



(10) **DE 10 2019 112 125 B4** 2024.10.31

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2019 112 125.6**  
(22) Anmeldetag: **09.05.2019**  
(43) Offenlegungstag: **12.11.2020**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **31.10.2024**

(51) Int Cl.: **B25J 15/00 (2006.01)**  
**B25J 15/08 (2006.01)**  
**B65B 23/08 (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:  
**Hohe Tanne GmbH, 98701 Großbreitenbach, DE**

(74) Vertreter:  
**Patentanwälte Liedtke & Partner, 99096 Erfurt, DE**

(72) Erfinder:  
**Weyrauch, Thomas, 01237 Dresden, DE; Voigt,  
Jens, 98746 Meuselbach-Schwarzühle, DE**

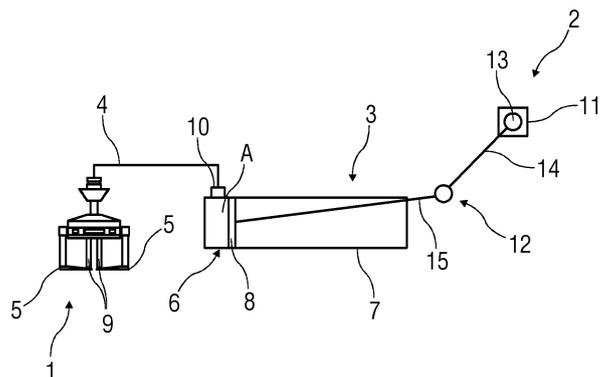
(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**siehe Folgeseiten**

(54) Bezeichnung: **Greifervorrichtung mit einer mittels Überdruck und Unterdruck pneumatisch betätigbaren Greifereinheit**

(57) Hauptanspruch: Greifervorrichtung (2), umfassend

- eine mittels Überdruck und Unterdruck betätigbare Greifereinheit (1),
- eine mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbundene Druckerzeugungsvorrichtung (3) zur Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks in der Greifereinheit (1), wobei die Druckerzeugungsvorrichtung (3) eine Zylindereinheit (6) umfasst, wobei die Zylindereinheit (6) einen Zylinder (7) und einen darin bewegbaren Kolben (8) umfasst, wobei eine Antriebseinheit (11) zum Antrieb des Kolbens (8) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei die Antriebseinheit (11) ein Elektromotor ist, und
- mindestens eine Sensorvorrichtung zur Erfassung einer Greifkraft der Greifereinheit (1), wobei die mindestens eine Sensorvorrichtung ausgebildet ist als eine Kraft- und/oder Drehmomentsensorvorrichtung zur Erfassung einer Kraft und/oder eines Drehmoments des Elektromotors durch eine Überwachung einer Spannung und/oder eines Stroms des Elektromotors und eine dadurch erfolgende Ermittlung der Kraft und/oder des Drehmoments, wobei die Druckerzeugungsvorrichtung (3) als eine pneumatische Druckerzeugungsvorrichtung (3) ausgebildet ist, deren Zylindereinheit (6) als eine Luftpumpeneinheit ausgebildet ist, wobei die Zylindereinheit (6) als eine einfachwirkende Zylindereinheit (6) ausgebildet ist, wobei der Zylinder (7) ausschließlich über eine im Bereich einer seiner beiden Stirnseiten angeordnete Verbindungsleitungsöffnung (10) und eine damit gekoppelte Verbindungsleitung (4) fluidisch mit der Greifereinheit (1) verbunden ist, wobei die Zylindereinheit (6) einen Arbeitsraum (A) aufweist, dessen Größe durch eine Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) veränderbar ist und welcher mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbunden ist, wobei der Arbeitsraum (A), die Greifereinheit (1) und die Verbindungsleitung (4), über welche der

Arbeitsraum (A) mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbunden ist, ein fluidisch geschlossenes System bilden, wobei der Elektromotor über ein als ein Schubkurbelgetriebe ausgebildetes Getriebe (12) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei eine Abtriebswelle (13) des Elektromotors über einen daran radial angeordneten Schwenkhebel (14) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei eine Drehung der Abtriebswelle (13) um einen Winkel kleiner als 180° ein Schwenken des Schwenkhebels (14) und dadurch die Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) bewirkt, wobei durch die Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) in die eine Richtung der Überdruck erzeugbar ist und durch Bewegen des Kolbens (8) im Zylinder (7) in die andere Richtung der Unterdruck erzeugbar ist, wobei die Druckerzeugung und somit der Überdruck und Unterdruck stufenlos steuerbar und/oder regelbar ist und nachsteuerbar und/oder nachregelbar ist, wobei jede einzelne Greiferstellung anfahrbar ist, wobei die Greifkraft individuell einstellbar ist, wobei die Greifereinheit ...



(56) Ermittelte Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>10 2015 204 986</b>	<b>B3</b>
<b>DE</b>	<b>601 06 363</b>	<b>T2</b>
<b>DE</b>	<b>699 14 489</b>	<b>T2</b>
<b>US</b>	<b>2016 / 0 279 803</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>2018 / 0 311 829</b>	<b>A1</b>

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Greifervorrichtung mit einer mittels Überdruck und Unterdruck pneumatisch betätigbaren Greifereinheit.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik ist, wie in der DE 10 2015 204 986 B3 beschrieben, ein Greiferelement mit einem elastisch in einer Vorzugsrichtung verformbaren Biegeelement und einer Halterung bekannt. An einem an einer Stirnseite mit einer Öffnung versehenen und ansonsten innen hohlen, aus elastisch verformbarem Material gebildeten Biegeelement ist in einem nicht zum Biegen vorgesehenen Bereich, in dem auch die Öffnung angeordnet ist, ein radial umlaufender überstehender Flansch so ausgebildet, dass er an einer Fläche eines Basiselements der Halterung aufliegt und an der gegenüberliegenden Fläche an einer Fläche eines Befestigungselements, das mit dem Basiselement verbindbar ist, anliegt und das Befestigungselement den Flansch mit einer vorgebbaren Druckkraft gegen die Fläche des Basiselements presst.

**[0003]** In der US 2016/0279803 A1 werden weiche Roboteraktuatoren und Verfahren zu deren Herstellung beschrieben. Eine weiche Roboteraktuatoranordnung umfasst eine Aufnahme und mehrere weiche Aktuatoren, die mit der Aufnahme gekoppelt sind. Des Weiteren umfasst die Roboteraktuatoranordnung einen fotoelektrischen Sensor, einen Barcodeleser, einen QR-Codeleser, einen Absolutdrucksensor, einen Vakuumsensor, einen Näherungssensor oder einen RFID-Leser an der Aufnahme oder an den weichen Aktuatoren.

**[0004]** Aus der US 2018/0311829 A1 ist eine Stabilisierungsvorrichtung für einen Roboter-Endeffektor bekannt. Eine Stabilisierungsstruktur kann in die Nähe eines Zielobjekts bewegt werden. Dies beinhaltet das Herstellen eines Kontakts mit dem Zielobjekt oder ein Bewegen der Stabilisierungsstruktur in einem vorbestimmten Abstand zum Zielobjekt. Die Bewegung der Stabilisierungsstruktur und des Endeffektors, an dem sie angebracht ist, wird durch Näherungssensoren, Kameras oder Berührungssensoren gesteuert.

**[0005]** In der DE 699 14 489 T2 werden ein Balgstellantrieb für einen Roboter manipulator und ein Verfahren zu dessen Betrieb beschrieben. Der Stellantrieb umfasst einen ortsfesten Teil, einen beweglichen Teil, der mit dem ortsfesten Teil so verbunden ist, dass bezüglich des ortsfesten Teils ein Freiheitsgrad gegeben ist, und einen biegsamen, über ein Druckmittel angetriebenen Balgen, der an beiden Enden jeweils mit dem beweglichen und dem ortsfesten Teil verbunden ist, um eine vom Betrieb abhängige Bewegung des beweglichen Teils auszulösen. Der bewegliche Teil weist einen

Hohlraum zur Aufnahme des biegsamen Balgens bis zum größten Teil seiner Länge auf, wobei die Abmessungen des Hohlraumes etwas größer als diejenigen des Balgens sind.

