



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**20.07.2022 Patentblatt 2022/29**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**B25B 23/00<sup>(2006.01)</sup> B25B 23/147<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **21152050.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**B25B 23/147; B25B 23/0028**

(22) Anmeldetag: **18.01.2021**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

• **BERGMANN, Bruno**  
**33334 Gütersloh (DE)**  
• **LÜBBERING, Achim**  
**33442 Herzebrock-Clarholz (DE)**

(71) Anmelder: **Johannes Lübbering GmbH**  
**33442 Herzebrock-Clarholz (DE)**

(74) Vertreter: **Patent- und Rechtsanwälte Behrmann Wagner**  
**PartG mbB**  
**Hegau-Tower**  
**Maggistraße 5 (11. OG)**  
**78224 Singen (DE)**

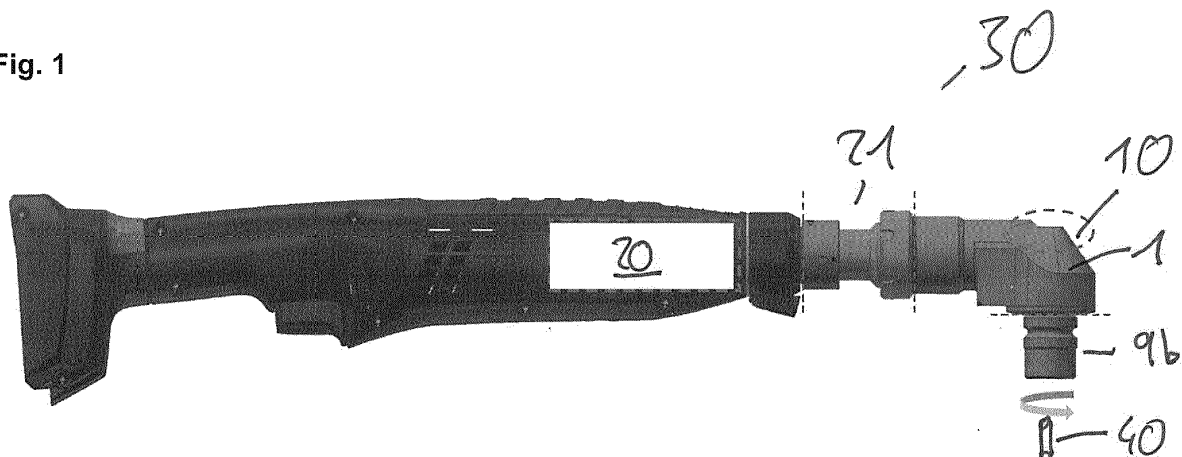
(72) Erfinder:  
• **PETERMANN, Johannes**  
**33442 Herzebrock-Clarholz (DE)**

(54) **SCHRAUBVORRICHTUNG MIT WINKELGETRIEBE UND INTEGRIERTEN DREHMOMENTERFASSUNGSMITTELN**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schraubvorrichtung (10) zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen Schraubpartner (40), aufweisend ein Winkelgetriebe (1) umfassend eine mit einem Antriebsdrehmoment manuell oder maschinell beaufschlagbare Antriebswelle (1a) sowie eine damit drehmomentübertragend verbundene und um einen Winkel versetzt angeordnete Abtriebswelle (1b) zur lösbaren Kontaktierung des Schraubpartners (40), und in einem Gehäuse (11) des Winkelgetriebes (1) angeordnete Erfassungsmittel (5) zur Bereitstellung

von Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung eines abtriebsseitig auf den Schraubpartner (40) wirkenden Abtriebsdrehmoments, wobei die Erfassungsmittel (5) einer Lagerstelle der Abtriebswelle (1b) zugeordnet sind und derart ausgebildet sind, dass diese eine Lagerreaktionskraft der Abtriebswelle (1b) in radialer und/oder tangentialer Richtung (R, T), erfassen und zur elektronischen Signalauswertung bereitstellen können.

**Fig. 1**



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Schraubvorrichtung mit einem Winkelgetriebe zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen mit der Schraubvorrichtung lösbar verbindbaren Schraubpartner, aufweisend integrierte Erfassungsmittel für ein Abtriebsdrehmoment.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik, insbesondere der industriellen Schraubtechnik, sind Schraubvorrichtungen mit einem Winkelgetriebe bekannt. Diese umfassen eine Winkelgetriebeeinheit mit einem einends vorgesehenen Antrieb, welcher mit Drehmomenterzeugungsmitteln entweder direkt oder mittels eines zwischengeschalteten Adapters verbindbar ist, und einem anderenends und gewinkelt zum Antrieb angeordneten Abtrieb, an welchem dann ein Schraubpartner wie beispielsweise eine mit einem Drehmoment zu beaufschlagende Schraube geeignet lösbar angesetzt werden kann. Derartige Schraubvorrichtungen werden insbesondere für Schraub- bzw. Montagearbeiten eingesetzt, bei welchen der jeweilige Schraubpartner aufgrund räumlicher Einbaubedingungen nur schwer erreichbar ist.

**[0003]** Aus Gründen der Qualitätssicherung oder zu Dokumentationszwecken ist es insbesondere bei der industriellen Anwendung gewünscht, ein auf den jeweiligen Schraubpartner abtriebsseitig wirkendes Abtriebsdrehmoment zu erfassen oder zu überwachen. Hierzu ist es bereits bekannt einen entsprechenden Messwertaufnehmer im Bereich einer mit dem Antrieb des Winkelgetriebes verbundenen Antriebswelle bzw. Motorwelle bereitzustellen. Eine derartige Anordnung weist allerdings den Nachteil auf, dass es zu deutlichen Messungenauigkeiten aufgrund von durch Reibung, Getriebeispiel und/oder Fertigungstoleranzen begründeten Wirkungsgradverlusten kommt.

