126**) vorhanden ist zum Erfassen des im kolbenseitigen Bereich (**128**) des Antriebzylanders (**122**) wirkenden Druckes (P1), und dass ein zweiter Messaufnehmer (**127**) vorhanden ist zum Erfassen des im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) wirkenden Druckes (P2); und

dass die Prüfeinrichtung (**100**) eine Regeleinrichtung (**150**) aufweist, die ausgelegt ist, die dem kolbenseitigen Bereich (**128**) oder dem kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (**128**) wirken-

den Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) wirkenden Druck (P2) einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

2. Prüfeinrichtung (**100**) nach Anspruch 1, wobei die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (**128**) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) wirkenden Druck (P2) proportional zu einer über die Beschleunigungseinheit (**120**) auf die Schlittenanordnung (**110**) übertragenen Beschleunigungskraft ist; und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare Wert der Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (**128**) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) wirkenden Druck (P2) dem vorab festgelegten oder festlegbaren Sollwert einer Beschleunigungskraft entspricht.

3. Prüfeinrichtung (**100**) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

wobei der Antriebzyylinder (**122**) als doppeltwirkender Zylinder ausgeführt ist, wobei ein erstes Ventil (**124**) vorhanden ist, über welches der kolbenseitige Bereich (**128**) des Antriebzylanders (**122**) mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist, wobei der im kolbenseitigen Bereich (**128**) des Antriebzylanders (**122**) wirkende Druck (P1) durch Ansteuerung des ersten Ventils (**124**) einstellbar ist, und wobei ein zweites Ventil (**125**) vorhanden ist, über welches der kolbenstangenseitige Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) mit Hydraulikflüssigkeit beaufschlagbar ist, wobei der im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) wirkende Druck (P2) durch Ansteuerung des zweiten Ventils (**125**) einstellbar ist; und wobei die Regeleinrichtung (**150**) ferner ausgelegt ist, die pro Zeiteinheit dem kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass die auf die Schlittenanordnung (**110**) übertragene Beschleunigungskraft einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

4. Prüfeinrichtung (**100**) nach Anspruch 3, wobei die Regeleinrichtung (**150**) ausgelegt ist zur Nachregelung der Beschleunigung der Schlittenanordnung (**110**) gemäß einem vorgegebenen Beschleunigungsprofil mit Hilfe des Druckes (P2) im kolbenstangenseitigen Bereich (**129**) des Antriebzylanders (**122**) als Regelgröße, wobei die Durchflussmenge des zweiten Ventils (**125**) die Stellgröße der Regeleinrichtung (**150**) ist.

5. Prüfeinrichtung (**100**) nach Anspruch 3 oder 4, wobei ferner eine Steuereinrichtung (**160**) vorhanden ist, welche die Durchflussmenge des ersten Ventils (**124**) nach einem vorgegebenen Wert steuert.

6. Prüfeinrichtung (**100**) nach Anspruch 5, wobei ferner eine weitere Regeleinrichtung zur Nachregelung des Druckes (P1) in dem mit dem ersten

Ventil (124) verbundenen kolbenseitigen Bereich des Antriebzylinders (122) gemäß einem vorgegebenen konstanten Wert aufweist, wobei die Durchflussmenge des ersten Ventils (124) die Stellgröße der weiteren Regeleinrichtung ist.

7. Prüfeinrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Regeleinrichtung (150) ausgelegt ist, in Abhängigkeit von dem im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) erfassten Druck (P1) und/oder in Abhängigkeit von dem im kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) erfassten Druck (P2) eine dem kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart einzustellen, dass zu jeder Zeit eine auf die Schlittenanordnung (110) übertragene Beschleunigungskraft einen vorab festgelegten oder festlegbaren Wert annimmt.

8. Prüfeinrichtung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei zur Regelung der Beschleunigung der Schlittenanordnung (110) gemäß einem vorgegebenen Beschleunigungsprofil die Regeleinrichtung (150) einen P-Regler, PI-Regler oder PID-Regler aufweist, wobei der im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) wirkende Druck (P1) und/oder der im kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) wirkende Druck (P2) die Regelgrößen sind bzw. die Regelgröße ist.