**[0006]** Aus der DE 601 06 363 T2 ist ein flexibler Aktuator mit einer integrierten Pumpe bekannt. Der Aktuator umfasst eine bewegliche Einheit mit Fluidkammern, in denen eine Flüssigkeit abgedichtet eingeschlossen ist, wobei die bewegliche Einheit mit den Fluidkammern beweglich ist, die durch das Fördern der Flüssigkeit zwischen den Fluidkammern verformt werden. Der Aktuator umfasst des Weiteren eine in der beweglichen Einheit integrierte Pumpeneinheit zum Fördern der Flüssigkeit zwischen den Fluidkammern. Der Aktuator umfasst zudem einen Pumpentreiber zum Steuern des Antriebs der Pumpeneinheit. Der Aktuator umfasst des Weiteren eine Außenabdeckung mit einer Flüssigkeit absorbierenden Funktion, die die bewegliche Einheit an ihrer Außenseite umhüllt.

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, eine gegenüber dem Stand der Technik verbesserte Greifervorrichtung anzugeben.

**[0008]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Greifervorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

**[0009]** Eine erfindungsgemäße Greifervorrichtung umfasst eine mittels Überdruck und Unterdruck betätigbare Greifereinheit und eine mit der Greifereinheit fluidisch verbundene Druckerzeugungsvorrichtung zur Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks in der Greifereinheit, wobei die Druckerzeugungsvorrichtung eine Zylindereinheit umfasst.

**[0010]** Die Greifervorrichtung dient insbesondere einer Handhabung von Objekten, welche mittels der Greifereinheit ergriffen werden und beispielsweise transportiert werden, zum Beispiel zu einer oder mehreren Arbeitsstationen, beispielsweise zu einer Bearbeitungsstation, in welcher das jeweilige Objekt bearbeitet wird, und/oder zu einer Verpackungsstation, in welcher es verpackt wird. Beispielsweise ist die Greifervorrichtung als ein hygienisches Greifsystem für ein vollautomatisches Handling, d. h. Handhaben, unverpackter Lebensmittel mittels eines Roboters vorgesehen. Hierzu ist die Greifereinheit erfindungsgemäß an einem solchen Roboter, beispielsweise an einem Roboterarm, angeordnet.

**[0011]** Die Greifereinheit ist erfindungsgemäß als ein flexibler Elastomergreifer, als ein Flachgutgreifer oder als ein Balggreifer ausgebildet. Der flexible Elastomergreifer weist als Greifelemente mehrere biegbare Elastomerfinger auf, die mittels Überdruck gegeneinander biegsam sind, um zuzugreifen, und durch Unterdruck voneinander wegbiegsam sind, um

die Greifereinheit zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen, oder umgekehrt. Der Flachgutgreifer umfasst als Greifelemente mindestens zwei Greifbacken, die mittels Überdruck gegeneinander bewegbar sind, um zuzugreifen, und durch Unterdruck voneinander wegbewegbar sind, um die Greifereinheit zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen, oder umgekehrt. Der Balggreifer umfasst als Greifelement einen Balg, welcher mittels Überdruck vergrößerbar ist, um zuzugreifen, und mittels Unterdruck verkleinerbar ist, um ein ergriffenes Objekt loszulassen.

**[0012]** Derartige Greifervorrichtungen werden beispielsweise pneumatisch gesteuert, d. h. zum Schließen und somit Zugreifen wird mittels Druckluft ein Überdruck erzeugt. Das Öffnen und dadurch Loslassen des ergriffenen Objekts erfolgt durch Unterdruck. Hierfür sind bisher aufwändige Systeme erforderlich, welche für die Druckluft ein Druckluftversorgungssystem und für den Unterdruck Vakuumpumpen und/oder Vakuumejektoren und zudem aufwändige Ventilschaltungen umfassen. Nachteilig dabei ist, dass ein Dosieren, insbesondere ein Regeln und Anpassen einer Greifkraft inline, d. h. während des Greifens, nicht möglich ist. Das zu greifende Objekt kann dadurch beschädigt werden. Beispielsweise können bei einer zu großen Greifkraft Druckstellen entstehen und bei einer zu geringen Greifkraft kann sich das Objekt aus dem Griff lösen. Des Weiteren ist das Arbeitsmedium Luft bei den bisher bekannten Greifervorrichtungen sehr kostenintensiv, da die Unterdruckerzeugung meist durch Venturidüsen erfolgt, verbunden mit einem hohen Druckluftverbrauch, oder durch Vakuumpumpen.

**[0013]** Diese Nachteile werden durch die erfindungsgemäße Lösung vermieden, indem eine Bewegung der Zylindereinheit, insbesondere eine Hubbewegung, insbesondere eine Kolbenhubbewegung, d. h. eine Bewegung eines Kolbens in einem Zylinder der Zylindereinheit, zur Erzeugung des Überdrucks und Unterdrucks genutzt wird, durch einen entsprechenden Richtungswechsel dieser Bewegung. Die Zylindereinheit der Druckerzeugungsvorrichtung ermöglicht dadurch ein fluidisch geschlossenes System, insbesondere ein bezüglich des Arbeitsmediums geschlossenes System, aus welchem das Arbeitsmedium, beispielsweise Luft oder ein anderes gasförmiges oder, nicht erfindungsgemäß, flüssiges Arbeitsmedium, nicht entweichen kann. Als Arbeitsmedium der Greifervorrichtung ist erfindungsgemäß ein gasförmiges oder nicht erfindungsgemäß ein flüssiges Arbeitsmedium vorgesehen, beispielsweise Luft oder ein anderes Gas oder Gasgemisch, oder, nicht erfindungsgemäß, eine Flüssigkeit oder ein Flüssigkeitsgemisch, beispielsweise eine Hydraulikflüssigkeit.

**[0014]** Die Druckerzeugungsvorrichtung ist somit eine autarke Einheit zur Versorgung der Greifereinheit mit Überdruck und Unterdruck. Es ist keine Arbeitsmediumzuführung zur Druckerzeugungsvorrichtung und keine Arbeitsmediumabführung aus der Druckerzeugungsvorrichtung erforderlich. Somit ist auch kein Anschluss an ein Druckluftversorgungssystem erforderlich und es sind zudem auch keine aufwändigen Ventilschaltungen erforderlich. Die Druckerzeugungsvorrichtung ist somit vorteilhafterweise in der Lage, die Greifereinheit autark ohne eine zusätzliche Druckluftzuleitung zu steuern und/oder zu regeln.

**[0015]** Die Druckerzeugung und somit der Überdruck und Unterdruck sind erfindungsgemäß stufenlos steuerbar und/oder regelbar. Es kann erfindungsgemäß jede einzelne Greiferstellung angefahren werden, d. h. nicht nur zwei Endstellungen, so dass eine Verkürzung von Greifwegen und somit eine Zeitersparnis erreicht werden kann. Die Greifkraft ist erfindungsgemäß individuell einstellbar. Erfindungsgemäß ist auch eine Nachsteuerung und/oder Nachregelung möglich, zum Beispiel während des Greifvorgangs und/oder während des Transports. Auf diese Weise können beispielsweise höhere Beschleunigungskräfte, insbesondere aufgrund eines schnelleren Anfahrens des Roboters, ausgeglichen werden. Dadurch können höhere Taktzeiten erreicht werden. Des Weiteren wird beispielsweise eine individuelle Anpassung des Greifwegs und/oder der Greifkraft an ein jeweils zu greifendes Objekt ermöglicht.

**[0016]** Die Druckerzeugungsvorrichtung ist erfindungsgemäß als eine pneumatische Druckerzeugungsvorrichtung ausgebildet. Das Arbeitsmedium ist somit vorteilhafterweise Luft oder ein anderes gasförmiges Medium. In nicht erfindungsgemäßen anderen Ausführungsformen kann beispielsweise eine Ausbildung als eine hydraulische Druckerzeugungsvorrichtung vorgesehen sein, wobei das Arbeitsmedium dann eine Flüssigkeit ist, insbesondere eine Hydraulikflüssigkeit. Die pneumatische Druckerzeugungsvorrichtung ist eine besonders kostengünstige, einfach zu realisierende und insbesondere einfach zu handhabende Lösung. Beispielsweise kann die Greifereinheit auf einfache Weise ausgetauscht werden, wobei keine Gefahr einer Verschmutzung durch einen Austritt des Arbeitsmediums besteht, wie dies bei Hydraulikflüssigkeit möglicherweise der Fall wäre. Die nicht erfindungsgemäße hydraulische Druckerzeugungsvorrichtung hat den Vorteil, dass als Arbeitsmedium eine Flüssigkeit verwendet wird, wobei Flüssigkeiten weniger kompressibel sind als Gase. Daraus resultiert insbesondere eine direkte und ungedämpfte oder im Vergleich zu einem gasförmigen Arbeitsmedium weniger gedämpfte Weiterleitung einer mittels der Druckerzeugungsvorrichtung jeweils erzeugten

Druckänderung. Des Weiteren wird dadurch beispielsweise eine längere Verbindungsleitung zwischen der Druckerzeugungsvorrichtung und der Greifereinheit und somit ein größerer Abstand zwischen der Druckerzeugungsvorrichtung und der Greifereinheit ermöglicht.