**[0004]** Ebenfalls bekannt sind Schraubvorrichtungen, welche einen Messwertaufnehmer umfassen, der direkt auf einer Abtriebswelle des Winkelgetriebes angeordnet ist. Die DE 196 37 934 A1 offenbart beispielsweise einen Winkelschrauber aufweisend einen Drehmomentmessgeber, welcher zwischen einem letzten Lager der Spindel bzw. Abtriebswelle und dem gegenüberliegenden Kegelrad eines Winkelgetriebes angeordnet ist. Der Drehmomentmessgeber umfasst ein auf der Abtriebswelle sitzendes und mit dieser mitrotierendes becherförmiges Gehäuse mit integrierter elektronischer Schaltung, welche Ausgangssignale von direkt auf der Abtriebswelle angeordneten Dehnungsmessstreifen erfasst und verarbeitet.

**[0005]** Die US 5,115,701 offenbart einen Messwertaufnehmer, welcher zwischen einem abtriebsseitig angeordneten Lager und einem gegenüberliegend angeordneten Kegelrad direkt auf einer Abtriebswelle des Winkelgetriebes angeordnet ist und mit einem aus einem abnehmbaren Anschlussblock des Gehäuses herausragenden Bürstenkontakt zur Übertragung von Messsignalen zusammenwirkt.

**[0006]** Derartige Schraubvorrichtungen weisen aller-

dings Nachteile hinsichtlich eines erhöhten Bauraumbedarfs und/oder einer erhöhten Komplexität des Aufbaus des Winkelgetriebes und des zugehörigen Messwertaufnehmers auf der Abtriebswelle auf, insbesondere auch hinsichtlich einer notwendigen Kabelführung und möglicher nachteiliger Wechselwirkungen mit der Lageranordnung des Winkelgetriebes.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, basierend auf den bekannten Stand der Technik eine verbesserte Schraubvorrichtung bereitzustellen, welche die vorgenannten Nachteile des Standes der Technik überwindet oder zumindest deutlich abschwächt. Insbesondere soll eine Schraubvorrichtung mit alternativen Mitteln zur Bestimmung und/oder Überwachung des abtriebsseitig auf einen Schraubpartner wirkenden Drehmoments bereitgestellt werden, welche eine kostengünstige und kompakte Bauweise des Winkelgetriebes und gleichzeitig eine hinreichend zuverlässige Drehmomentbestimmung und/oder Überwachung ermöglichen. Die Erfindung adressiert zudem weitere Probleme, welche aus der folgenden Beschreibung näher hervorgehen.

**[0008]** Die zugrundeliegende Aufgabe wird durch die Schraubvorrichtung zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen Schraubpartner mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben.

**[0009]** In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Schraubvorrichtung zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen Schraubpartner, aufweisend ein Winkelgetriebe umfassend eine mit einem Antriebsdrehmoment manuell oder maschinell beaufschlagbare Antriebswelle sowie eine damit drehmomentübertragend verbundene und um einen Winkel versetzt angeordnete Abtriebswelle zur lösbaren Kontaktierung des Schraubpartners, und in einem Gehäuse des Winkelgetriebes angeordnete Erfassungsmittel zur Bereitstellung von Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung eines abtriebsseitig auf den Schraubpartner wirkenden Abtriebsdrehmoments, wobei die Erfassungsmittel einer Lagerstelle der Abtriebswelle des Winkelgetriebes zugeordnet sind und derart ausgebildet sind, dass diese eine Lagerreaktionskraft der Abtriebswelle in radialer und/oder tangentialer Richtung, erfassen und zur elektronischen Signalauswertung bereitstellen können.

**[0010]** Durch die erfindungsgemäße Ausbildung der Erfassungsmittel, welche im Gehäuse des Winkelgetriebes angeordnet bzw. integriert sind und einer Lagerstelle der Abtriebswelle, und nicht der Abtriebswelle selbst, zugeordnet sind, wird entgegen dem Stand der Technik eine konstruktiv einfache Lösung zur zuverlässigen Bereitstellung von Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung des abtriebsseitig auf einen Schraubpartner wirkenden Abtriebsdrehmoments bereitgestellt. Hierbei wird durch die Ausbildung der Erfassungsmittel zur Messung einer Lagerreaktionskraft eine direkte Anordnung der Erfassungsmittel bzw. eines Messaufnehmers der Erfassungsmittel auf der Abtriebswelle sowie

eine entsprechend aufwendige Kontaktierung vermieden, wodurch die Bauteilkomplexität reduziert und der Bauraumbedarf minimiert werden. Durch die Ausbildung zur Messung einer Lagerreaktionskraft in radialer und/oder tangentialer Richtung wird zudem eine konstruktiv einfache und bauraumsparende Lösung zur zuverlässigen Bereitstellung von das an der Abtriebswelle anliegende Drehmoment repräsentierenden Messwerten ermöglicht. Zudem ermöglicht die erfindungsgemäße Ausbildung der Schraubvorrichtung eine kostengünstige Herstellung und vereinfachte Wartung.

**[0011]** Unter Lagerreaktionskraft wird vorzugsweise diejenige Kraft verstanden, welche bei einer Drehmomentenübertragung an der Abtriebswelle an einem Lager bzw. an einer vorzugsweise im Gehäuse feststehenden Drehachse der Abtriebswelle anliegt. Die Kraft in radialer und/oder tangentialer Richtung bezieht sich hierbei auf eine Kraft, welche in einer Ebene im Wesentlichen senkrecht zur Drehachse der Abtriebswelle in radialer bzw. tangentialer Richtung vorliegt. Die Kraft in radialer Richtung wird im Folgenden auch Radialkraft genannt. Die Kraft in tangentialer Richtung wird im Folgenden auch Tangential oder Umfangskraft genannt. Unter den oben genannten Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung des Abtriebsdrehmoments wird vorzugsweise die von den Erfassungsmitteln erfasste Lagerreaktionskraft bzw. diese repräsentierende Messwerte oder Messwertsignale verstanden. Diese Messwerte ermöglichen die Bestimmung und/oder Überwachung des abtriebsseitigen Drehmoments der Schraubvorrichtung. Insbesondere steht die radial und/oder tangential wirkende Lagerreaktionskraft bzw. die radial und/oder tangential wirkenden Lagerreaktionskräfte in einem bestimmten Verhältnis zum an der Abtriebswelle anliegenden Drehmoment und kann bzw. können somit zur Drehmomentmessung herangezogen werden.

