

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 50106/2019
(22) Anmeldetag: 12.02.2019
(45) Veröffentlicht am: 15.03.2022

(51) Int. Cl.: **G01M 3/02** (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
US 2013074584 A1
DE 202015106873 U1
US 2013031962 A1

(73) Patentinhaber:
AVL Tippelmann GmbH
74196 Neuenstadt am Kocher (DE)

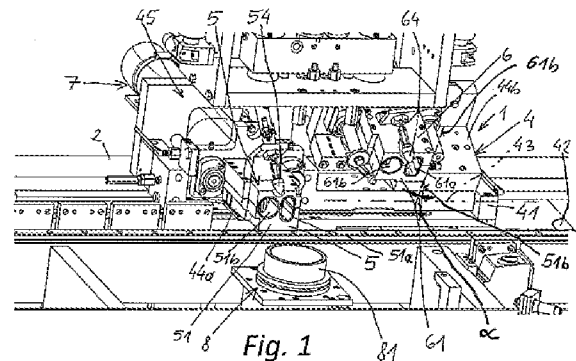
(72) Erfinder:
Drechsler Matthias
74196 Neuenstadt am Kocher (DE)
Kielczyk Stefan MSc.
74177 Bad Friedrichshall (DE)
Stürz Lilia
74172 Neckarsulm (DE)

(74) Vertreter:
Babeluk Michael Dipl.Ing. Mag.
1080 Wien (AT)

(54) Prüfvorrichtung

(57) Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung (1) zur Bestimmung von Strömungskennwerten an luftführenden Bauteilen (100, 200) einer Brennkraftmaschine, insbesondere an Zylinderköpfen (191, 201) und/oder luftführenden Zylinderkopfanschlusssteilen, mit zumindest einer auf einem Maschinengestell (2) der Prüfvorrichtung (1) verfahrbaren Aufnahmeeinrichtung (3) für zumindest ein zu prüfendes Bauteil (100, 200), mit einer Luftanschlusseinrichtung (7) und mit zumindest einem Adapter (5, 6), um Luft über die Luftanschlusseinrichtung (7) dem zu prüfenden Bauteil (100, 200) zuzuführen oder von diesem abzuführen.

Um die Prüfung von luftführenden Bauteilen (100, 200) einer Brennkraftmaschine unterschiedlichen Bautyps zu vereinfachen, ist vorgesehen, dass die Prüfvorrichtung (1) zumindest eine Adapterwechseleinrichtung (4) mit zumindest zwei unterschiedlichen Adaptern (5, 6) aufweist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Prüfvorrichtung zur Bestimmung von Strömungskennwerten an luftführenden Bauteilen einer Brennkraftmaschine, insbesondere an Zylinderköpfen und/oder luftführenden Zylinderkopfanschlusssteilen, mit zumindest einer auf einem Maschinengestell der Prüfvorrichtung verfahrbaren Aufnahmeeinrichtung für zumindest ein zu prüfendes Bauteil, mit einer Luftanschlusseinrichtung mit zumindest einem Adapter, um Luft über die Luftanschlusseinrichtung dem zu prüfenden Bauteil zuzuführen oder von diesem abzuführen. Weiters betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben dieser Prüfvorrichtung.

[0002] Aus der DE 199 54 415 B4 ist eine vom Zylinderkopf lösbare Vorrichtung mit einem Messsystem zur Bestimmung des Verbrennungsluftdurchsatzes durch einen Zylinderkopf einer mehrzylindrigen, ventilgesteuerten Hubkolben-Brennkraftmaschine bekannt.

[0003] Die DE 20 2015 106 873 U1 beschreibt eine Leckagetestmaschine zur Dichtheitsprüfung für einen Zylinderkopf, Motorblock oder ein ähnliches Werkstück, mit einer eine Dichtungsanordnung aufweisenden Dichtplatte, einem eine Werkstückaufnahme aufweisenden Maschinengestell und einer Stellvorrichtung mit einem ersten Antrieb zum Zusammenbringen von Werkstück und Dichtplatte in einer Prüfstelle, in welcher das Werkstück mit dem Anschlussbereich dichtend an der Dichtungsanordnung der Dichtplatte anliegt. Die Leckagetestmaschine weist eine Wechselvorrichtung für Dichtplatten auf, um eine Halterung mit Dichtplatte aus einer Wartestellung in eine der Prüfstellung zugeordnete Betriebsstellung zu nehmen. Über einen Antrieb können die Halterungen von einer Wartestellung in eine Betriebsstellung gewechselt werden.

[0004] Weiters offenbart die US 2013/0074584 A1 eine flexible Leckagetestvorrichtung für verschiedene Werkstücke mit mehreren Leckagetestarmaturen zum Anschließen der Werkstücke.

[0005] Prüfvorrichtungen der eingangsgenannten Art dienen zur Ermittlung von Strömungskennwerten beispielsweise an Zylinderköpfen und luftführenden Peripherieteilen. Dabei werden im Wesentlichen Volumen- oder Massenstrom und Verwirbelungen wie Drall, Tumble ermittelt.

[0006] Es ist bekannt, Messvorgänge an Zylinderköpfen in der Weise automatisiert durchzuführen, dass eine Reihe von Messungen bei vorgegebenen Ventilhuben durchgeführt wird. Der Prüfstand muss dabei für die mechanische Aufnahme des Zylinderkopfes sowie bezüglich der Anzahl und Anordnung der Gaswechselventile und durch Verwendung einer entsprechenden Zylinderbuchse in der Messstation hinsichtlich des Zylinderdurchmessers für den jeweiligen Zylinderkopf adaptiert werden.

[0007] Zylinderköpfe können sowohl als Einzelteil als auch mit montierten Original-Saugrohren bzw. Abgaskrümmern oder anderen zylinderkopfspezifischen Luftführungen vermessen werden, um den realen Strömungsverhältnissen besser zu entsprechen oder zumindest bei jeder Messung definierte Strömungsverhältnisse sicherzustellen. Diese Luftführungen müssen luftdicht mit dem Zylinderkopf verbunden werden um sicherzustellen, dass der Luftstrom während der Messungen ausschließlich auf den vorgesehenen Luftpfaden erfolgt. Adapter für die Luftzu- bzw. -abfuhr können weitere zylinderkopfspezifische Elemente enthalten, wie z.B. Vorrichtungen zum luftdichten Verschließen von Bohrungen, die in den Brennraum führen und z.B. zur Aufnahme von Injektoren, Glühkerzen oder Ähnlichem dienen.

[0008] Zur Prüfung einer großen Anzahl von Zylinderköpfen des gleichen Typs sind teilautomatisierte Ausführungen dieser Prüfstände verfügbar, bei denen nacheinander die Messungen für jeden einzelnen Zylinder erfolgen, wobei der Zylinderkopf jeweils automatisch über der Zylinderbuchse der Messstation positioniert und auf diese abgesenkt wird. Eine solche Anlage kann auch für gleichartige Zylinderköpfe, z.B. einer Motorenfamilie verwendet werden.

[0009] Gleichartige Zylinderköpfe unterscheiden sich typischerweise hinsichtlich der Zylinderanzahl, jedoch nicht in Anzahl und Anordnung der Ventile pro Zylinder. Sofern gleichartige Zylinderköpfe mit unterschiedlichen Bohrungsdurchmessern kombiniert werden, ist für den automatisierten Ablauf eine Wechselvorrichtung für die Zylinderbuchsen vorzusehen.