**[0017]** Zweckmäßigerweise wird zur Montage einer Greifereinheit an der Greifervorrichtung die Druckerzeugungsvorrichtung in eine Neutralstellung bewegt, aus welcher sie insbesondere in eine Richtung zur Erzeugung des Unterdrucks und in die entgegengesetzte Richtung zur Erzeugung des Überdrucks bewegt werden kann. Die Greifereinheit befindet sich während der Montage an der Greifervorrichtung, da weder Unterdruck noch Überdruck anliegen, ebenfalls in einer Neutralstellung. Ist die Greifereinheit an der Greifervorrichtung montiert, kann sie mittels der Druckerzeugungsvorrichtung mit Überdruck oder Unterdruck beaufschlagt werden, um zu schließen oder zu öffnen, d. h. ein Objekt zu greifen oder es freizugeben.

**[0018]** Erfindungsgemäß ist die Zylindereinheit der pneumatischen Druckerzeugungsvorrichtung als eine Luftpumpeneinheit ausgebildet. Mittels einer solchen Luftpumpeneinheit kann sowohl der Überdruck als auch der Unterdruck erzeugt werden, durch Pumpen des Arbeitsmediums Luft (oder Gas) in die eine Richtung, d. h. in Richtung der Greifereinheit, um den Überdruck zu erzeugen, oder in die andere Richtung, d. h. von der Greifereinheit weg, um den Unterdruck zu erzeugen.

**[0019]** Die Zylindereinheit umfasst, wie oben bereits erwähnt, erfindungsgemäß den Zylinder und den darin bewegbaren Kolben. Der Kolben ist dabei insbesondere in Längsrichtung, insbesondere in Axialrichtung, des Zylinders bewegbar. Erfindungsgemäß wird durch die Bewegung des Kolbens in die eine Richtung der Überdruck erzeugt und durch Bewegen des Kolbens in die andere Richtung der Unterdruck erzeugt.

**[0020]** Hierfür ist die Zylindereinheit erfindungsgemäß als eine einfachwirkende Zylindereinheit ausgebildet. Dabei ist der Zylinder erfindungsgemäß ausschließlich über eine im Bereich einer seiner beiden Stirnseiten angeordnete Verbindungsleitungsöffnung, erfindungsgemäß über eine damit gekoppelte Verbindungsleitung, fluidisch mit der Greifereinheit verbunden, d. h. nicht über Verbindungsleitungsöffnungen an beiden Stirnseiten. D. h. ausschließlich im Bereich einer Stirnseite des Zylinders ist eine Verbindungsleitungsöffnung zur Verbindung mit der Greifereinheit angeordnet, über welche der Zylinder, zweckmäßigerweise mittels einer damit gekoppelten Verbindungsleitung, mit der Greifereinheit fluidisch verbunden ist, so dass durch Bewegen des Kolbens in Richtung dieser Stirnseite das Arbeitsmedium,

erfindungsgemäß die Luft (oder ein anderes Gas) oder nicht erfindungsgemäß eine Flüssigkeit, insbesondere Hydraulikflüssigkeit, in Richtung der Verbindungsleitungsöffnung und somit in Richtung der Greifereinheit gepresst wird, wodurch der Überdruck in der Greifereinheit erzeugt wird, und durch Bewegen des Kolbens in die andere Richtung, d. h. von dieser Stirnseite weg, das Arbeitsmedium, erfindungsgemäß die Luft (oder ein anderes Gas) oder nicht erfindungsgemäß die Flüssigkeit, insbesondere Hydraulikflüssigkeit, über die Verbindungsleitungsöffnung in den Zylinder eingesaugt und somit aus der Greifereinheit abgesaugt wird, wodurch der Unterdruck in der Greifereinheit erzeugt wird.

**[0021]** Die Zylindereinheit weist somit erfindungsgemäß einen Arbeitsraum auf, dessen Größe durch die Bewegung des Kolbens im Zylinder veränderbar ist und welcher mit der Greifereinheit fluidisch verbunden ist. Durch Verkleinerung dieses Arbeitsraums mittels der Bewegung des Kolbens wird das Arbeitsmedium, erfindungsgemäß die Luft (oder ein anderes Gas) oder nicht erfindungsgemäß die Flüssigkeit, insbesondere Hydraulikflüssigkeit, aus dem Arbeitsraum in Richtung der Greifereinheit verdrängt, wodurch in der Greifereinheit der Überdruck erzeugt wird, und durch Vergrößerung dieses Arbeitsraums mittels der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens wird das Arbeitsmedium, erfindungsgemäß die Luft (oder ein anderes Gas) oder nicht erfindungsgemäß die Flüssigkeit, insbesondere Hydraulikflüssigkeit, in den Arbeitsraum eingesaugt und somit aus der Greifereinheit abgesaugt, wodurch in der Greifereinheit der Unterdruck erzeugt wird.

**[0022]** Der Kolben liegt zweckmäßigerweise, zumindest im Wesentlichen, arbeitsmediumdicht, d. h. fluiddicht, insbesondere gasdicht, insbesondere luftdicht, an einer Innenwandung des Zylinders an und gleitet während seiner Bewegung entsprechend, zumindest im Wesentlichen, arbeitsmediumdicht, d. h. fluiddicht, insbesondere gasdicht, insbesondere luftdicht, an dieser Innenwandung des Zylinders entlang, so dass das Arbeitsmedium nicht am Kolben vorbeiströmen kann, d. h. nicht zwischen Kolben und Innenwandung des Zylinders hindurchströmen kann.

**[0023]** Der Arbeitsraum, die Greifereinheit und die Verbindungsleitung, über welche der Arbeitsraum mit der Greifereinheit fluidisch verbunden ist, bilden somit erfindungsgemäß ein fluidisch geschlossenes System, insbesondere ein bezüglich des jeweiligen Arbeitsmediums geschlossenes System, so dass diese Überdruckbildung und Unterdruckbildung autark erfolgt, d. h. es ist keine Zuführung des Arbeitsmediums von außen und keine Abführung des Arbeitsmediums nach außen erforderlich. Dadurch ist die Greifervorrichtung bezüglich des Arbeitsmediums autark und benötigt keine

Anschlüsse an ein entsprechendes Versorgungssystem.

**[0024]** Zum Antrieb des Kolbens, um diesen entsprechend zu bewegen, umfasst die Greifvorrichtung erfindungsgemäß eine mit dem Kolben gekoppelte Antriebseinheit, erfindungsgemäß eine elektromotorische Antriebseinheit. D. h. die Antriebseinheit ist erfindungsgemäß ein Elektromotor. Dadurch ist eine besonders gute und einfache Steuerung und/oder Regelung ermöglicht. Die Greifvorrichtung kann somit, mit Ausnahme der Energiezufuhr zur Antriebseinheit, vorteilhafterweise vollkommen autark betrieben werden, insbesondere ist sie, wie oben bereits erwähnt, zumindest bezüglich des Arbeitsmediums autark.

**[0025]** Die Antriebseinheit ist erfindungsgemäß über ein Getriebe mit dem Kolben gekoppelt, erfindungsgemäß über ein Schubkurbelgetriebe. Dabei ist eine Abtriebswelle des Elektromotors über einen daran radial angeordneten Schwenkhebel mit dem Kolben gekoppelt. Eine Drehung der Abtriebswelle um einen Winkel kleiner als  $180^\circ$  bewirkt somit ein Schwenken des Schwenkhebels und dadurch eine Bewegung des Kolbens im Zylinder. Durch diese Lösung wird eine besonders schnelle Bewegung des Kolbens, dadurch eine besonders schnelle Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks und somit ein besonders schnelles Schließen oder Öffnen der Greifereinheit ermöglicht.