**[0012]** Gerade die konstruktive Einfachheit der vorliegenden Erfindung zum Erzeugen eines elektronisch auswertbaren Signals ermöglicht es dann, kompakt, unter Einsatz miniaturisierter Elektronikkomponenten und kostengünstig, eine Signalauswertung, eine (elektronische) Schnittstellenfunktionalität für eine standardisierte externe Auswertbarkeit und/oder eine (auch bevorzugt drahtlose) Signalübertragung nach extern zu realisieren. Die Vorrichtung weist vorteilhafterweise elektrische Energieversorgungsmittel für derartige elektronische Schnittstellen- bzw. Signalaufbereitungsmittel auf, wodurch eine drahtlose, autarke und entsprechend flexibel einsetzbare Funktionalität bereitgestellt wird. Die Energieversorgungsmittel können beispielsweise eine Batterie und/oder integrierte Generatormittel umfassen. Diese können derart ausgebildet sein, dass sie die bei der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung zwangsläufig auftretenden Drehbewegungen der beteiligten Getriebe-  
komponenten nutzt und in ansonsten bekannter Weise diese mechanische Bewegungsenergie in elektrische Betriebsenergie für die beschriebenen Funktionalitäten umsetzen kann.

**[0013]** In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst das Winkelgetriebe ein mit der Antriebswelle verbundenes erstes Kegelrad, beispielsweise ein Kegelritzel, und ein damit kämmendes zweites Kegelrad, bevorzugt ein Tellerrad, welches wiederum mit der Abtriebswelle verbunden ist. Das Winkelgetriebe weist vorzugsweise einen Winkel von 90° zwischen den Drehachsen der Antriebs- und Abtriebswelle auf.

**[0014]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das zweite bzw. das mit der Abtriebswelle verbundene Kegelrad zwischen einer Drehachse des ersten Kegelrads und einer Abtriebsseite der Schraubvorrichtung angeordnet. Dies bedeutet, dass das zweite Kegelrad in seitlicher Schnittansicht der Schraubvorrichtung hin zur Abtriebsseite und somit bei nach unten zeigender Abtriebsseite unterhalb der Drehachse der Antriebswelle angeordnet ist. Hierdurch wird neben einer effizienten Drehmomentübertragung zur Abtriebsseite eine Bauraumminimierung im stirnseitigen Bereich der Abtriebswelle ermöglicht.

**[0015]** Die Abtriebsseite umfasst vorzugsweise ein wenigstens teilweise aus dem Gehäuse des Winkelgetriebes vorstehendes Verbindungsprofil, beispielsweise einen Verbindungsvierkant, auf welchen ein Verbindungselement wie beispielsweise eine Stecknuss zur Kontaktierung des Schraubpartners selektiv anordenbar ist.

**[0016]** Die Schraubvorrichtung umfasst vorzugsweise zwei Lagerstellen für die Abtriebswelle. Die Erfassungsmittel umfassen vorzugsweise einen Kraftaufnehmer, welcher einer antriebsseitigen ersten Lagerstelle oder einer abtriebsseitigen zweiten Lagerstelle zugeordnet ist.

**[0017]** Unter antriebsseitiger Lagerstelle wird die Lagerstelle verstanden, welche an einem der Antriebswelle zugewandten und vorzugsweise endseitigen Abschnitt der Abtriebswelle angeordnet ist. Unter abtriebsseitiger Lagerstelle wird die Lagerstelle verstanden, welche der Abtriebsseite der Abtriebswelle zugewandt ist.

**[0018]** Der Kraftaufnehmer der Erfassungsmittel ist dabei derart ausgebildet, dass dieser eine Lagerreaktionskraft in radialer und/oder tangentialer Richtung der jeweiligen Lagerstelle erfassen kann. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform können die Erfassungsmittel bzw. der Kraftaufnehmer der Erfassungsmittel zusätzlich auch der jeweiligen zweiten Lagerstelle zugeordnet sein.

**[0019]** Der Kraftaufnehmer ist vorzugsweise durch entsprechende Verbindungsmittel, wie beispielsweise eine Stiftverbindung, und/oder durch Formgebung rotationssicher im Gehäuse angeordnet bzw. gehalten. Der Kraftaufnehmer kann dabei in einer entsprechend ausgebildeten Aufnahme des Gehäuses und/oder eines Gehäusedeckels eingesetzt oder eingepasst sein. Der Kraftaufnehmer ist vorzugsweise selektiv einsetzbar in der zugeordneten Aufnahme des Gehäuses ausgebildet. Hierdurch werden eine einfache Wartung und Austauschbarkeit des Kraftaufnehmers ermöglicht.

**[0020]** Der Kraftaufnehmer bildet vorzugsweise ein

Radial- oder Axial-Radial-Lager für die Abtriebswelle aus. Hierbei bildet der Kraftaufnehmer wenigstens einen Teil der ersten oder zweiten Lagerstelle für die Abtriebswelle aus.

**[0021]** In einer ersten bevorzugten Ausführungsform umfasst der Kraftaufnehmer eine Lagerhülse mit einer zentralen Bohrung zur Bereitstellung eines Radiallagers für die Abtriebswelle sowie wenigstens einen Kraftsensor, welcher dazu ausgebildet ist, eine am Kraftaufnehmer anliegende Druck- und/oder Zugkraft in radialer und/oder tangentialer Richtung als Lagerreaktionskraft zu erfassen.