9. Verfahren zum Betrieb einer Prüfeinrichtung (100) nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei das Verfahren die folgenden Verfahrensschritte aufweist:

- mit Hilfe eines ersten Messaufnehmers (126) wird ein im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) wirkender Druck (P1) gemessen;
- mit Hilfe eines zweiten Messaufnehmers (127) wird ein im kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) wirkender Druck (P2) gemessen;
- es wird der kolbenseitige Bereich (128) des Antriebzylinders (122) über eine Fluidverbindung mit konstantem Querschnitt mit unter einem Druck stehender Hydraulikflüssigkeit beaufschlagt und es wird eine dem kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) pro Zeiteinheit zu- oder abgeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart eingestellt, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (129) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druck (P2) einen vorab festgelegten Wert annimmt; oder

es wird eine dem kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) pro Zeiteinheit zugeführte Menge an Hydraulikflüssigkeit derart eingestellt, dass die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (128) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen

Bereich (129) des Antriebzylinders (122) wirkenden Druck (P2) einen vorab festgelegten Wert annimmt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (128) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (129) wirkenden Druck (P2) proportional zu einer über die Beschleunigungseinheit (120) auf die Schlittenanordnung (110) übertragenen Beschleunigungskraft ist; und wobei der vorab festgelegte oder festlegbare Wert der Differenz zwischen dem im kolbenseitigen Bereich (128) wirkenden Druck (P1) und dem im kolbenstangenseitigen Bereich (129) wirkenden Druck (P2) einem vorab festgelegten oder festlegbaren Sollwert einer Beschleunigungskraft entspricht.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