**[0026]** Alternativ könnte in einer nicht erfindungsgemäßen Ausführungsform eine Kolbenstange des Kolbens oder eine mit der Kolbenstange gekoppelte Verbindungsstange exzentrisch mit der Abtriebswelle gekoppelt sein, beispielsweise mit einem Randbereich einer an der Abtriebswelle angeordneten Scheibe, um die Drehbewegung der Abtriebswelle der Antriebseinheit in eine translatorische Bewegung des Kolbens im Zylinder umzusetzen. Alternativ können in nicht erfindungsgemäßen Ausführungsformen andere Getriebeformen vorgesehen sein, um diese Drehbewegung der Abtriebswelle der Antriebseinheit in die translatorische Bewegung des Kolbens im Zylinder umzusetzen, zum Beispiel ein Zahnstangengetriebe, bei welchem der Kolben über eine Zahnstange und ein an der Abtriebswelle der Antriebseinheit angeordnetes Zahnrad mit der Antriebseinheit gekoppelt ist, oder ein Spindelgetriebe, bei welchem der Kolben über eine Spindel mit der Antriebseinheit gekoppelt ist.

**[0027]** Erfindungsgemäß umfasst die Greifvorrichtung mindestens eine Sensorvorrichtung zur Erfassung einer Greifkraft der Greifereinheit. Dadurch kann beispielsweise während des Greifvorgangs und/oder während des Transports des Objekts der Überdruck oder Unterdruck nachgesteuert und/oder nachgeregelt werden. Auf diese Weise kön-

nen beispielsweise höhere Beschleunigungskräfte, insbesondere aufgrund eines schnelleren Anfahrens des Roboters, ausgeglichen werden. Dadurch können höhere Taktzeiten erreicht werden. Des Weiteren wird beispielsweise eine individuelle Anpassung des Greifwegs und/oder der Greifkraft an ein jeweils zu greifendes Objekt ermöglicht.

**[0028]** Die mindestens eine Sensorvorrichtung ist erfindungsgemäß ausgebildet als eine Kraft- und/oder Drehmomentsensorvorrichtung zur Erfassung einer Kraft und/oder eines Drehmoments der Antriebseinheit, oder, nicht erfindungsgemäß, als eine Fluiddrucksensorvorrichtung zur Erfassung eines Fluiddrucks des Arbeitsmediums in der Greifereinheit, als eine Anpressdrucksensoreinheit zur Erfassung eines von der Greifereinheit auf ein gegriffenes Objekt ausgeübten Anpressdrucks, als eine Abstandssensoreinheit zur Ermittlung eines Abstands mindestens eines Greifelements der Greifereinheit zu einem Objekt oder als eine optische Sensoreinheit zur optischen Überwachung der Greifereinheit. Sind mehrere Sensorvorrichtungen vorgesehen, so kann jede der Sensorvorrichtungen auf die oben beschriebene Weise ausgebildet sein, wobei mehrere gleich oder unterschiedlich ausgebildete Sensorvorrichtungen vorgesehen sein können.

**[0029]** Die erfindungsgemäße Ausbildung als Kraft- und/oder Drehmomentsensorvorrichtung zur Erfassung der Kraft und/oder des Drehmoments der Antriebseinheit ist auf besonders einfache und kostengünstige Weise umsetzbar, indem erfindungsgemäß eine Spannung und/oder ein Strom der elektrischen Antriebseinheit überwacht wird und dadurch die Kraft und/oder das Drehmoment ermittelt wird. Dies ist beispielsweise bereits in einer Steuerung und/oder Regelung der Antriebseinheit integriert, so dass keine zusätzlichen Sensorbauteile erforderlich sind. Die nicht erfindungsgemäße Ausbildung als Fluiddrucksensorvorrichtung ist ebenfalls einfach und kostengünstig mittels eines Drucksensors, beispielsweise in der Verbindungsleitung oder am Zylinder, realisierbar. Die nicht erfindungsgemäße Ausbildung als Anpressdrucksensoreinheit kann beispielsweise mittels mindestens eines Piezoelements oder Dehnungsmessstreifens an der Greifereinheit oder auf andere Weise erfolgen. Insbesondere kann dadurch ein direkt auf das ergriffene Objekt wirkender Druck ermittelt werden, so dass eine besonders sensible Dosierung der Greifkraft ermöglicht wird. Durch die nicht erfindungsgemäße Ausbildung als Abstandssensoreinheit kann auf einfache Weise ein Kontakt mit dem zu ergreifenden Objekt ermittelt werden. Durch die nicht erfindungsgemäße Ausbildung als optische Sensoreinheit ist auch eine Position der Greifereinheit zum zu greifenden Objekt ermittelbar und dadurch eine optimale Greifposition einstellbar.

**[0030]** Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand von Zeichnungen näher erläutert.

**[0031]** Darin zeigen:

**Fig. 1** schematisch eine Ausführungsform einer Greifereinheit einer Greifervorrichtung,

**Fig. 2** schematisch eine weitere Ausführungsform der Greifereinheit der Greifervorrichtung,

**Fig. 3** schematisch eine Druckerzeugungsvorrichtung der Greifervorrichtung in einer Neutralstellung,

**Fig. 4** schematisch die Greifervorrichtung mit einer weiteren Ausführungsform der Greifereinheit und der Druckerzeugungsvorrichtung in einer Unterdruckstellung, und

**Fig. 5** schematisch die Greifervorrichtung gemäß **Fig. 4** in einer Überdruckstellung.

**[0032]** Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0033]** Die **Fig. 1** und **2** zeigen beispielhaft schematische Darstellungen zweier Ausführungsformen einer mittels Überdruck und Unterdruck betätigbaren Greifereinheit 1 einer Greifervorrichtung 2. **Fig. 3** zeigt, schematisch vereinfacht, eine Druckerzeugungsvorrichtung 3 zur Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks in der Greifereinheit 1. Diese Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist in **Fig. 3** in einer Neutralstellung dargestellt, in welcher durch die Druckerzeugungsvorrichtung 3 weder Überdruck noch Unterdruck in der Greifereinheit 1 erzeugt wird.

**[0034]** Die **Fig. 4** und **5** zeigen die Greifervorrichtung 2 mit der Greifereinheit 1 und der Druckerzeugungsvorrichtung 3, wobei die hier dargestellte Ausführungsform der Greifervorrichtung 2 eine weitere Ausführungsform der Greifereinheit 1 aufweist. Alternativ kann anstelle der hier dargestellten Greifereinheit 1 beispielsweise die in **Fig. 1** oder die in **Fig. 2** dargestellte Greifereinheit 1 vorgesehen sein.

**[0035]** Die Greifervorrichtung 2 dient insbesondere einer Handhabung von hier nicht dargestellten Objekten, welche mittels der Greifereinheit 1 ergriffen werden und beispielsweise transportiert werden, zum Beispiel zu einer oder mehreren Arbeitsstationen, beispielsweise zu einer Bearbeitungsstation, in welcher das jeweilige Objekt bearbeitet wird, und/oder zu einer Verpackungsstation, in welcher es verpackt wird. Beispielsweise ist die Greifervorrichtung 2 als ein hygienisches Greifsystem für ein vollautomatisches Handling, d. h. Handhaben, unverpackter Lebensmittel mittels eines Roboters vorgesehen. Hierzu ist die Greifereinheit 1 an einem solchen hier nicht dargestellten Roboter, beispielsweise an einem Roboterarm, angeordnet.

**[0036]** Für die Betätigung der jeweiligen Greifereinheit 1 ist beispielsweise vorgesehen, dass die Greifereinheit 1 mittels Überdruck, d. h. durch eine Erzeugung eines Überdrucks mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 in der Greifereinheit 1, geschlossen wird und mittels Unterdruck, d. h. durch eine Erzeugung eines Unterdrucks mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 in der Greifereinheit 1, geöffnet wird. Alternativ könnte beispielsweise auch die umgekehrte Funktionsweise vorgesehen sein, d. h. dass die Greifereinheit 1 mittels Überdruck, d. h. durch die Erzeugung eines Überdrucks mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 in der Greifereinheit 1, geöffnet wird und mittels Unterdruck, d. h. durch die Erzeugung eines Unterdrucks mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 in der Greifereinheit 1, geschlossen wird.

**[0037]** Unter Schließen der Greifereinheit 1 ist insbesondere eine Bewegung und/oder Verformung der Greifereinheit 1 zum Zugreifen, insbesondere zum Erfassen und/oder Aufnehmen, eines Objektes, zu verstehen. Unter Öffnen der Greifereinheit 1 ist insbesondere eine Bewegung und/oder Verformung der Greifereinheit 1 zum Loslassen eines aufgenommenen Objektes oder zum Heranführen an und/oder Einführen in ein aufzunehmendes Objekt zu verstehen.