**[0022]** Der Kraftaufnehmer ist hierbei vorzugsweise als Teil der ersten Lagerstelle ausgebildet. Diese umfasst das durch den Kraftaufnehmer bereitgestellte Radiallager, welches vorzugsweise auf einer ersten Schulter der Abtriebswelle positioniert ist. Für eine definierte axiale Lagerung kann die erste Lagerstelle zusätzlich ein Axiallager umfassen. Dieses wirkt vorzugsweise mit einem endseitig angeordneten, zentralen Innenkonus der Abtriebswelle zusammen und ist vorzugsweise in einem stirnseitigen Gehäusedeckel angeordnet. Das Axiallager kann hierbei durch eine zentrale Kugelform gebildet sein, welche sich nach Innen vom Gehäusedeckel erstreckt und welche im montierten Zustand des Gehäusedeckels in dem vorgesehenen Innenkonus der Abtriebswelle gelagert ist.

**[0023]** Der Kraftaufnehmer ist vorteilhaft zwischen einem Stirndeckel des Gehäuses und einem zweiten Kegelrad des Winkelgetriebes angeordnet. Der Stirndeckel des Gehäuses ist dabei ein Gehäusedeckel, welcher einen stirnseitigen Bereich der Abtriebswelle bedeckt. Der Stirndeckel bedeckt vorzugsweise eine Aufnahme, in welcher der Kraftaufnehmer einsetzbar ist. Weiterhin bevorzugt ist der Kraftaufnehmer an der Abtriebswelle auf Höhe einer Drehachse der Antriebswelle angeordnet.

**[0024]** Der wenigstens eine Kraftsensor des Kraftaufnehmers ist vorzugsweise durch einen am Kraftaufnehmer angebrachten Dehnungsmessstreifen gebildet. Der Kraftsensor kann alternativ oder zusätzlich ein Piezoelement umfassen. Der wenigstens eine Kraftsensor ist vorzugsweise an einer sich von der Lagerhülse radial erstreckenden Strebe des Kraftaufnehmers angeordnet. In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Kraftaufnehmer eine Mehrzahl von Kraftsensoren, d.h. wenigstens zwei Sensoren, wie vorgehend beschrieben, welche vorteilhaft umfangsverteilt am Kraftaufnehmer angeordnet sein können. Diese sind vorzugsweise an sich radial erstreckenden Streben des Kraftaufnehmers angeordnet.

**[0025]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist der Kraftaufnehmer einen im Wesentlichen scheibenförmigen Grundkörper mit einer darin zentral angeordneten und sich vorzugsweise beidseitig des Grundkörpers erstreckenden Lagerhülse auf. Die Lagerhülse erstreckt sich hierbei vorzugsweise mit Ihrer Mittelachse senkrecht zur Erstreckung des Grundkörpers. Der Kraftaufnehmer umfasst weiter vorteilhaft einen vorzugsweise

konzentrisch zur Lagerhülse ausgebildeten und sich vorzugsweise ebenfalls beidseitig des Grundkörpers erstreckenden Randabschnitt. Die Lagerhülse und der Randabschnitt können sich beidseitig des Grundkörpers bis zu einer vordefinierten Höhe in die jeweilige Richtung erstrecken. Der scheibenförmige Grundkörper und der zugeordnete Randabschnitt sind vorzugsweise in Draufsicht nicht vollständig kreisrund ausgebildet, sondern weisen wenigstens einen endseitigen (Material-)Ausschnitt und/oder eine Anlagefläche auf. Weiter bevorzugt können der Grundkörper und der zugeordnete Randabschnitt auch zwei gegenüberliegende Ausschnitte und/oder Anlageflächen aufweisen. Der oder die Ausschnitte und/oder Anlageflächen des Grundkörpers sind vorzugsweise zum rotationssicheren Zusammenwirken mit der Aufnahme des Gehäuses für den Kraftaufnehmer ausgebildet. Hierbei sind die Ausschnitte und/oder Anlageflächen vorteilhaft zu einer jeweils anliegenden Innenfläche, insbesondere einer Innenmantelfläche, der Gehäuseaufnahme für den Kraftaufnehmer konform bzw. komplementär dazu ausgebildet.

**[0026]** Der Kraftaufnehmer weist vorzugsweise weiterhin eine Mehrzahl von umfangsverteilt und vorzugsweise gleichförmig ausgebildeten Ausbrüchen, insbesondere Bohrungen, auf, welche im scheibenförmigen Grundkörper zwischen Lagerhülse und Randabschnitt zur Ausbildung von sich radial von der Lagerhülse erstreckenden Streben des Kraftaufnehmers ausgebildet sind. Die Ausbrüche sind vorzugsweise als gleichförmige Ausbrüche, vorteilhaft als gleichförmige Bohrungen ausgebildet. Der Kraftaufnehmer weist dabei vorzugsweise wenigstens vier, mehr bevorzugt wenigstens sechs Ausbrüche auf.

**[0027]** In einer zweiten bevorzugten Ausführungsform umfasst der Kraftaufnehmer einen Lagerring zur Bereitstellung eines Axial-Radiallagers für die Abtriebswelle sowie wenigstens einen Kraftsensor, welcher dazu ausgebildet ist, eine am Kraftaufnehmer anliegende Kraft in Radialrichtung und/oder Tangential- bzw. Umfangsrichtung als Lagerreaktionskraft zu erfassen.

**[0028]** Der Kraftaufnehmer ist hierbei vorzugsweise als Teil der zweiten Lagerstelle ausgebildet. Die zweite Lagerstelle umfasst den Kraftaufnehmer, welcher vorzugsweise auf einer dritten Schulter der Abtriebswelle positioniert ist und damit zusammenwirkende Wälzkörper, welche zwischen dem Kraftaufnehmer und der Abtriebswelle, insbesondere der dritten Schulter, umlaufend zur Abtriebswelle angeordnet sind. Eine definierte Axial-Radiallagerung wird hierbei durch ein Zusammenwirken des Kraftaufnehmers mit der Abtriebswelle mittels der umlaufend angeordneten Wälzkörper bereitgestellt. Die Wälzkörper sind dabei in einer zur Drehachse der Abtriebswelle coaxial ausgebildeten und vorzugsweise integral mit der Abtriebswelle ausgebildeten Wälzkörperlaufbahn der Abtriebswelle geführt.