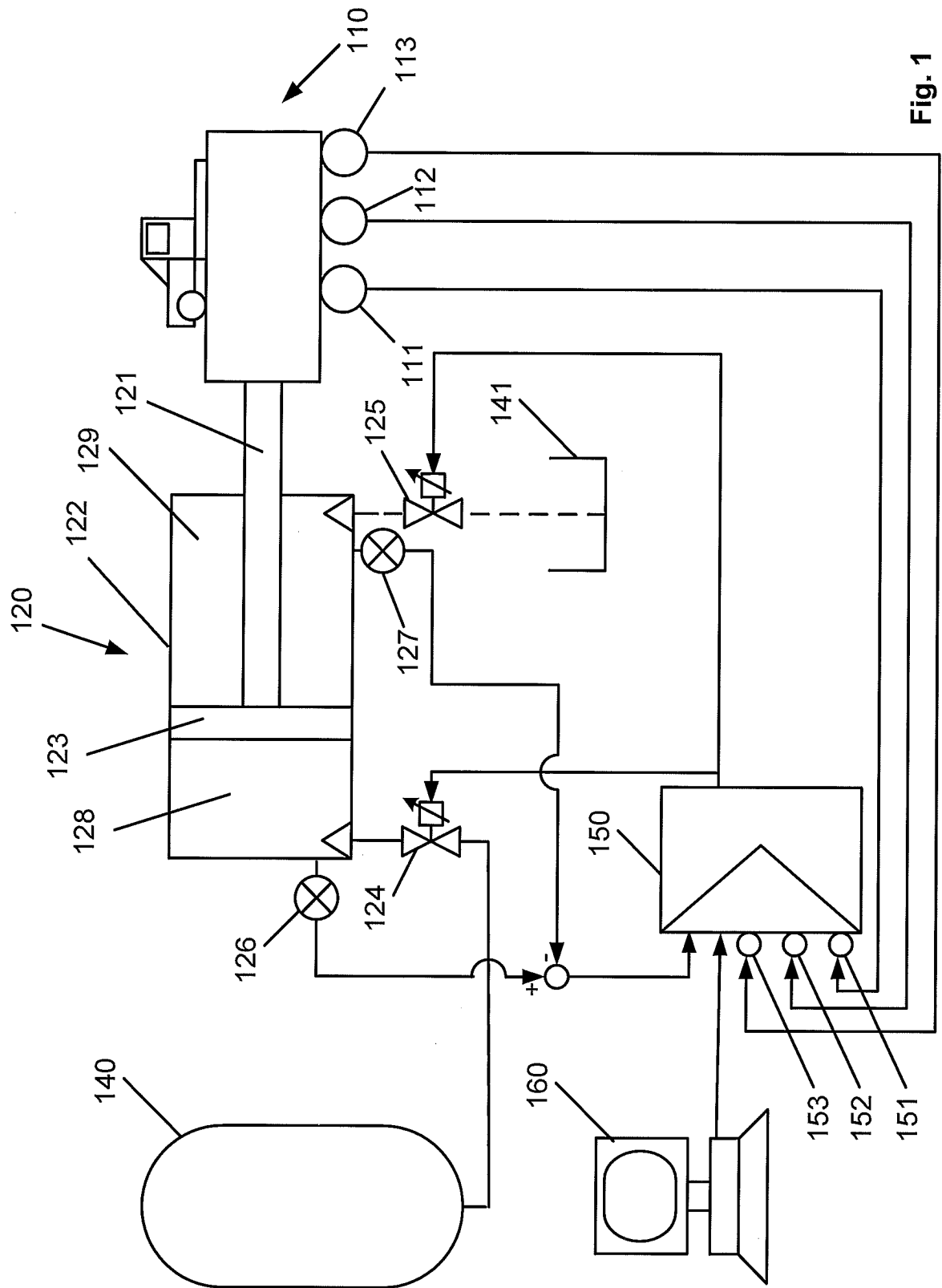


Fig. 1