**[0038]** Die in **Fig. 1** schematisch dargestellte Greifereinheit 1 ist als ein flexibler Elastomergreifer ausgebildet. Dieser flexible Elastomergreifer weist als Greifelemente 5 mehrere biegbare Elastomerfinger auf, die mittels Überdruck gegeneinander biegsam sind, um die Greifereinheit 1 zu schließen und somit zuzugreifen, und mittels Unterdruck voneinander wegbiegsam sind, um die Greifereinheit 1 zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen oder an ein Objekt heranzubewegt zu werden, oder umgekehrt. Hierzu sind die als Elastomerfinger ausgebildeten Greifelemente 5 jeweils derart ausgebildet, dass sie unterschiedlich elastisch verformbare Bereiche aufweisen, so dass durch eine Druckbeaufschlagung und eine daraus resultierende unterschiedliche elastische Verformung dieser Bereiche sich das jeweilige Greifelement 5 in die eine Richtung biegt, insbesondere auf das oder die anderen Greifelemente 5 zu, um die Greifereinheit 1 zu schließen und dadurch zuzugreifen, und durch eine Unterdruckbeaufschlagung und eine daraus resultierende unterschiedliche elastische Verformung dieser Bereiche sich das jeweilige Greifelement 5 in die entgegengesetzte Richtung biegt, insbesondere von dem oder den anderen Greifelementen 5 weg, um die Greifereinheit 1 zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt freizugeben oder die Greifereinheit 1 an ein zu greifendes Objekt heranzuführen. Im in **Fig. 1** dargestellten Beispiel umfasst die Greifereinheit 1 zwei solche als Elastomerfinger ausgebildete Greifelemente 5, in anderen Ausführungsformen kann die

Greifereinheit 1 jedoch auch mehr als zwei solche Greifelemente 5 aufweisen, beispielsweise drei oder vier oder mehr solche Greifelemente 5.

**[0039]** Die in **Fig. 2** schematisch dargestellte Greifereinheit 1 ist als ein Balggreifer ausgebildet. Dieser Balggreifer umfasst ein als ein Balg, insbesondere aus einem Elastomer, ausgebildetes Greifelement 5, welches mittels Überdruck vergrößerbar ist, um die Greifereinheit 1 zu schließen und somit zuzugreifen, d. h. ein Objekt aufzunehmen, und mittels Unterdruck verkleinerbar ist, um die Greifereinheit 1 zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt freizugeben oder die Greifereinheit 1 in ein zu greifendes Objekt einzuführen. Bei dieser Greifereinheit 1 wird somit das als Balg ausgebildete Greifelement 5 ohne Druckbeaufschlagung oder, um es noch weiter zu verkleinern, beaufschlagt mit einem Unterdruck in ein aufzunehmendes Objekt eingeführt und anschließend wird das Greifelement 5 mit einem Überdruck beaufschlagt, wodurch es sich vergrößert, insbesondere bezüglich eines Außenumfangs, und sich somit an das Objekt, insbesondere an eine Innenseite des Objekts, anlegt. Beispielsweise ist das als Balg ausgebildete Greifelement 5 dann größer als eine Einführöffnung des Objekts, so dass das Objekt dann sicher gehalten ist und beispielsweise transportiert werden kann. Zum Loslassen des Objekts wird das als Balg ausgebildete Greifelement 5 wieder mit einem Unterdruck beaufschlagt, wodurch es sich verkleinert und aus dem Objekt entfernt werden kann.

**[0040]** Die in den **Fig. 4** und **5** dargestellte Greifereinheit 1 ist als ein Flachgutgreifer ausgebildet, welcher als Greifelemente 5 mindestens zwei Greifbacken, im dargestellten Beispiel genau zwei Greifbacken, umfasst. Diese Greifelemente 5 sind mittels Überdruck gegeneinander bewegbar, um die Greifereinheit 1 zu schließen und somit zuzugreifen, und mittels Unterdruck voneinander wegbewegbar, um die Greifereinheit 1 zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen oder an ein Objekt heranbewegt zu werden, oder umgekehrt. Die als Flachgutgreifer ausgebildete Greifereinheit 1 weist zudem Niederhalter 9 zu einem Niederhalten des ergriffenen als Flachgut ausgebildeten Objekts und somit zum Andrücken an eine Auflagefläche der als Greifbacken ausgebildeten Greifelemente 5 auf.

**[0041]** Die Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist, wie in den **Fig. 4** und **5** schematisch dargestellt, mit der Greifereinheit 1 fluidisch verbunden, d. h. die Druckerzeugungsvorrichtung 3 und die Greifereinheit 1 sind über mindestens eine Verbindungsleitung 4, insbesondere über genau eine Verbindungsleitung 4, fluidisch miteinander verbunden, um mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 ein gasförmiges oder, nicht erfindungsgemäß, flüssiges Arbeitsmedium, beispielsweise Luft, über die Verbindungsleitung 4

zur Greifereinheit 1 zu leiten und dadurch die Greifereinheit 1 mit einem Überdruck zu beaufschlagen, oder das Arbeitsmedium, beispielsweise Luft, mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 über die Verbindungsleitung 4 aus der Greifereinheit 1 abzuleiten, insbesondere abzusaugen, und dadurch die Greifereinheit 1 mit einem Unterdruck zu beaufschlagen.

**[0042]** Während die Druckerzeugungsvorrichtung 3 in **Fig. 3** in der Neutralstellung dargestellt ist, wie oben bereits erwähnt, ist sie in **Fig. 4** in einer Unterdruckstellung dargestellt, in welcher sie einen Unterdruck in der Greifereinheit 1 erzeugt und die Greifereinheit 1 dadurch geöffnet hat, und in **Fig. 5** ist die Druckerzeugungsvorrichtung 3 in einer Überdruckstellung dargestellt, in welcher sie einen Überdruck in der Greifereinheit 1 erzeugt und die Greifereinheit 1 dadurch geschlossen hat.

**[0043]** Wie in den **Fig. 3** bis **5** gezeigt, umfasst die Druckerzeugungsvorrichtung 3 eine Zylindereinheit 6 mit einem Zylinder 7 und einem darin bewegbaren Kolben 8. Der Kolben 8 ist dabei insbesondere in Längsrichtung, insbesondere in Axialrichtung, des Zylinders 7 bewegbar, wie mittels eines Bewegungsdoppelpfeils P in **Fig. 3**, in welcher sich die Druckerzeugungsvorrichtung 3 und somit deren Kolben 8 in der Neutralstellung befindet, dargestellt ist. Durch eine Kolbenhubbewegung, d. h. durch die Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7 in eine Richtung und in die entgegengesetzte Richtung, wird der Überdruck bzw. der Unterdruck erzeugt, d. h. durch Bewegen des Kolbens 8 in die eine Richtung, im hier dargestellten Beispiel aus der Neutralstellung nach links, wie in **Fig. 5** gezeigt, wird der Überdruck erzeugt, und durch Bewegen des Kolbens 8 in die andere Richtung, im hier dargestellten Beispiel aus der Neutralstellung nach rechts, wie in **Fig. 4** gezeigt, wird der Unterdruck erzeugt.

**[0044]** Hierfür ist die Zylindereinheit 6 als eine einfachwirkende Zylindereinheit 6 ausgebildet. Dabei weist der Zylinder 7 nur im Bereich einer seiner beiden Stirnseiten eine Verbindungsleitungsöffnung 10 auf, d. h. nicht im Bereich beider Stirnseiten. Über diese Verbindungsleitungsöffnung 10 und die damit gekoppelte Verbindungsleitung 4 ist der Zylinder 7 fluidisch mit der Greifereinheit 1 verbunden.

**[0045]** Dadurch wird durch Bewegen des Kolbens 8 in Richtung dieser Stirnseite, in deren Bereich die Verbindungsleitungsöffnung 10 angeordnet ist, d. h. in Richtung der Verbindungsleitungsöffnung 10, das Arbeitsmedium, beispielsweise die Luft, in Richtung der Verbindungsleitungsöffnung 10 und somit über die Verbindungsleitungsöffnung 10 und die Verbindungsleitung 4 in Richtung der Greifereinheit 1 gepresst, wodurch der Überdruck in der Greifereinheit 1 erzeugt wird, wie in **Fig. 5** gezeigt, und dadurch

im dargestellten Beispiel die Greifereinheit 1 geschlossen wird.