**[0029]** Der Kraftaufnehmer ist vorteilhaft zwischen einem abtriebsseitigen Gehäusedeckel oder einer abtriebsseitigen Gehäuseöffnung und dem zweiten Kegel-

rad des Winkelgetriebes angeordnet. Ein abtriebsseitiger Gehäusedeckel kann hierbei eine der Abtriebsseite zugewandte Aufnahme des Gehäuses abdecken, in welcher der Kraftaufnehmer einsetzbar ist.

**[0030]** Der Kraftaufnehmer bzw. der Lagerring ist vorzugsweise und vorteilhaft an seiner äußeren Mantelfläche nicht vollständig kreisrund ausgebildet. Insbesondere weist der Lagerring in Draufsicht wenigstens einen in der Mantelfläche angeordneten (Material-)Ausschnitt und/oder wenigstens eine Anlagefläche als Positionierungsmittel auf, welche zum rotationssicheren Zusammenwirken mit der Aufnahme des Gehäuses für den Kraftaufnehmer ausgebildet ist. Der wenigstens eine Ausschnitt und/oder die wenigstens eine Anlagefläche ist vorteilhaft zu einer jeweils anliegenden Innenfläche, insbesondere einer Innenmantelfläche, der Gehäuseaufnahme für den Kraftaufnehmer konform bzw. komplementär dazu ausgebildet und verhindert somit eine Rotationsbewegung in der Gehäuseaufnahme im eingesetzten Zustand des Kraftaufnehmers.

**[0031]** Der Lagerring weist vorzugsweise eine am Innenumfang ausgebildete Führung für Wälzkörper auf. Diese ist vorteilhaft eine Kugellaufbahn für die vorteilhaft als Kugeln ausgebildeten Wälzkörper. An seiner äußeren Mantelfläche weist der Lagerring vorzugsweise wenigstens eine aufgebrachte Dehnungsmessstreifen (DMS)-Struktur auf, welche einen Kraftsensor ausbildet oder von diesem umfasst ist.

**[0032]** Der Lagerring kann als zweiteiliger Lagerring ausgebildet sein, welcher einen inneren Führungsring und einen damit rotationssicher verbundenen bzw. verbindbaren äußeren Lagerring umfasst. Der innere Führungsring ist vorteilhaft als gehärtete Wälzkörper-, insbesondere Kugellaufbahn, ausgebildet und weist in Schnittansicht einen über den Umfang gleichbleibenden und im Wesentlichen L-förmigen Querschnitt auf. Der äußere Lagerring weist an seiner äußeren Mantelfläche den wenigstens einen Kraftsensor auf. Der äußere Lagerring weist vorzugsweise ebenfalls einen im Wesentlichen L-förmigen Querschnitt in Schnittansicht auf und ist derart ausgebildet, dass dieser den inneren Führungsring in einer zentralen Ausnehmung rotationssicher aufnehmen kann. Zwischen Führungsring und äußerem Lagerring kann ein O-Ring angeordnet sein.

**[0033]** Der wenigstens eine Kraftsensor des Kraftaufnehmers umfasst wenigstens eine in Umfangsrichtung verlaufende DMS-Struktur oder ist durch diese gebildet. Der Kraftaufnehmer weist vorteilhafterweise mehrere, jeweils als DMS-Struktur ausgebildete, Kraftsensoren auf. Diese können um den Umfang des Lagerrings in vorzugsweise gleichmäßigen Abständen angeordnet bzw. umfangsverteilt angeordnet sein. Die jeweiligen DMS-Strukturen können sequentiell und/oder parallel zueinander in Umfangsrichtung auf der Mantelfläche angeordnet sein. Die jeweiligen durch DMS-Strukturen gebildeten Kraftsensoren können um den Umfang des Lagerrings in vorzugsweise gleichmäßigen Abständen angeordnet sein.

**[0034]** Die jeweilige DMS-Struktur umfasst vorzugsweise wenigstens eine direkt auf einer Oberfläche des Lagerrings, insbesondere der äußeren Mantelfläche, ausgebildete Sensorschicht.

**[0035]** Die jeweilige DMS-Struktur bildet vorzugsweise wenigstens einen Dünnschicht-Dehnungssensor aus, welcher durch Lasermikrostrukturierung auf einer Oberfläche des Kraftaufnehmers angeordnet ist. Die DMS-Struktur umfasst hierbei eine Isolationsschicht beispielsweise aus  $\text{SiO}_2$  und/oder  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , sowie eine darauf angeordnete Sensorschicht beispielsweise aus NiCr und/oder Konstantan, wobei die Sensorschicht mittels Laserstrukturierung zur Ausbildung von parallel und/oder senkrecht zur Umfangsrichtung ausgebildeten Leiterbahnen als Messgitter hergestellt ist.

**[0036]** Bei dem zugrundeliegenden Auftragsverfahren erfolgt zunächst ein Reinigen bzw. Polieren der Bauteiloberfläche, danach eine Auftragung der Isolationsschicht mittels chemischer oder physikalischer Gasphasenabscheidung, anschließend eine Auftragung der Sensorschicht vorzugsweise mittels physikalischer Gasphasenabscheidung, und danach ein selektives Abtragen durch ultrakurze Laserpulse (Laserstrukturierung). Auf der äußeren gekrümmten bzw. gebogenen Mantelfläche des Kraftaufnehmers kann die Laserstrukturierung mittels einer an sich bekannten Fokussieroptik erfolgen. Nach dem Auftragsverfahren erfolgt ein Sensorabgleich bzw. eine Kalibrierung des aufgetragenen und durch die Dehnungsmessstreifen-Struktur gebildeten Dünnschichtensors. In einer weiteren Ausführungsform umfassen die Erfassungsmittel eine Verarbeitungseinheit zur Verarbeitung und/oder bevorzugt drahtlosen Signalübertragung eines dem erfassten Abtriebsdrehmoment entsprechenden und/oder dieses überwachenden Messwertsignals. Die Verarbeitungseinheit ist dabei mit dem Kraftaufnehmer elektronisch verbunden und zur Verarbeitung und/oder Übertragung von elektronischen Messsignalen des Kraftaufnehmers ausgebildet.