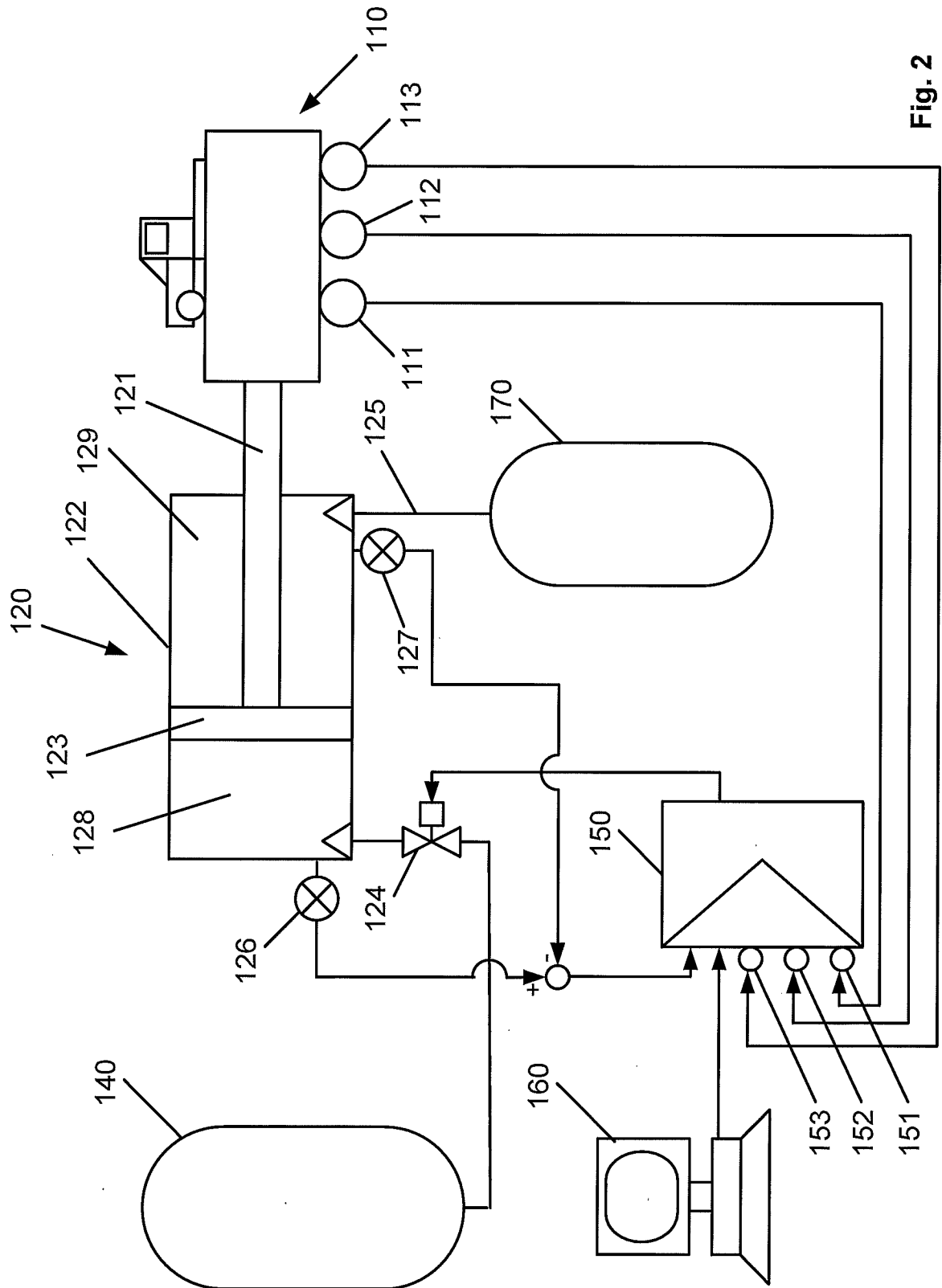


Fig. 2

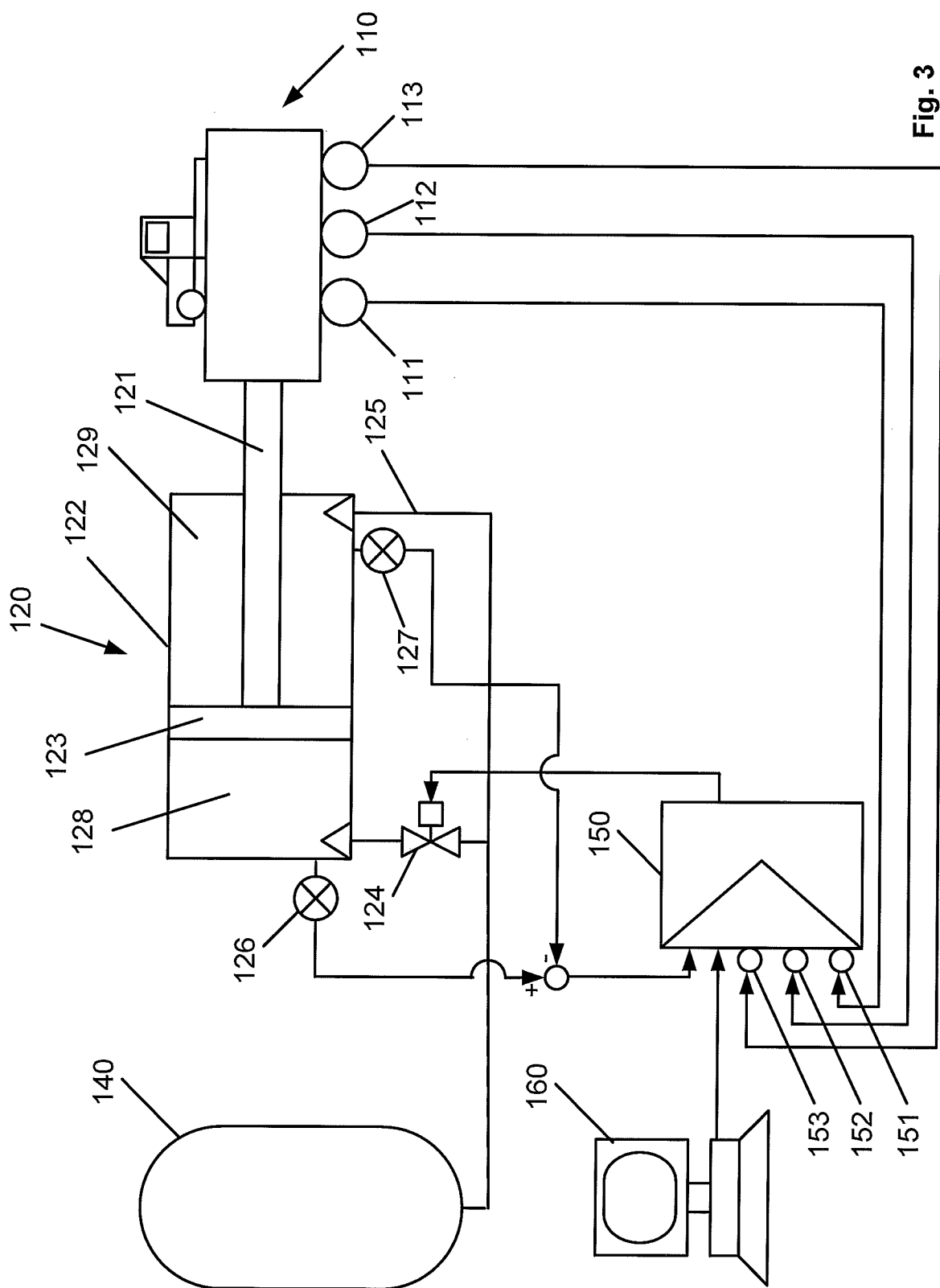