[0010] Sind für die Luftzu- oder -abfuhr Luftführungen vorgesehen, so müssen die entsprechenden Kontaktstellen an allen Zylinderkopftypen hinsichtlich Position, Kontur und Orientierung übereinstimmen. Falls die Kontaktstellen an unterschiedlichen Bautypen oder auch pro Zylinderkopf unterschiedlich ausgebildet sind, können verschiedene Adapter für die Luftzu- bzw. -abfuhr vorgesehen werden, wobei pro Ausführung der Kontaktstelle je ein Adapter erforderlich ist. Derartige Adapter wurden bisher zeitaufwändig manuell appliziert, wodurch der automatische Prüfablauf unterbrochen werden musste. Dies ist insbesondere dann störend, wenn die Bautypen der Zylinderköpfe innerhalb einer Messserie häufig wechseln.

[0011] Aufgabe der Erfindung ist es, die Prüfung von luftführenden Bauteilen von Brennkraftmaschinen unterschiedlichen Bautyps oder von Bauteilen, die in sich jeweils unterschiedlich ausgebildete Elemente zur Luftzufuhr oder zur Luftabfuhr aufweisen, zu vereinfachen.

[0012] Erfindungsgemäß wird dies bei einer Prüfvorrichtung der eingangs genannten Art dadurch erreicht, dass die Prüfvorrichtung zumindest eine Adapterwechseleinrichtung mit zumindest zwei unterschiedlichen Adaptern aufweist.

[0013] Die Adapterwechseleinrichtung ist dazu ausgebildet, mindestens zwei oder mehr unterschiedliche Adapter aufzunehmen. Die Adapterwechseleinrichtung weist dabei mehrere Halterungen auf, um Adapter entlang einer Schlittenverfahrachse nebeneinander oder übereinander zu halten. Zumindest zwei Halterungen sind dabei entlang der Schlittenverfahrachse voneinander beabstandet angeordnet, so dass die Adapter auf der Adapterwechseleinrichtung einsatzbereit aufgereiht sind.

[0014] Um ein einfaches Wechseln zwischen den Adaptern zu ermöglichen, ist es vorteilhaft, wenn die Adapterwechseleinrichtung zumindest einen Adapterschlitten aufweist, welcher entlang einer Schlittenverfahrachse zwischen zumindest zwei Positionen, von denen zumindest eine eine Applikationsposition darstellt - vorzugsweise zwischen zumindest zwei Applikationspositionen für zwei Adapter - verfahrbar auf dem Maschinengestell der Prüfvorrichtung gelagert ist. In einer Ausführungsvariante der Erfindung ist vorgesehen, dass mehrere Adapter auf jeweils einem Adapterschlitten angeordnet sind.

[0015] Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass pro Adapter ein Schlitten vorgesehen ist, wobei jeder Schlitten jeweils zwischen einer Applikationsposition und zumindest einer Parkposition verfahrbar ist.

[0016] Um einen raschen Wechsel zwischen verschiedenen Adaptern zu ermöglichen, ist der Adapterschlitten mit einer Schlittenantriebseinrichtung verbunden, welche den Adapterschlitten zwischen den Applikationspositionen bzw. zwischen der Applikationsposition und einer Parkposition entlang der Schlittenverfahrachse hin- und herfährt. Mit Applikationsposition wird hier eine Position des Adapterschlittens bezeichnet, in welcher der jeweilige Adapter passgenau und dicht mit seiner Anschlussfläche an einer Flanschfläche des Bauteils angeschlossen werden kann, wenn dieses in der Messstation positioniert ist. Jedem Adapter ist eine Applikationsposition des Adapterschlittens zugeordnet.

[0017] Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass einem ersten Adapter eine erste Applikationsposition der Adapterwechseleinrichtung und einem zweiten Adapter eine zweite Applikationsposition der Adapterwechseleinrichtung zugeordnet ist, wobei in der ersten Applikationsposition der erste Adapter und in der zweiten Applikationsposition der zweite Adapter an einen jeweils zu prüfenden Bauteil anschließbar ist.

[0018] Zur luftdichten Verbindung mit zumindest einer korrespondierenden Gaswechselöffnung des Bauteils weist jeder Adapter mindestens eine Anschlussfläche mit zumindest einer Anschlussöffnung samt Dichtung auf. Zumindest eine Anschlussfläche kann dabei in Richtung der Schlittenverfahrachse, also parallel zu dieser, angeordnet sein.

[0019] Die Schlittenverfahrachse und die Schlittenverfahrebene sind beispielsweise waagrecht angeordnet. Die Adapter können zum Beispiel ebenfalls waagrecht nebeneinander auf dem Adapterschlitten angeordnet sein. Alternativ zu einer waagrechten Anordnung ist es aber auch

möglich, die Adapter übereinander anzuordnen und den Adapterschlitten entlang einer senkrechten statt einer waagrechten Achse zu verfahren.

[0020] Die Adapter können sich beispielsweise durch die Winkellage und/oder die Gestalt der Anschlussflächen für die Luftzu- oder -abfuhr und/oder die Position oder Anzahl oder Form der Anschlussöffnungen für die Ein- oder Auslasskanäle des Zylinderkopfes in den Anschlussflächen voneinander unterscheiden. In einer Ausführungsvariante sind eine erste Anschlussfläche eines ersten Adapters in einer ersten Anschlussebene und eine zweite Anschlussfläche eines zweiten Adapters in einer zweiten Anschlussebene angeordnet, wobei die erste Anschlussebene mit der zweiten Anschlussebene einen Winkel >0 aufspannt. Die Anschlussebenen sind also nicht parallel zueinander angeordnet. Dadurch können beispielsweise Zylinderköpfe mit unterschiedlich geneigten Einlass- oder Auslassflanschebenen bedient werden.

[0021] Eine Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass zumindest ein Adapter auf dem Adapterschlitten - vorzugsweise entlang einer Andockachse - zwischen einer Ruheposition und einer Andockposition verfahrbar gelagert ist, wobei vorzugsweise der Adapter mittels einer Adapterantriebseinrichtung in eine Andockposition - vorzugsweise entgegen einer Rückstellkraft - verfahrbar ist. Alternativ zu einer linearen Verfahrbewegung des Adapters kann der Adapter auch durch eine Dreh- oder Schwenkbewegung von der Ruheposition in die Andockposition bewegt werden.

[0022] Das Andocken erfolgt vorzugsweise so, dass wenig Relativbewegung in der Kontaktfläche auftritt, um den Verschleiß der Dichtelemente zu minimieren. Im Falle ebener Kontaktflächen sind die Adapter daher vorzugsweise entlang einer Andockachse normal zur Flanschfläche am Zylinderkopf zu bewegen. Die Andockachse ist zum Beispiel in einer Normalebene zur Schlittenverfahrachse und/oder normal zur Anschlussfläche angeordnet. Beispielsweise ist einem ersten Adapter eine erste Andockachse und einem zweiten Adapter eine zweite Andockachse für eine lineare Bewegung zugeordnet, die in der angegebenen Weise zu den Flanschflächen der jeweiligen Zylinderköpfe orientiert sind. Die erste Andockachse und die zweite Andockachse können dabei unterschiedliche Winkel zur Schlittenverfahrebene einschließen. Dies ermöglicht es, die Adapter in vordefinierter Weise, insbesondere automatisch, an dem Bauteil anzudocken. Mit Andockposition ist die Position eines Adapters bezeichnet, in welcher er an den Bauteil dicht angeschlossen ist. Die Andockposition des ersten Adapters kann nur in der dem ersten Adapter zugeordneten ersten Applikationsposition des Adapterschlittens und die Andockposition des zweiten Adapters kann nur in der dem zweiten Adapter zugeordneten zweiten Applikationsposition des Adapterschlittens eingenommen werden.