**[0046]** Durch Bewegen des Kolbens 8 in die andere Richtung, d. h. von dieser Stirnseite, in deren Bereich die Verbindungsleitungsöffnung 10 angeordnet ist, weg, d. h. von der Verbindungsleitungsöffnung 10 weg, wird das Arbeitsmedium, beispielsweise die Luft, über die Verbindungsleitungsöffnung 10 und die Verbindungsleitung 4 in den Zylinder 7 eingesaugt und somit aus der Greifereinheit 1 abgesaugt, wodurch der Unterdruck in der Greifereinheit 1 erzeugt wird, wie in **Fig. 4** gezeigt, und dadurch im dargestellten Beispiel die Greifereinheit 1 geöffnet wird.

**[0047]** Die Druckerzeugung, d. h. die Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks in der Greifereinheit 1, erfolgt somit durch eine Bewegung, insbesondere eine Hubbewegung, dieser Zylindereinheit 6, insbesondere durch die Kolbenhubbewegung, d. h. die Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7 der Zylindereinheit 6, insbesondere durch einen entsprechenden Richtungswechsel dieser Bewegung. Die Zylindereinheit 6 der Druckerzeugungsvorrichtung 3 ermöglicht dadurch ein fluidisch geschlossenes System, aus welchem das Arbeitsmedium, beispielsweise Luft, nicht entweichen kann.

**[0048]** Die Zylindereinheit 6 weist somit einen Arbeitsraum A auf, dessen Größe durch die Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7 veränderbar ist, wie im Vergleich der **Fig. 3 bis 5** ersichtlich, und welcher mit der Greifereinheit 1 fluidisch verbunden ist. Der Kolben 8 liegt hierfür zweckmäßigerweise, zumindest im Wesentlichen, arbeitsmediumdicht, d. h. fluiddicht, insbesondere gasdicht, insbesondere luftdicht, an einer Innenwandung des Zylinders 7 an und gleitet während seiner Bewegung entsprechend, zumindest im Wesentlichen, arbeitsmediumdicht, d. h. fluiddicht, insbesondere gasdicht, insbesondere luftdicht, an dieser Innenwandung des Zylinders 7 entlang, so dass das Arbeitsmedium nicht am Kolben 8 vorbeiströmen kann, d. h. nicht zwischen Kolben 8 und Innenwandung des Zylinders 7 hindurchströmen kann.

**[0049]** Durch Verkleinerung dieses Arbeitsraums A mittels der Bewegung des Kolbens 8, wie in **Fig. 5** gezeigt, wird das Arbeitsmedium, beispielsweise die Luft, aus dem Arbeitsraum A in Richtung der Greifereinheit 1 verdrängt, wodurch in der Greifereinheit 1 der Überdruck erzeugt wird, und durch Vergrößerung dieses Arbeitsraums A mittels der entgegengesetzten Bewegung des Kolbens 8, wie in **Fig. 4** gezeigt, wird das Arbeitsmedium, beispielsweise die Luft, in den Arbeitsraum A eingesaugt und somit aus der Greifereinheit 1 abgesaugt, wodurch in der Greifereinheit 1 der Unterdruck erzeugt wird.

**[0050]** Hierbei bilden der Arbeitsraum A, die Greifereinheit 1 und die Verbindungsleitung 4, über welche der Arbeitsraum A über die Verbindungsleitungsöffnung 10 mit der Greifereinheit 1 fluidisch verbunden ist, ein fluidisch geschlossenes System, insbesondere ein bezüglich des Arbeitsmediums geschlossenes System, so dass diese Überdruckbildung und Unterdruckbildung autark erfolgt, d. h. es ist keine Zuführung des Arbeitsmediums von außen und keine Abführung des Arbeitsmediums nach außen erforderlich. Dadurch ist die Greifervorrichtung 2 bezüglich des Arbeitsmediums autark und benötigt keine Anschlüsse an ein entsprechendes Versorgungssystem.

**[0051]** Die Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist als eine pneumatische Druckerzeugungsvorrichtung 3 ausgebildet. Das Arbeitsmedium ist somit, wie bereits erwähnt, beispielsweise Luft. Die Greifereinheit 1 ist dadurch auf besonders einfache Weise austauschbar, ohne dass die Gefahr eines Austritts eines eine Umgebung verschmutzenden Arbeitsmediums besteht.

**[0052]** Zweckmäßigerweise wird zur Montage einer jeweiligen Greifereinheit 1 an der Greifervorrichtung 2 die Druckerzeugungsvorrichtung 3 in die in **Fig. 3** dargestellte Neutralstellung bewegt, aus welcher sie, insbesondere der Kolben 8, in eine Richtung zur Erzeugung des Unterdrucks und in die entgegengesetzte Richtung zur Erzeugung des Überdrucks bewegt werden kann. Die Greifereinheit 1 befindet sich während der Montage an der Greifervorrichtung 2, da weder Unterdruck noch Überdruck anliegen, ebenfalls in einer Neutralstellung. Ist die Greifereinheit 1 an der Greifervorrichtung 2 montiert, bildet die in der Greifereinheit 1, der Verbindungsleitung 4 und dem Arbeitsraum A eingeschlossene Luft das Arbeitsmedium. Dadurch kann die Greifereinheit 1 mittels der Druckerzeugungsvorrichtung 3 auf die oben beschriebene Weise, insbesondere durch Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7 in die jeweilige Richtung, mit dem Überdruck oder mit dem Unterdruck beaufschlagt werden, um zu schließen oder zu öffnen, d. h. ein Objekt zu greifen oder es freizugeben.

**[0053]** Bei der pneumatischen Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist somit die Zylindereinheit 6 der Druckerzeugungsvorrichtung 3 mit der oben beschriebenen Funktionsweise als eine Luftpumpeneinheit ausgebildet. Mittels dieser Luftpumpeneinheit kann sowohl der Überdruck als auch der Unterdruck erzeugt werden, durch Pumpen des Arbeitsmediums, insbesondere Luft, in die eine Richtung, d. h. in Richtung der Greifereinheit 1, um den Überdruck zu erzeugen, oder in die andere Richtung, d. h. von der Greifereinheit 1 weg, um den Unterdruck zu erzeugen, wie oben beschrieben.

**[0054]** Die Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist somit eine, zumindest bezüglich des Arbeitsmediums, autarke Einheit zur Versorgung der Greifereinheit 1 mit Überdruck und Unterdruck. Es ist keine Arbeitsmediumzuführung zur Druckerzeugungsvorrichtung 3 und keine Arbeitsmediumabführung aus der Druckerzeugungsvorrichtung 3 erforderlich. Somit ist auch kein Anschluss an ein Druckluftversorgungssystem erforderlich und es sind zudem auch keine aufwändigen Ventilschaltungen erforderlich.

**[0055]** Die Druckerzeugungsvorrichtung 3 ist somit vorteilhafterweise in der Lage, die Greifereinheit 1 autark, insbesondere ohne eine zusätzliche Druckluftzuleitung, zu steuern und/oder zu regeln. Die Druckerzeugung und somit der Überdruck und Unterdruck sind stufenlos steuerbar und/oder regelbar. Es kann jede einzelne Greiferstellung angefahren werden, d. h. nicht nur die in den **Fig. 4** und **5** beispielhaft gezeigten beiden Endstellungen, so dass eine Verkürzung von Greifwegen und somit eine Zeitersparnis erreicht werden kann.

**[0056]** Die Greifkraft ist individuell einstellbar. Es ist auch eine Nachsteuerung und/oder Nachregelung möglich, zum Beispiel während des Greifvorgangs und/oder während des Transports des ergriffenen Objekts. Auf diese Weise können beispielsweise höhere Beschleunigungskräfte, insbesondere aufgrund eines schnelleren Anfahrens des Roboters, ausgeglichen werden. Dadurch können höhere Taktzeiten erreicht werden. Des Weiteren wird beispielsweise eine individuelle Anpassung des Greifwegs und/oder der Greifkraft an ein jeweils zu greifendes Objekt ermöglicht.

**[0057]** Zum Antrieb des Kolbens 8, um diesen entsprechend zu bewegen, umfasst die Greifervorrichtung 2 eine mit dem Kolben 8 gekoppelte Antriebseinheit 11, wie in den **Fig. 3** bis **5** gezeigt, erfindungsgemäß eine elektromotorische Antriebseinheit 11. D. h. die Antriebseinheit 11 ist erfindungsgemäß ein Elektromotor.