Fig. 3

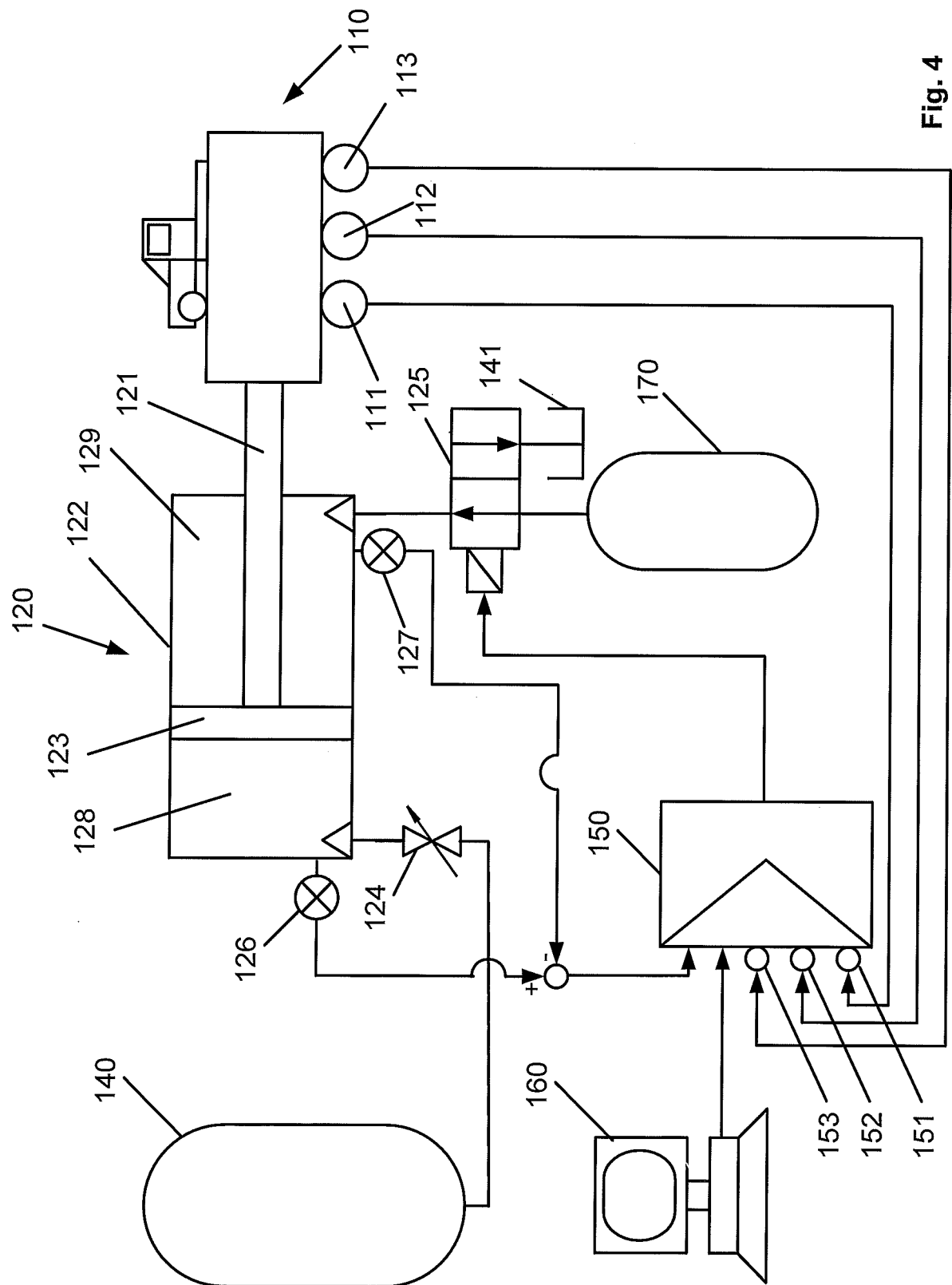


Fig. 4