[0023] Zylinderköpfe weisen häufig Elementeöffnungen für beispielsweise Zündkerzen oder Einspritzdüsen auf, welche in den Brennraum einmünden. Bei Strömungsprüfungen müssen diese verschlossen werden, da die Messergebnisse sonst verfälscht werden. Um ein einfaches und rasches luftdichtes Verschließen einer korrespondierenden Elementeöffnung des Bauteils zu ermöglichen, sieht eine Ausführungsvariante der Erfindung vor, dass zumindest ein Adapter und/oder der Adapterschlitten zumindest einen Verschlussstopfen für diese Elementeöffnung aufweist. Vorteilhafter Weise ist dabei der Verschlussstopfen entlang einer Verschlussachse zwischen einer Verschlussposition und einer Ausgangsposition verschiebbar am Adapter oder Adapterschlitten gelagert, wobei vorzugsweise der Verschlussstopfen mittels einer Stopfenantriebseinrichtung entlang der Verschlussachse in die Verschlussposition - vorzugsweise entgegen einer Rückstellkraft - verfahrbar ist. Durch die Stopfenantriebseinrichtung kann der Verschlussstopfen beispielsweise automatisch in die Verschlussposition gefahren oder aus dieser wieder zurückgezogen werden. Die Verschlussachse ist bevorzugt kongruent oder zumindest parallel zur Achse der korrespondierenden Elementeöffnung des Bauteils an der Stelle, an der sie ins Freie tritt, orientiert. Beispielsweise kann die Verschlussachse in einer Normalebene zur Schlittenverfahrachse ausgebildet sein und beispielsweise auch windschief zur Andockachse verlaufen. Die zweite und die Stopfenantriebseinrichtung können dabei gekoppelt oder auch unabhängig voneinander betätigbar sein. Wenn Andock- und Verschlussachse parallel liegen kann auf einen gesonderten Antrieb des Verschlussstopfens verzichtet werden. Unter Verschlussposition ist jene Position des Verschlussstopfens zu verstehen, in welcher er dichtend an oder in die Elementeöffnung des Zylinder-

derkopfes gepresst ist. Die Verschlussposition des ersten Verschlussstopfens kann nur in der dem ersten Adapter zugeordneten ersten Applikationsposition des Adapterschlittens und die Verschlussposition des zweiten Verschlussstopfens kann nur in der dem zweiten Adapter zugeordneten zweiten Applikationsposition des Adapterschlittens eingenommen werden.

[0024] Bei zwei Adaptern kann beispielsweise vorgesehen sein, dass einem ersten Adapter eine erste Verschlussachse und einem zweiten Adapter eine zweite Verschlussachse zugeordnet ist, deren Position und Orientierung sich aus der geometrischen Gestalt des jeweiligen Zylinderkopfes ergeben, wobei vorzugsweise die erste Verschlussachse und die zweite Verschlussachse unterschiedliche Winkel zur Schlittenverfahrebene einschließen.

[0025] Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben der Prüfvorrichtung sieht vor, dass ein erster Adapter auf einer ersten Halterung der Adapterwechseleinrichtung und ein vom ersten Adapter unterschiedlicher zweiter Adapter auf einer zweiten Halterung der Adapterwechseleinrichtung eingespannt werden, wobei der erste Adapter mit einer ersten Bauform des Bauteils und der zweite Adapter mit einer zweiten Bauform des Bauteils korrespondiert. Der Prüfvorrichtung werden zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Bauformen von zu prüfenden Bauteilen zugeführt. Dabei wird jeweils die Bauform des zugeführten, zu prüfenden Bauteils ermittelt und in Abhängigkeit der ermittelten Bauform des zu prüfenden Bauteils ein korrespondierender Adapter ausgewählt. Der ausgewählte Adapter wird durch Verfahren der Adapterwechseleinrichtung entlang der Schlittenverfahrachse in eine Applikationsposition zum Anschließen des ausgewählten Adapters an dem zu prüfenden Bauteil gebracht.

[0026] Ist das Bauteil beispielsweise ein Zylinderkopf, so wird das Bauteil in eine Position über einer Zylinderbuchse gefahren, die vom Durchmesser dem Zylinder des Zylinderblocks der fertig montierten Brennkraftmaschine entspricht. Anschließend wird der Zylinderkopf auf die Zylinderbuchse abgesenkt, unter welcher sich die Messeinrichtung befindet und erreicht somit seine Messposition. Vorher, gleichzeitig oder danach wird ein passender ausgewählter Adapter in der beschriebenen Weise in die Applikationsposition bewegt. Sobald sich das Bauteil in seiner Messposition und der passende Adapter in der Applikationsposition befinden, wird der Adapter in die Andockposition bewegt und dicht mit dem zu prüfenden Zylinderkopf verbunden. Gleichzeitig oder anschließend wird der Verschlussstopfen des ausgewählten Adapters entlang der Verschlussachse in die Verschlussposition gefahren und mit dem zu prüfenden Bauteil dichtend verbunden. Der ausgewählte Adapter ist bereits oder wird vor oder nach dem Andocken mit einer Luftanschlusseinrichtung verbunden.

[0027] Die genannten Schritte können im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens vollautomatisch durchgeführt werden. Für einen vollautomatischen Ablauf ist eine Erkennungseinrichtung zur Identifizierung der Bauart des Bauteils und eine elektronische Steuereinheit vorgesehen. Die Erkennungseinrichtung kann optischer Art sein, und beispielsweise zumindest eine Kamera oder zumindest einen Barcodescanner aufweisen. Die Identifizierungsdaten werden der elektronischen Steuereinheit übergeben, welche den mit dem zu prüfenden Bauteil korrespondierenden Adapter auswählt und durch Ansteuerung der Schlittenantriebseinrichtung den ausgewählten Adapter in die Applikationsposition bringt. Weiters wird durch Ansteuern der zweiten Antriebseinrichtung der Adapter an das Bauteil angeschlossen und durch Ansteuern der Stopfenantriebseinrichtung der Verschlussstopfen mit dem Bauteil dichtend verbunden.

[0028] Von den an einem oder auf mehreren Adapterschlitten montierten unterschiedlichen Adaptern wird der jeweils passende in einem Schritt des automatisierten Ablaufs entsprechend der Position des Zylinderkopfes in der Prüfvorrichtung ausgerichtet und luftdicht an die Kontaktstelle des Zylinderkopfes angelegt. Der oder die Adapterschlitten ist/sind dabei vorzugsweise in Längsrichtung des Zylinderkopfes im Maschinengestell der Prüfvorrichtung beweglich gelagert. Die Adapter selbst sind auf diesen Adapterschlitten beweglich - beispielsweise normal zur Anlagefläche am Zylinderkopf - verschiebbar und mit Dichtungen, zum Beispiel in Nuten eingelegte O-Ringe, versehen, so dass die luftdichte Verbindung zwischen Adapter und Kontaktfläche am Zylinderkopf hergestellt und gelöst werden kann. Weitere Bauteile wie etwa Verschlussstopfen zum Verschließen von Elementeöffnungen des Zylinderkopfes, wie zum Beispiel Glühkerzenboh-

rungen, können fest mit dem Adapter verbunden oder ihrerseits in Richtung der Bohrungsachse der Elementeöffnungen beweglich auf dem Adapter oder dem Adapterschlitten angeordnet sein.