**[0037]** Die Verarbeitungseinheit kann ausgebildet sein, vom Kraftaufnehmer bereitgestellte Signale auszuwerten und basierend darauf das jeweilige Abtriebsdrehmoment zu errechnen und/oder zu überwachen. Dies kann beispielsweise basierend auf Vergleichstabellen und/oder Datenbankinformationen erfolgen. Diese können beispielsweise in Versuchsreihen ermittelte Messwerte der Erfassungsmittel und jeweils zugehörige Drehmomentenwerte umfassen, mit denen basierend auf den bereitgestellten Messwerten das jeweilige Abtriebsdrehmoment errechnet bzw. berechnet und/oder überwacht werden kann. Die Verarbeitungseinheit kann hierbei ausgebildet sein, eine Abweichung von einem definierbaren Sollwert zu detektieren und bei einer zu großen Abweichung, beispielsweise von bevorzugt über 10%, mehr bevorzugt von über 5%, ein Alarm- oder Hinweissignal auszugeben.

**[0038]** Die Verarbeitungseinheit umfasst vorzugsweise eine Bluetooth- oder WLAN-Schnittstelle zur drahtlosen Signalübertragung von Messwertsignalen an mit der

Schraubvorrichtung verbindbare, externe Komponenten, beispielsweise an eine Rechen- oder Steuereinheit eines zugehörigen Schraubsystems. Eine externe Rechen- oder Steuereinheit kann zur Auswertung und/oder Überwachung der bereitgestellten Messwerte oder zur Dokumentation der Messwerte ausgebildet sein.

**[0039]** Die Verarbeitungseinheit ist vorzugsweise im Gehäuse an einer dem Abtrieb bzw. der daran angeordneten Stecknuss zugeordneten Seite der Schraubvorrichtung angeordnet. Insbesondere ist die Verarbeitungseinheit unterhalb der Antriebswelle, hin zur Abtriebsseite, angeordnet. Die Verarbeitungseinheit ist durch diese Anordnung gegen äußere Stöße optimiert geschützt angeordnet. Die Verarbeitungseinheit ist weiterhin bevorzugt in einer extern erreichbaren Gehäuseseite angeordnet, welche durch einen zugehörigen Gehäusedeckel geschützt ist.

**[0040]** In einem weiteren Aspekt betrifft die Erfindung ein handgehaltenes oder stationäres Schraubsystem, aufweisend die Schraubvorrichtung wie vorhergehend beschrieben sowie antriebsseitig mit dem Winkelgetriebe der Schraubvorrichtung verbundene Antriebs-Drehmomentenerzeugungsmittel. Die Drehmomentenerzeugungsmittel sind vorzugsweise in Form eines manuell betätigbaren oder automatischen Schraubers. Unter stationärem Schraubsystem wird vorzugsweise ein Schraubsystem verstanden, welches in einer Fertigungseinheit, beispielsweise einer Roboterzelle, fest eingebaut bzw. verbaut ist und vorzugsweise durch eine automatische Steuerung betrieben werden kann.

**[0041]** Das Schraubsystem kann optional einen Axialadapter umfassen, welcher selektiv zwischen den Antriebs-Drehmomentenerzeugungsmittel und der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung anordenbar ist. Der Axialadapter kann hierbei eine Adaptierbarkeit der Schraubvorrichtung zur Anbindung an unterschiedliche Drehmomentenerzeugungsmittel bereitstellen.

**[0042]** Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnungen, diese zeigen in:

**Fig. 1:** eine Seitenansicht des erfindungsgemäßen Schraubsystems gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 2:** eine perspektivische Ansicht der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung mit teilweise entferntem Gehäuse;

**Fig. 3:** eine Seitenansicht des Winkelgetriebes mit entferntem Gehäuse;

**Fig. 4a:** eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftaufnehmers der Erfassungsmittel;

**Fig. 4b:** eine Draufsicht des Kraftaufnehmers nach

Fig. 4a;

**Fig. 5:** eine seitliche Schnittansicht der Schraubvorrichtung;

**Fig. 6:** eine perspektivische Ansicht der Schraubvorrichtung mit entferntem Gehäuse;

**Fig. 7:** eine perspektivische Untersicht der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung;

**Fig. 8:** eine seitliche Schnittansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der Schraubvorrichtung;

**Fig. 9:** eine perspektivische Ansicht der Schraubvorrichtung gemäß Fig. 8 mit entferntem Gehäuse;

**Fig. 10:** eine perspektivische Explosionsansicht einer weiteren bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Kraftaufnehmers;

**Fig. 11:** eine perspektivische Ansicht des zusammengesetzten Kraftaufnehmers gemäß Fig. 10; und

**Fig. 12:** eine Draufsicht auf die Umfangsfläche des Kraftaufnehmers gemäß Fig. 10 und 11.

**[0043]** Fig. 1 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung 10 zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen Schraubpartner 40 wie beispielsweise eine Schraube.

**[0044]** Die Schraubvorrichtung 10 umfasst ein Winkelgetriebe bzw. Winkelkopf 1 aufweisend einen mit dem Schraubpartner 40 lösbar verbindbaren Abtrieb bzw. Abtriebswelle 1b und einen Antrieb bzw. Antriebswelle 1a (vgl. Fig. 2), welcher bzw. welche manuell oder maschinell mit einem Antriebsdrehmoment, beispielsweise durch Drehmomentenerzeugungsmittel 20, beaufschlagbar ist.