**[0058]** Die Antriebseinheit 11 ist erfindungsgemäß über ein Getriebe 12 mit dem Kolben 8 gekoppelt. Dieses Getriebe 12 ist erfindungsgemäß als ein Schubkurbelgetriebe ausgebildet. Dabei ist eine Abtriebswelle 13 der als Elektromotor ausgebildeten Antriebseinheit 11 über einen radial daran angeordneten Schwenkhebel 14 mit dem Kolben 8 gekoppelt, im hier dargestellten Beispiel über eine Kolbenstange 15 des Kolbens 8, d. h. der Schwenkhebel 14 ist mit der Kolbenstange 15 des Kolbens 8 gekoppelt. Eine Drehung der Abtriebswelle 13, um einen Winkel kleiner als  $180^\circ$  bewirkt somit ein Schwenken des Schwenkhebels 14 und dadurch eine Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7, wie in den **Fig. 3** bis **5** gezeigt. Beispielsweise ist bereits eine kleinere Drehung der Abtriebswelle 13 und somit ein kleinerer

Schwenkwinkel des Schwenkhebels 14 ausreichend, um den Kolben 8 aus der Neutralstellung in eine Überdruckendstellung zu bewegen, wie in **Fig. 5** gezeigt, und in eine Unterdruckendstellung zu bewegen, wie in **Fig. 4** gezeigt. Hierfür reicht beispielsweise bereits eine Drehung der Abtriebswelle 13 um  $90^\circ$  oder weniger als  $90^\circ$  aus, um eine Mechanik des Schubkurbelgetriebes zu vereinfachen.

**[0059]** Durch die Verwendung des Schubkurbelgetriebes wird eine besonders schnelle Bewegung des Kolbens 8, dadurch eine besonders schnelle Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks und somit ein besonders schnelles Schließen oder Öffnen der Greifereinheit 1 ermöglicht. Nicht erfindungsgemäß sind alternativ beispielsweise auch andere Getriebeformen möglich, zum Beispiel ein Zahnstangenge triebe, bei welchem der Kolben 8 über eine Zahnstange und ein an der Abtriebswelle 13 der Antriebseinheit 11 angeordnetes Zahnrad mit der Antriebseinheit 11 gekoppelt ist, oder ein Spindelgetriebe, bei welchem der Kolben 8 über eine Spindel mit der Antriebseinheit 11 gekoppelt ist.

**[0060]** In einer nicht erfindungsgemäßen alternativen Variante, insbesondere Getriebevariante, könnte die Kolbenstange 15 des Kolbens 8 oder eine mit der Kolbenstange 15 gekoppelte Verbindungsstange beispielsweise exzentrisch mit der Abtriebswelle 13 gekoppelt sein, beispielsweise mit einem Randbereich einer an der Abtriebswelle 13 angeordneten Scheibe, um die Drehbewegung der Abtriebswelle 13 der Antriebseinheit 11 in eine translatorische Bewegung des Kolbens 8 im Zylinder 7 umzusetzen.

**[0061]** Die Greifervorrichtung 2 umfasst mindestens eine hier nicht gezeigte Sensorvorrichtung zur Erfassung einer Greifstellung und/oder Greifkraft der Greifereinheit 1. Dadurch kann beispielsweise während des Greifvorgangs und/oder während des Transports des Objekts der Überdruck oder Unterdruck nachgesteuert und/oder nachgeregelt werden. Auf diese Weise können beispielsweise höhere Beschleunigungskräfte, insbesondere aufgrund eines schnelleren Anfahrens des Roboters, ausgeglichen werden. Dadurch können höhere Taktzeiten erreicht werden. Des Weiteren wird beispielsweise eine individuelle Anpassung des Greifwegs und/oder der Greifkraft an ein jeweils zu greifendes Objekt ermöglicht.

**[0062]** Die mindestens eine Sensorvorrichtung ist erfindungsgemäß ausgebildet als eine Kraft- und/oder Drehmomentsensorvorrichtung zur Erfassung einer Kraft und/oder eines Drehmoments der Antriebseinheit 11 oder nicht erfindungsgemäß als eine Fluiddrucksensorvorrichtung zur Erfassung eines Fluiddrucks des Arbeitsmediums in der Greifereinheit 1, als eine Anpressdrucksensoreinheit zur Erfassung eines von der Greifereinheit 1 auf ein

gegriffenes Objekt ausgeübten Anpressdrucks, als eine Abstandssensoreinheit zur Ermittlung eines Abstands mindestens eines Greifelements 5 zum Objekt, oder als eine optische Sensoreinheit zur optischen Überwachung der Greifereinheit 1. Sind mehrere Sensorvorrichtungen vorgesehen, so kann jede der Sensorvorrichtungen auf die oben beschriebene Weise ausgebildet sein, wobei mehrere gleich oder unterschiedlich ausgebildete Sensorvorrichtungen vorgesehen sein können.

#### BEZUGSZEICHENLISTE

1	Greifereinheit
2	Greifervorrichtung
3	Druckerzeugungsvorrichtung
4	Verbindungsleitung
5	Greifelement
6	Zylindereinheit
7	Zylinder
8	Kolben
9	Niederhalter
10	Verbindungsleitungsöffnung
11	Antriebseinheit
12	Getriebe
13	Abtriebswelle
14	Schwenkhebel
15	Kolbenstange
A	Arbeitsraum
P	Bewegungsdoppelpfeil

#### Patentansprüche

1. Greifervorrichtung (2), umfassend

- eine mittels Überdruck und Unterdruck betätigbare Greifereinheit (1),
- eine mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbundene Druckerzeugungsvorrichtung (3) zur Erzeugung des Überdrucks oder Unterdrucks in der Greifereinheit (1), wobei die Druckerzeugungsvorrichtung (3) eine Zylindereinheit (6) umfasst, wobei die Zylindereinheit (6) einen Zylinder (7) und einen darin bewegbaren Kolben (8) umfasst, wobei eine Antriebseinheit (11) zum Antrieb des Kolbens (8) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei die Antriebseinheit (11) ein Elektromotor ist, und
- mindestens eine Sensorvorrichtung zur Erfassung einer Greifkraft der Greifereinheit (1), wobei die mindestens eine Sensorvorrichtung ausgebildet ist als eine Kraft- und/oder Drehmomentsensorvorrichtung zur Erfassung einer Kraft und/oder eines Drehmoments des Elektromotors durch eine Überwachung

einer Spannung und/oder eines Stroms des Elektromotors und eine dadurch erfolgende Ermittlung der Kraft und/oder des Drehmoments, wobei die Druckerzeugungsvorrichtung (3) als eine pneumatische Druckerzeugungsvorrichtung (3) ausgebildet ist, deren Zylindereinheit (6) als eine Luftpumpeneinheit ausgebildet ist, wobei die Zylindereinheit (6) als eine einfachwirkende Zylindereinheit (6) ausgebildet ist, wobei der Zylinder (7) ausschließlich über eine im Bereich einer seiner beiden Stirnseiten angeordnete Verbindungsleitungsöffnung (10) und eine damit gekoppelte Verbindungsleitung (4) fluidisch mit der Greifereinheit (1) verbunden ist, wobei die Zylindereinheit (6) einen Arbeitsraum (A) aufweist, dessen Größe durch eine Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) veränderbar ist und welcher mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbunden ist, wobei der Arbeitsraum (A), die Greifereinheit (1) und die Verbindungsleitung (4), über welche der Arbeitsraum (A) mit der Greifereinheit (1) fluidisch verbunden ist, ein fluidisch geschlossenes System bilden, wobei der Elektromotor über ein als ein Schubkurbelgetriebe ausgebildetes Getriebe (12) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei eine Abtriebswelle (13) des Elektromotors über einen daran radial angeordneten Schwenkhebel (14) mit dem Kolben (8) gekoppelt ist, wobei eine Drehung der Abtriebswelle (13) um einen Winkel kleiner als 180° ein Schwenken des Schwenkhebels (14) und dadurch die Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) bewirkt, wobei durch die Bewegung des Kolbens (8) im Zylinder (7) in die eine Richtung der Überdruck erzeugbar ist und durch Bewegen des Kolbens (8) im Zylinder (7) in die andere Richtung der Unterdruck erzeugbar ist, wobei die Druckerzeugung und somit der Überdruck und Unterdruck stufenlos steuerbar und/oder regelbar ist und nachsteuerbar und/oder nachregelbar ist, wobei jede einzelne Greiferstellung anfahrbar ist, wobei die Greifereinheit (1) an einem Roboter angeordnet ist, und wobei die Greifereinheit (1)