[0029] Mit der vorliegenden Erfindung ist es möglich, eine automatisierte Prüfung von Zylinderköpfen durchzuführen, die sich hinsichtlich der Gestalt der Anschlussflächen für die Luftzu- oder -abfuhr bzw. der Anzahl, Position oder Form der Ein- oder Auslasskanäle in diesen Flächen unterscheiden. Diese Unterschiede können zwischen verschiedenen Zylinderköpfen aber auch an ein und demselben Zylinderkopf auftreten, zum Beispiel bei gespiegelter Kanalgeometrie für Zylinder 1 und 2 gegenüber Zylinder 3 und 4.

[0030] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der nicht einschränkenden Figuren näher erläutert. Darin zeigen:

[0031] Fig. 1 eine erfindungsgemäße Prüfvorrichtung in einer axonometrischen Darstellung,

[0032] Fig. 2 die Prüfvorrichtung mit einem zu prüfenden ersten Bauteil in einer ersten Applikations- und Andockposition in einer axonometrischen Darstellung,

[0033] Fig. 3 die Prüfvorrichtung mit dem zu prüfenden ersten Bauteil in der ersten Applikations- und Andockposition in einer weiteren axonometrischen Darstellung,

[0034] Fig. 4 die Prüfvorrichtung mit dem zu prüfenden ersten Bauteil in der ersten Applikations- und Andockposition in einer weiteren axonometrischen Darstellung,

[0035] Fig. 5 die Prüfvorrichtung mit einem zu prüfenden zweiten Bauteil in einer zweiten Applikations- und Andockposition in einer axonometrischen Darstellung,

[0036] Fig. 6 die Prüfvorrichtung mit dem zu prüfenden zweiten Bauteil in der zweiten Applikations- und Andockposition in einer weiteren axonometrischen Darstellung und

[0037] Fig. 7 die Prüfvorrichtung mit dem zu prüfenden zweiten Bauteil in der zweiten Applikations- und Andockposition in einer weiteren axonometrischen Darstellung.

[0038] Die in den Fig 1 bis 7 dargestellte Prüfvorrichtung 1 dient zur Bestimmung von Strömungskennwerten, insbesondere Durchfluss - also Volumen- oder Massenstrom - und Verwirbelung - also Drall und/oder Tumble-, und/oder von Leckagen an luftführenden Bauteilen 100, 200 einer Brennkraftmaschine, beispielsweise eines Zylinderkopfes 101, 201 und luftführenden Peripherieteilen. Dabei werden luftführende Kanäle des Zylinderkopfes, wie beispielsweise Einlasskanäle und Auslasskanäle über spezielle Adapter 5, 6 mit einer Luftanschlusseinrichtung 7 verbunden. Mit Bezugszeichen 101 ist eine erste Bauform eines Zylinderkopfes, mit Bezugszeichen 201 eine zweite Bauform eines Zylinderkopfes bezeichnet.

[0039] Die Prüfvorrichtung 1 weist ein Maschinengestell 2 auf, auf welchem eine Aufnahmeeinrichtung 3 mit einer Aufnahmeplatte 31 für zumindest ein Bauteil 100, 200 in einer im Wesentlichen horizontalen Bauteilverfahrebene 32 entlang einer Bauteilverfahrachse 33 über einen nicht weiter dargestellten Bauteilantriebsmechanismus bewegbar ist. Der Bauteil 100, 200 ist exakt auf der Aufnahmeplatte 31 positioniert, beispielsweise über Positionierhilfen und/oder Anschläge 34 sowie Positionierstifte aufgespannt.

[0040] Die Prüfvorrichtung 1 weist weiters eine Adapterwechseleinrichtung 4 mit einem Adapterschlitten 41 auf, welcher in einer im Wesentlichen horizontalen Schlittenverfahrebene 42 entlang einer Schlittenverfahrachse 43 bewegbar ist. Der Antrieb des Adapterschlittens 41 erfolgt über eine Schlittenantriebseinrichtung 49.

[0041] Die Bauteilebene 32 und die Schlittenverfahrebene 42 sind vorzugsweise parallel zueinander angeordnet. Insbesondere können die Bauteilverfahrachse 33 und die Schlittenverfahrachse 43 parallel zueinander ausgebildet sein.

[0042] Auf dem Adapterschlitten 41 sind mehrere Halterungen 44a, 44b, zur Aufnahme von mehreren Adaptern 5, 6 angeordnet. Diese Adapter 5, 6 dienen dazu, die Luftanschlusseinrichtung 7 mit dem zu prüfenden Bauteil 100, 200 zu verbinden. In den dargestellten Ausführungsvarianten ist der Adapterschlitten 41 jeweils mit zwei unterschiedlichen Adaptern 5, 6, nämlich einem - ers-

ten Adapter 5 und einem zweiten Adapter 6 - bestückt. Selbstverständlich ist es auch möglich mehr als zwei Adapter 5, 6 zu verwenden, welche auf einem oder auf mehreren verschiedenen Adapterschlitten 41 befestigt werden.

[0043] Dem ersten Adapter 5 ist eine erste Applikationsposition 45 des Adapterschlittens 41 der Adapterwechseleinrichtung 4 und dem zweiten Adapter 6 eine zweite Applikationsposition 46 des Adapterschlittens 41 der Adapterwechseleinrichtung 4 zugeordnet. In der ersten Applikationsposition 45 kann der erste Adapter 5 und in der zweiten Applikationsposition 46 der zweite Adapter 6 an einen jeweils zu prüfenden Bauteil 100; 200 angeschlossen werden.

[0044] Der erste Adapter 5 weist eine erste Anschlussfläche 51 mit zwei Anschlussöffnungen 51a, 51b zur luftdichten Verbindung mit korrespondierenden Gaswechselöffnungen 102a, 102b einer ersten Flanschfläche 102 des ersten Zylinderkopfes 101 auf.

[0045] Der zweite Adapter 6 weist eine zweite Anschlussfläche 61 mit zwei Anschlussöffnungen 61a, 61b zur luftdichten Verbindung mit korrespondierenden Gaswechselöffnungen 202a, 202b einer zweiten Flanschfläche 202 des zweiten Zylinderkopfes 201 auf. Sowohl die erste Anschlussfläche 51, als auch die zweite Anschlussfläche 61 sind im Ausführungsbeispiel parallel zur Schlittenverfahrachse 43 angeordnet.

[0046] Der erste Adapter 5 und der zweite Adapter 6 unterscheiden sich hier im Wesentlichen dadurch, dass die erste Anschlussfläche 51 des ersten Adapters 5 und die zweite Anschlussfläche 61 des zweiten Adapters 6 bezüglich der Schlittenverfahrebene 42 unterschiedlich geneigt sind und Anschlussöffnungen 51a, 61a entsprechend den Gaswechselöffnungen 102, 202 der Zylinderköpfe 101, 201 unterschiedliche Querschnittsflächen aufweisen. Die erste Anschlussfläche 51 ist im Wesentlichen normal zur Schlittenverfahrebene 42, also mit einem Winkel α_1 von etwa 90° ausgebildet, die zweite Anschlussfläche 61 dagegen ist unter einem Winkel α_2 von etwa 60° zur der Schlittenverfahrebene 42 geneigt.