**[0045]** Die Schraubvorrichtung 10 kann mit dem Drehmomentenerzeugungsmittel 20 vorzugsweise selektiv verbunden werden, wodurch das erfindungsgemäße Schraubsystem 30 gebildet wird. Das Drehmomentenerzeugungsmittel 20 kann ein handelsübliches Werkzeug sein und motorisch, z.B. elektrisch oder pneumatisch, ein Drehmoment in die Schraubvorrichtung 10 eintragen. Das so eingebrachte Antriebsdrehmoment wird durch das Winkelgetriebe 1 in nachfolgend beschriebener Weise auf ein an der Abtriebswelle 1b angeordnetes bzw. mit dieser bspw. über ein axiales Verbindungsprofil 9a, insbesondere einen Verbindungsvierkant, verbundenes Werkzeug, vorzugsweise eine Stecknuss 9b, zur Schraubbetätigung des Schraubpartners 40 übertragen.

**[0046]** Die Schraubvorrichtung 10 ist vorzugsweise zur Übertragung eines Drehmoments von bis zu 300 Nm vor-

gesehen und geeignet. Ein üblicher Wirkungsgrad eines derartigen Winkelgetriebes liegt, je nach Schmierbedingungen und Fein-Ausgestaltung der Verzahnungen, zwischen ca. 85 % und 95% (d.h. das Verhältnis eines abtriebsseitigen Drehmoments an der Abtriebswelle 1b bezogen auf ein antriebsseitiges Drehmoment an der Antriebswelle 1a).

**[0047]** Zwischen den Drehmomenterzeugungsmitteln 20 und der damit selektiv verbindbaren Schraubvorrichtung 10 kann ein optionaler Axialadapter 21 zwischen-  
geschaltet sein, welcher eine Adaptierbarkeit der Schraubvorrichtung 10 zur Anbindung an unterschiedliche Drehmomenterzeugungsmittel 20 und/oder für unterschiedliche Einsatzzwecke bereitstellt.

**[0048]** Fig. 2 zeigt eine Perspektivansicht der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung 10 mit teilweise entferntem Gehäuse 11. Fig. 3 zeigt eine zugehörige Schnittansicht der Vorrichtung 10 ohne Gehäuse 11.

**[0049]** Das Winkelgetriebe 1 der Vorrichtung umfasst ein mit der Antriebswelle 1a verbundenes erstes Kegelrad 2a und ein damit kämmendes zweites Kegelrad 2b, welches bevorzugt als Tellerrad ausgebildet ist und mit der Abtriebswelle 1b verbunden ist. Die Antriebswelle und die Abtriebswelle sind bevorzugt in einem Winkel von 90° zueinander angeordnet. Das zweite Kegelrad 2b ist vorzugsweise zwischen einer Drehachse M1 (vgl. auch Fig. 5) des ersten Kegelrads 2a und einer Abtriebsseite 3b der Schraubvorrichtung 10 angeordnet ist.

**[0050]** Die Antriebswelle 1a umfasst antriebsseitige, d.h. der Antriebsseite 3a zugeordnete, Verbindungsmittel 19 zur selektiven Kontaktierung der Drehmomenterzeugungsmittel 20 oder zur Anbindung an einen Axialadapter 21. Diese können beispielsweise Vor- und/oder Rücksprünge in der Antriebswelle 1a umfassen. Die Abtriebswelle 1b ein abtriebsseitig, d.h. an der Abtriebsseite 3b, angeordnetes und vorzugsweise integral damit ausgebildetes Verbindungsprofil 9a, beispielsweise ein Verbindungsvierkant. Mit diesem kann ein gewünschtes Werkzeug 9b, beispielsweise eine an sich bekannte Stecknuss, selektiv verbunden werden.

**[0051]** Die Schraubvorrichtung umfasst zudem im Gehäuse 11 angeordnete Erfassungsmittel 5 zur Bereitstellung von Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung eines abtriebsseitig auf den Schraubpartner 40 wirkenden Abtriebsdrehmoments. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel sind die Erfassungsmittel 5 einer Lagerstelle 4a (vgl. Fig. 5) der Abtriebswelle 1b zugeordnet und derart ausgebildet, dass diese eine Lagerreaktionskraft der Abtriebswelle 1b in radialer Richtung R und/oder tangentialer Richtung T erfassen und zur elektronischen Signalauswertung bereitstellen können. Die Erfassungsmittel 5 umfassen dabei einen Kraftaufnehmer 5a, welcher einer Lagerstelle 4a der Abtriebswelle 1b zugeordnet ist und zur Erfassung einer Lagerreaktionskraft in radialer Richtung R und/oder tangentialer Richtung T ausgebildet ist, die in einer Ebene senkrecht zur Axialrichtung bzw. Drehachse M2 der Abtriebswelle 1b angeordnet sind bzw. verlaufen.

**[0052]** Fig. 4a und 4b zeigen eine bevorzugte Ausführungsform des Kraftaufnehmers 5a der erfindungsgemäßen Erfassungsmittel 5. Dieser umfasst einen vorzugsweise im Wesentlichen scheibenförmigen Grundkörper 13 mit einer darin zentral angeordneten und sich vorzugsweise beidseitig des Grundkörpers zu einer vordefinierten Höhe h erstreckenden Lagerhülse 16 mit einer zentralen Bohrung 12. Die Mittelachse M3 der Bohrung 12 erstreckt sich dabei senkrecht zur Erstreckung des Grundkörpers 13. Die Bohrung 12 ist als Radiallager 6 für die darin geführte bzw. aufgenommene Abtriebswelle 1b (nicht gezeigt) ausgebildet.