- als ein flexibler Elastomergreifer ausgebildet ist, der als Greifelemente (5) mehrere biegbare Elastomerfinger aufweist, die mittels Überdruck gegeneinander biegsam sind, um zuzugreifen, und durch Unterdruck voneinander wegbiegsam sind, um die Greifereinheit (1) zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen, oder umgekehrt, oder
- als ein Flachgutgreifer ausgebildet ist, der als Greifelemente (5) mindestens zwei Greifbacken umfasst, die mittels Überdruck gegeneinander bewegbar sind, um zuzugreifen, und durch Unterdruck voneinander wegbewegbar sind, um die Greifereinheit (1) zu öffnen und dadurch ein ergriffenes Objekt loszulassen, oder umgekehrt, oder
- als ein Balgreifer ausgebildet ist, der als Greifelement (5) einen Balg umfasst, welcher mittels Überdruck vergrößert ist, um zuzugreifen, und mittels

Unterdruck verkleinerbar ist, um ein ergriffenes  
Objekt loszulassen.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

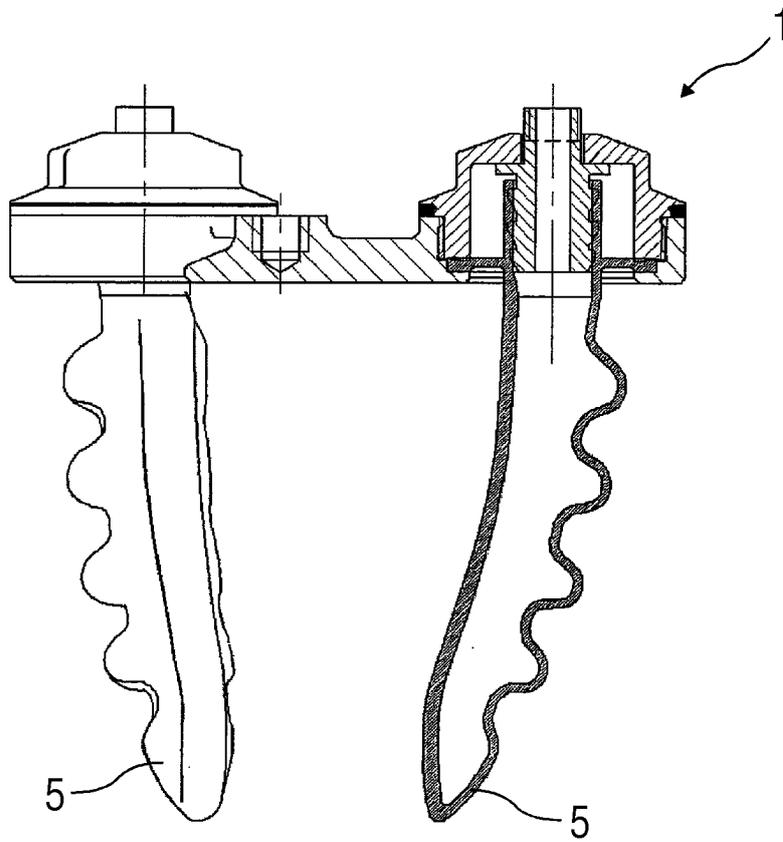


FIG 1

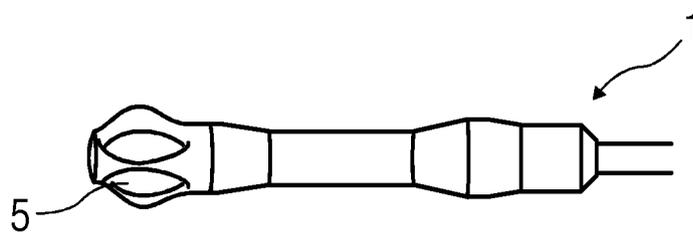


FIG 2

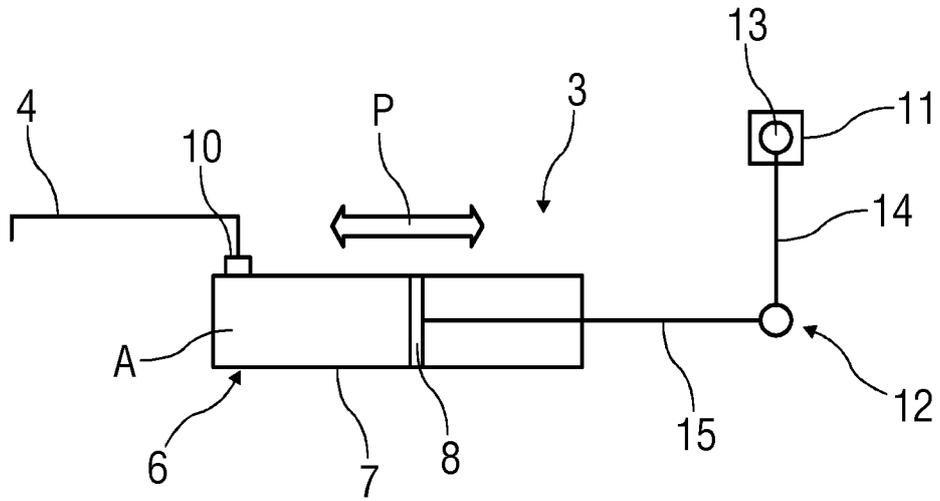


FIG 3

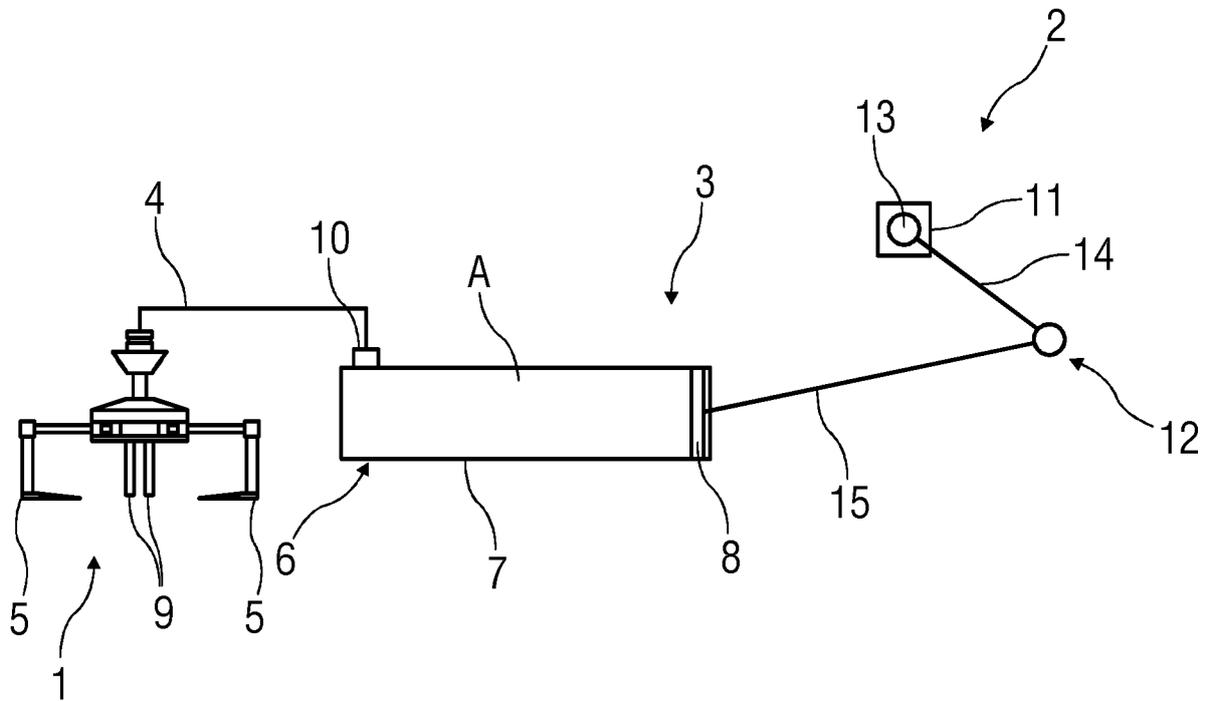


FIG 4