[0047] Der erste Adapter 5 ist auf dem Adapterschlitten 41 entlang einer ersten Andockachse 53 bewegbar gelagert, wobei die erste Andockachse 53 normal zur ersten Anschlussfläche 51 angeordnet ist. In analoger Weise ist der zweite Adapter 6 auf dem Adapterschlitten 41 entlang einer zweiten Andockachse 63 bewegbar gelagert. Die zweite Andockachse 63 steht normal zur zweiten Anschlussfläche 61. Beide Andockachsen 53, 63 befinden sich hier in einer ersten Normalebene 52 bzw. zweiten Normalebene 62 auf die Schlittenverfahrachse 43.

[0048] Die Adapter 5, 6 oder der Adapterschlitten 41 können weitere zylinderkopfspezifische Elemente enthalten, wie zum Beispiel Verschlussstopfen 54, 64 zum luftdichten Verschließen von korrespondierenden Elementeöffnungen 105, 205 der Bauteile 100, 200, insbesondere von Bohrungen der Zylinderköpfe 101, 201, die in den Brennraum führen und zum Beispiel der Aufnahme von Injektoren, Glühkerzen oder Ähnlichem dienen. Dabei kann jeder Verschlussstopfen 54, 64 entlang einer Verschlussachse 543, 643 zwischen einer Verschlussposition 545, 645 und einer Ausgangsposition 546, 646 verschiebbar am jeweiligen Adapter 5, 6 oder am Adapterschlitten 41 gelagert sein. Um den Verschlussstopfen 54, 64 entlang seiner Verschlussachse 543, 643 in seine Verschlussposition 545, 645 zu verfahren, kann pro Adapter 5, 6 eine mit dem Verschlussstopfen 54, 64 verbundene Stopfenantriebseinrichtung 549, 649 vorgesehen sein.

[0049] Die Verschlussachsen 543, 643 sind hier in den Normalebene 52, 62 zur Schlittenverfahrachse verschiebbar gelagert und können dabei geneigt zur Andockachse 53, 63 verlaufen. Die erste Verschlussachse 543 des ersten Verschlussstopfens 54 des ersten Adapters 5 und die zweite Verschlussachse 643 des zweiten Dichtstopfens 64 des zweiten Adapters 6 können unterschiedliche Winkel β_1 , β_2 zur Schlittenverfahrebene 42 einschließen. Im Ausführungsbeispiel betragen die Winkel β_1 , β_2 etwa 45° .

[0050] Im den dargestellten Ausführungsbeispielen korrespondiert der erste Adapter 5 mit einer ersten Bauform eines Zylinderkopfes 101, bei dem die Flanschfläche 103 mit den Gaswechselöffnungen 102 normal zur Zylinderkopfdichtebene 104 angeordnet ist. Der zweite Adapter 6 korrespondiert mit einer zweiten Bauform des Zylinderkopfes 201, bei dem die Flanschfläche 203 mit den Gaswechselöffnungen 202 unter einem Winkel von etwa 60° geneigt zur Zylinderkopf-

dichtebene 204 angeordnet sind, welcher den Winkel α_2 der zweiten Anschlussfläche 61 bedingt. Die erste Anschlussfläche 51 ist in einer ersten Anschlussebene 51b und die zweite Anschlussfläche 61 in einer zweiten Anschlussebene 61b angeordnet, wobei die erste Anschlussebene 51b und die zweite Anschlussebene 61b miteinander einen Winkel $\alpha > 0$ aufspannen (Fig. 1). Der Prüfvorrichtung 1 werden zu unterschiedlichen Zeiten Aufnahmevorrichtungen 4 mit unterschiedlichen Bauformen von zu prüfenden Zylinderköpfen 101, 201 zugeführt. Dabei wird jeweils die Bauform des zugeführten und zu prüfenden Zylinderkopfes 101, 201 über eine nicht weiter dargestellte Erkennungseinrichtung und eine elektronische Steuereinheit identifiziert und in Abhängigkeit der ermittelten Bauform des zu prüfenden Zylinderkopfes 101, 201 ein korrespondierender Adapter 5, 6 ausgewählt. Der ausgewählte Adapter 5, 6 wird durch Bewegen der Adapterwechseleinrichtung 4 entlang der Schlittenverfahrachse 43 in eine jeweilige Applikationsposition 45, 46 zum Anschließen des ausgewählten Adapters 5, 6 an dem zu prüfenden Zylinderkopf 101, 201 gebracht.

[0051] Danach wird in dieser Applikationsposition 45, 46 der ausgewählte Adapter 5, 6 entlang der Andockachse 53, 63 in die Andockposition 55, 65 gefahren und an den zu prüfenden Zylinderkopf 101, 201 angeschlossen. Gleichzeitig oder anschließend wird der Verschlussstopfen 54, 64 des ausgewählten Adapters 5, 6 entlang seiner Verschlussachse 543, 643 durch die Stopfenantriebseinrichtung 549, 649 in die jeweilige Verschlussposition 545, 645 gefahren und mit dem zu prüfenden Zylinderkopf 101, 201 dichtend verbunden.

[0052] An die dem Brennraum zugewandte Unterseite des Zylinderkopfes 101, 201 wird eine passende Zylinderbuchse 81 dicht angeschlossen, wobei die Aufnahmeplatte 31 samt dem darauf fixierten Zylinderkopf 101, 201 auf die mit einer nicht weiter dargestellten Messeinrichtung 8 verbundenen Zylinderbuchse 81 abgesenkt wird. Der ausgewählte Adapter 5, 6 wird in der jeweiligen Applikationsposition 45, 46 des Adapterschlittens 41 in die jeweilige Andockposition 55, 65 verfahren.

[0053] Fig. 1 zeigt die Prüfvorrichtung 1 ohne Bauteil 100, 200. Deutlich sind der erste 5 und der zweite Adapter 6, sowie die unterschiedlich geneigten Adapterflanschflächen 51, 61, sowie die vertikal an den zu prüfenden Zylinderkopf 101, 201 anzuschließende Zylinderbuchse 81 zu erkennen. Die Zylinderbuchse 81 schließt die Brennraumdecke des zu prüfenden Zylinderkopfes 101, 201 nach unten dichtend ab. Der Adapterschlitten 41 befindet sich in der ersten Applikationsposition 45, der erste Adapter 5 ist mit der Luftanschlusseinrichtung 7 verbunden.

[0054] Fig. 2 zeigt die Prüfvorrichtung 1 in der ersten Applikationsposition 45 des Adapterschlittens 41 analog zu Fig. 1, mit einem auf einer Aufnahmeplatte 31 fixierten ersten Bauteil 100, welches einen ersten Zylinderkopf 101 bildet.

[0055] Die Fig. 3 und 4 zeigen dieselbe Anordnung und Applikationsposition 45 wie in Fig. 2 aus verschiedenen Perspektiven.

[0056] Wie insbesondere aus Fig. 3 und 4 ersichtlich ist, weist der erste Zylinderkopf 101 an der den Adaptern 5, 6 zugewandten Seite pro Zylinder eine Flanschfläche 102 mit Gaswechselöffnungen 102a, 102b auf, welche Flanschflächen 102 hier normal zur Zylinderkopfdichtfläche 104 angeordnet sind. Der Zylinderkopf-101 ist mit seiner Zylinderkopfdichtebene 104 plan auf der Aufnahmeplatte 31 der Aufnahmeeinrichtung 3 angeordnet, sodass die Zylinderkopfdichtebene 104 parallel zur Bauteilverfahrebene 32 ausgerichtet ist. Da die Schlittenverfahrebene 42 parallel zur Bauteilverfahrebene 32 angeordnet ist, sind die seitlichen Flanschflächen 102 des Zylinderkopfes 101 auch normal zur Schlittenverfahrebene 42 ausgerichtet. Der erste Adapter 5 weist eine erste Anschlussfläche 51 auf, welche mit der seitlichen ersten Flanschfläche 102 des ersten Zylinderkopfes 101 korrespondiert und normal zur Schlittenverfahrebene 42 ausgebildet ist. Der Winkel zwischen der Anschlussfläche 51 des ersten Adapters 5 und der Schlittenverfahrebene 42 ist mit α_1 bezeichnet. Wie in den Fig. 3 und 4 erkennbar, befindet sich der erste Adapter 5 in der Andockposition 45 an den ersten Zylinderkopf 101, die Anschlussöffnungen 51a, 51b des ersten Adapters 5 sind also dicht mit den Gaswechselöffnungen 102a, 102b des ersten Zylinderkopfes 101 verbunden. Weiters befindet sich der erste Verschlussstopfen 54 in seiner Verschlussposition 545, in welcher er in oder an eine Elementeöffnung 103 des ersten Zylinderkopfes 101

dicht angepresst ist (siehe Fig. 4). Der zweite Adapter 6 befindet sich in seiner Ruheposition 66, der zweite Verschlussstopfen 64 befindet sich in seiner Ausgangsposition 646.

[0057] Fig. 5 bis 7 zeigen die Prüfvorrichtung 1 in einer zweiten Applikationsposition 46 des Adapterschlittens 41 aus verschiedenen Perspektiven, mit einem auf einer Aufnahmeplatte 31 fixierten zweiten Bauteil 200, welches durch einen zweiten Zylinderkopf 201 gebildet ist. Der zweite Zylinderkopf 201 unterscheidet sich im gezeigten Beispiel vom ersten Zylinderkopf 101 dadurch, dass die zweite Flanschfläche 202 mit den Gaswechselöffnungen 202a, 202b nicht normal auf die Zylinderkopfdichtebene 204 ausgebildet ist, sondern mit dieser einen Winkel $\alpha_2 < 90^\circ$, im vorliegenden Fall beispielsweise etwa 60° , aufspannt (Fig. 7).

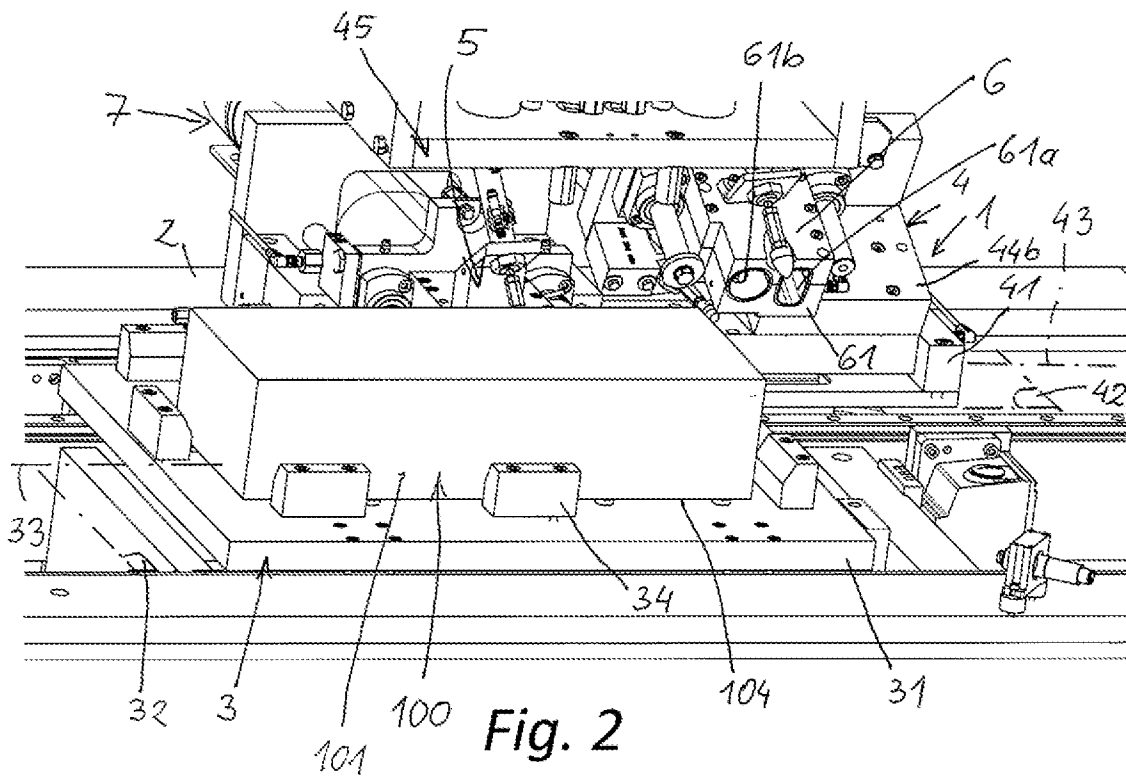
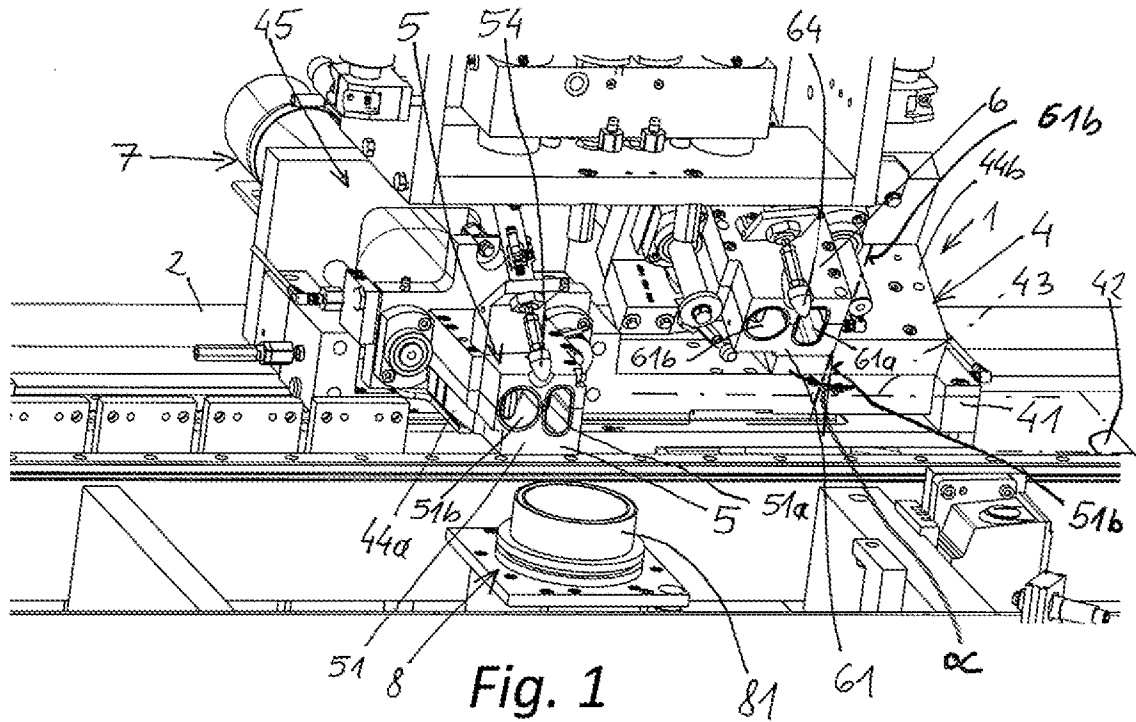
[0058] Wie in den Fig. 6 und 7 erkennbar, befindet sich der zweite Adapter 6 in der zweiten Andockposition 65 an den zweiten Zylinderkopf 201, die Anschlussöffnungen 61a, 61b des zweiten Adapters 6 sind also dicht mit den Gaswechselöffnungen 202a, 202b des zweiten Zylinderkopfes 201 verbunden. Weiters befindet sich der zweite Verschlussstopfen 64 in seiner Verschlussposition 645, in welcher er in oder an eine Elementeöffnung 203 des zweiten Zylinderkopfes 201 dicht angepresst ist (siehe Fig. 7). Der erste Adapter 5 befindet sich in seiner Ruheposition 56, der erste Verschlussstopfen 54 befindet sich in seiner Ausgangsposition 546.

Patentansprüche

1. Prüfvorrichtung (1) zur Bestimmung von Strömungskennwerten an luftführenden Bauteilen (100, 200) einer Brennkraftmaschine, insbesondere an Zylinderköpfen (191, 201) und/oder luftführenden Zylinderkopfanschlusssteilen, mit zumindest einer auf einem Maschinengestell (2) der Prüfvorrichtung (1) verfahrbaren Aufnahmeeinrichtung (3) für zumindest ein zu prüfendes Bauteil (100, 200), mit einer Luftanschlusseinrichtung (7) und mit zumindest einem Adapter (5, 6), um Luft über die Luftanschlusseinrichtung (7) dem zu prüfenden Bauteil (100, 200) zuzuführen oder von diesem abzuführen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Prüfvorrichtung (1) zumindest eine Adapterwechseleinrichtung (4) mit zumindest zwei unterschiedlichen Adaptern (5, 6) aufweist.
2. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Adapterwechseleinrichtung (4) zumindest einen Adapterschlitten (41) aufweist, welcher in einer Schlittenverfahrebene (42) entlang einer Schlittenverfahrachse (43) zwischen zumindest zwei Positionen, von denen zumindest eine eine Applikationsposition (45, 46) darstellt - vorzugsweise zwischen zumindest zwei Applikationspositionen (45, 46) - verfahrbar auf dem Maschinengestell (2) der Prüfvorrichtung (1) gelagert ist, wobei vorzugsweise die Schlittenverfahrachse (43) parallel zu einer Bauteilverfahrebene (32) der Aufnahmeeinrichtung (3), besonders vorzugsweise parallel zu einer Bauteilverfahrachse (33) der Aufnahmeeinrichtung (3) angeordnet ist.
3. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Adapter (5, 6) entlang der Schlittenverfahrachse (43) voneinander beabstandet angeordnet sind.
4. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass einem ersten Adapter (5) eine erste Applikationsposition (45) der Adapterwechseleinrichtung (4) und einem zweiten Adapter (6) eine zweite Applikationsposition (46) der Adapterwechseleinrichtung (4) zugeordnet ist, wobei in der ersten Applikationsposition (45) der erste Adapter (5) und in der zweiten Applikationsposition (46) der zweite Adapter (6) an ein jeweils zu prüfendes Bauteil (100, 200) anschließbar ist.
5. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Adapterschlitten (41) mit einer Schlittenantriebseinrichtung (49) verbunden ist.
6. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass jeder Adapter (5, 6) mindestens eine Anschlussfläche (51, 61) mit zumindest einer Anschlussöffnung (51a, 51b; 61a, 61b), vorzugsweise samt Dichtung, zur luftdichten Verbindung mit zumindest einer korrespondierenden Gaswechselöffnung (102a, 102b; 202a, 202b) des Bauteils (100, 200) aufweist.
7. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Anschlussfläche (51, 61) parallel zur Schlittenverfahrachse (43) angeordnet ist.
8. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste Anschlussfläche (51) eines ersten Adapters (5) in einer ersten Ebene und eine zweite Anschlussfläche (61) eines zweiten Adapters (6) in einer zweiten Ebene angeordnet sind, wobei die erste Ebene mit der zweiten Ebene einen Winkel (α) >0 aufspannt.
9. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Adapter (5, 6) auf dem Adapterschlitten (41) - vorzugsweise entlang einer Andockachse (53, 63) - verfahrbar gelagert ist, wobei zumindest ein Adapter (5, 6) mittels einer Adapterantriebseinrichtung (59, 69) in eine Andockposition (55, 65) verfahrbar ist.
10. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Andockachse (53, 63) zumindest eines Adapters (5, 6) in einer Normalebene (52, 62) zur Schlittenverfahrachse (43) angeordnet ist.
11. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Andockachse (53, 63) zumindest eines Adapters (5, 6) normal zur Anschlussfläche (51, 61) des Adapters (5, 6) ausgebildet ist.

12. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass einem ersten Adapter (5) eine erste Andockachse (53) und einem zweiten Adapter (6) eine zweite Andockachse (63) zugeordnet ist, wobei vorzugsweise die erste Andockachse (53) und die zweite Andockachse (63) unterschiedliche Winkel zur Schlittenverfahrebene (42) einschließen.
13. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest ein Adapter (5, 6) und/oder der Adapterschlitten (41) zumindest einen Verschlussstopfen (54, 64) zum luftdichten Verschließen einer korrespondierenden Elementeöffnung (105, 205) des Bauteils (100, 200) aufweist.
14. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verschlussstopfen (54, 64) entlang einer Verschlussachse (543, 643) verschiebbar am Adapter (5, 6) oder Adapterschlitten (41) gelagert ist, wobei vorzugsweise der Verschlussstopfen (54, 64) mittels einer Stopfenantriebseinrichtung (549, 649) entlang der Verschlussachse (543, 643) in eine Verschlussposition (454, 645) verfahrbar ist.
15. Prüfvorrichtung (1) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Verschlussachse (543, 643) eines Verschlussstopfens (54, 64) in einer Normalebene (52, 62) auf die Schlittenverfahrachse (43) angeordnet ist, wobei vorzugsweise die Verschlussachse (543, 643) zumindest eines Adapters (5, 6) geneigt zur Andockachse (53, 63) dieses Adapters (5, 6) verläuft.
16. Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass einem ersten Adapter (5) eine erste Verschlussachse (543) und einem zweiten Adapter (6) eine zweite Verschlussachse (643) zugeordnet ist, wobei vorzugsweise die erste Verschlussachse (543) und die zweite Verschlussachse (643) unterschiedliche Winkel (β_1 , β_2) zur Schlittenverfahrebene (42) einschließen.
17. Verfahren zum Betreiben einer Prüfvorrichtung (1) nach einem der Ansprüche 2 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erster Adapter (5) auf einer ersten Halterung (44a) der Adapterwechseleinrichtung (4) und ein vom ersten Adapter (5) in der Position oder Orientierung oder Geometrie unterschiedlicher zweiter Adapter (6) auf einer zweiten Halterung (44b) der Adapterwechseleinrichtung (4) montiert werden, wobei der erste Adapter (5) mit einer ersten Bauform des Bauteils (100) und der zweite Adapter (6) mit einer zweiten Bauform des Bauteils (200) korrespondiert, dass der Prüfvorrichtung (1) zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Bauformen von zu prüfenden Bauteilen (100, 200) zugeführt werden, wobei jeweils die Bauform des zugeführten, zu prüfenden Bauteils (100, 200) ermittelt wird und in Abhängigkeit der ermittelten Bauform des zu prüfenden Bauteils (100, 200) ein korrespondierender Adapter (5, 6) ausgewählt wird, und dass der ausgewählte Adapter (5, 6) durch Verfahren der Adapterwechseleinrichtung (4) entlang der Schlittenverfahrachse (43) zum Anschließen des ausgewählten Adapters (5, 6) an dem zu prüfenden Bauteil (100, 200) in eine Applikationsposition (45, 46) gebracht wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Applikationsposition (45, 46) der ausgewählte Adapter (5, 6) entlang der Andockachse (53, 63) in die Andockposition (55, 65) gefahren und an dem zu prüfenden Bauteil (100, 200) angeschlossen wird.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Applikationsposition (45, 46) der Verschlussstopfen (54, 64) des ausgewählten Adapters (5, 6) entlang der Verschlussachse (543, 643) in die Verschlussposition (545, 645) gefahren und mit dem zu prüfenden Bauteil (100, 200) dichtend verbunden wird.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen



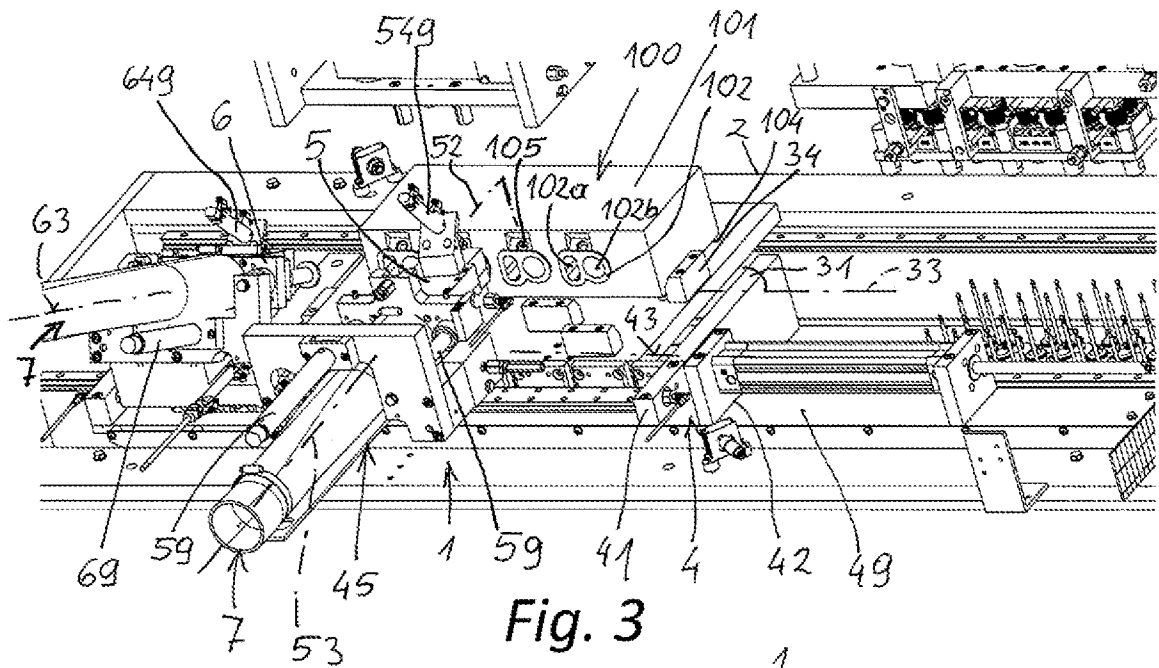


Fig. 3

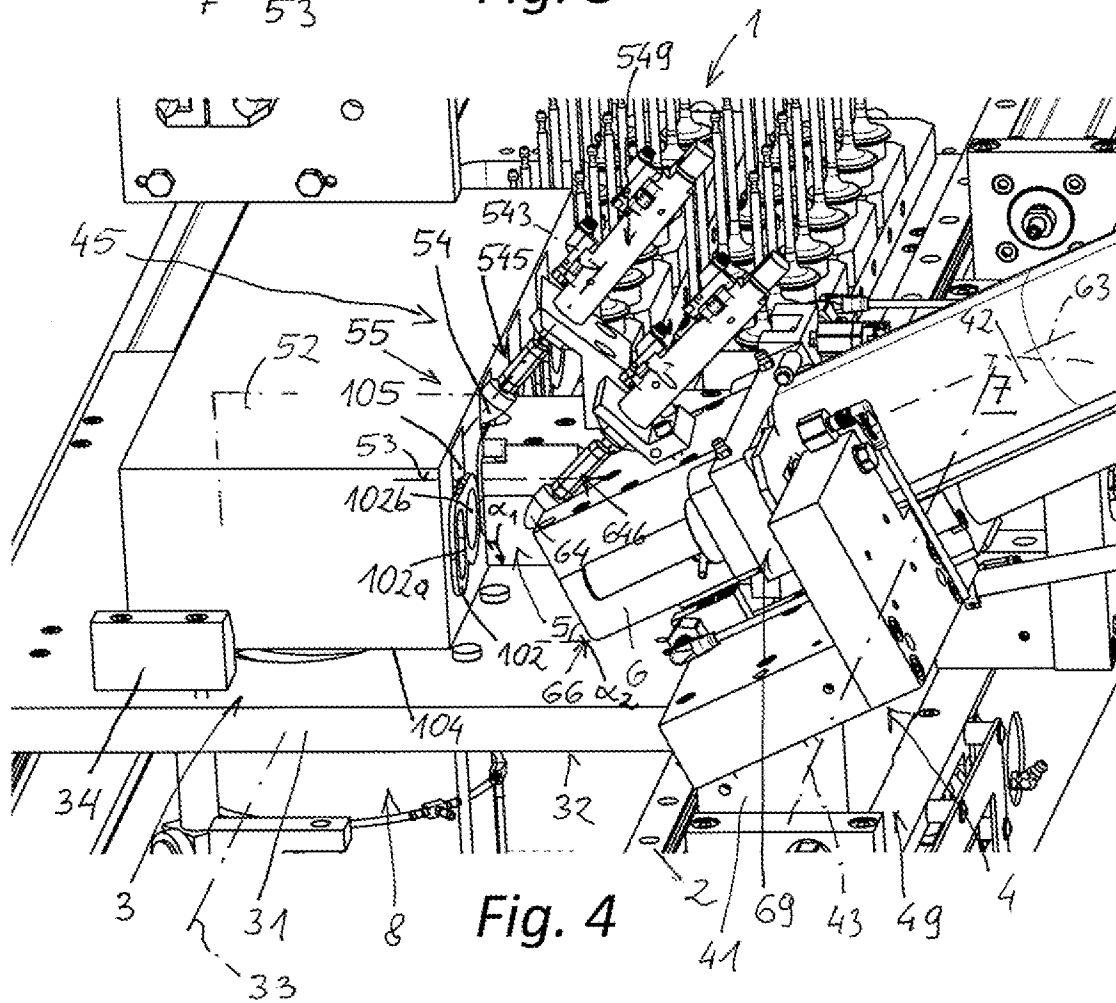


Fig. 4