**[0053]** Der Kraftaufnehmer 5a umfasst zudem einen konzentrisch zur Bohrung 12 der Lagerhülse 16 ausgebildeten und sich ebenfalls beidseitig des Grundkörpers 13 erstreckenden Randabschnitt 17. Der Randabschnitt 17 erstreckt sich vorzugsweise ebenfalls bis zu einer Höhe h beidseits und senkrecht vom scheibenförmigen Grundkörper 13. Grundkörper und Randabschnitt 17 weisen in Draufsicht (Fig. 4b) wenigstens einen endseitigen ausgebildeten (Material-)Ausschnitt bzw. eine senkrecht zum Grundkörper angeordnete Anlagefläche 13a auf. Diese kann zur rotationssicheren Anordnung in bzw. zum rotationssicheren Zusammenwirken mit einer entsprechend ausgebildeten ersten Aufnahme 22a (vgl. Fig. 2, Fig. 5) des Gehäuses 11 dienen. In der gezeigten Ausführungsform ist die Anlagefläche 13a in Draufsicht linear ausgebildet. Auf einer dieser gegenüberliegenden Seite des Kraftaufnehmers 5a kann dieser optional eine zweiten Ausschnitt 13b aufweisen.

**[0054]** Der Kraftaufnehmer 5a weist weiterhin eine Mehrzahl von umfangsverteilten und vorzugsweise gleichförmig ausgebildeten Bohrungen 18 zwischen Lagerhülse 16 und Randabschnitt 17 auf. Dazwischen sind radial angeordnete Streben 15 ausgebildet. Auf diesen sind mehrere, d.h. wenigstens zwei Kraftsensoren 14a, 14b angeordnet, welche vorzugsweise als Dehnungsmessstreifen ausgebildet sind, um eine am Kraftaufnehmer 5a und somit an der damit verbundenen Abtriebswelle 1b als Lagerreaktionskraft anliegende Druck- und/oder Zugkraft in Radialrichtung R und/oder Tangentialrichtung T bzw. Umfangsrichtung zu erfassen. Insbesondere sind die Dehnungsmessstreifen 14a, 14b dazu ausgebildet, eine in den jeweiligen radial verlaufenden Streben 15 wirkende jeweilige Druck und/oder Zugkraft während der Zusammenwirkung der Abtriebswelle 1b mit der damit kämmenden Antriebswelle 1a zu detektieren.

**[0055]** Wie in Fig. 5 gezeigt ist, weist die Vorrichtung 10 vorzugsweise zwei Lagerstellen 4a, 4b für die Abtriebswelle 1b auf, wobei die Erfassungsmittel 5, insbesondere der Kraftaufnehmer 5a der Erfassungsmittel, einer antriebsseitigen ersten Lagerstelle 4a zugeordnet ist. Die Abtriebswelle 1b weist vorzugsweise eine erste Schulter 8a auf, mittels welcher die Abtriebswelle 1b an der ersten Lagerstelle 4a positioniert ist. Hierbei umfasst die erste Lagerstelle 4a vorzugsweise ein durch die Bohrung 12 der Lagerhülse 16 des Kraftaufnehmers 5a ausgebildetes Radiallager 6. Zusätzlich kann die erste La-

gerstelle 4a ein vorzugsweise mit einem endseitigen zentralen Innenkonus 8c der Abtriebswelle 1b zusammenwirkendes Axiallager 7 aufweisen. Das Axiallager 7 kann durch einen Kugelpopf 7a gebildet sein, welcher sich von einem Gehäusedeckel 11a nach Innen erstreckt und in den Innenkonus 8c der Abtriebswelle 1b eingreift.

**[0056]** Das zweite Kegelrad 2b liegt vorzugsweise an einer zweiten Schulter 8b der Abtriebswelle 1b an. Die zweite, abtriebsseitige Lagerstelle 4b umfasst vorzugsweise ein Axial-Radiallager, welches zwischen einer der zweiten Schulter 8b gegenüberliegenden dritten Schulter 8d angeordnet ist. Das Axial-Radiallager kann hierbei als Wälzlager ausgebildet sein.

**[0057]** Das Gehäuse 11 umfasst eine stirnseitige angeordnete erste Aufnahme 22a, in welcher der Kraftaufnehmer 5a vorzugsweise lösbar eingesetzt ist. Die erste Aufnahme 22a ist dabei durch entsprechende Formgebung an eine Außenkontur der Kraftaufnehmers 5a angepasst, derart, dass letzterer rotationssicher im Gehäuse 11 gelagert ist. Die Aufnahme 22a ist durch den stirnseitig angeordneten Gehäusedeckel 11a selektiv verschließbar. Hierzu kann der Deckel 11a mit entsprechenden Verbindungsmittel wie beispielsweise einer Schraubenverbindung 23 am Gehäuse 11 befestigbar sein (vgl. auch Fig. 2).

**[0058]** Wie in **Fig. 6** gezeigt, umfasst die Vorrichtung 10 vorzugsweise eine Verarbeitungseinheit 5b, welche von den Erfassungsmitteln 5 umfasst sein kann. Die Verarbeitungseinheit 5b ist zur Verarbeitung und/oder bevorzugt drahtlosen Signalübertragung eines dem erfassten Abtriebsdrehmoment entsprechenden und/oder dieses überwachenden Messwertsignals ausgebildet und vorzugsweise mit dem Kraftaufnehmer 5a über entsprechende Verkabelung (nicht gezeigt) verbunden. Die Verarbeitungseinheit 5b ist dabei in einer entsprechenden zweiten Aufnahme 22b im Gehäuse 11, vorzugsweise unterhalb der Antriebswelle 1a, angeordnet (vgl. **Fig. 7**). Die zweite Gehäuseaufnahme 22b ist selektiv mit einem zugehörigen Gehäusedeckel 24 abdeckbar ausgebildet.

**[0059]** Die Verarbeitungseinheit 5b ist vorzugsweise auf einer Platine angeordnet und umfasst vorzugsweise eine Schnittstelle zur drahtlosen Signalübertragung und/oder Energieversorgungsmittel (nicht gezeigt). Insbesondere kann die Verarbeitungseinheit eine Bluetooth- oder WLAN-Schnittstelle zur drahtlosen Signalübertragung von Messwertsignalen an mit der Schraubvorrichtung verbindbare, externe Komponenten, beispielsweise an eine Rechen- oder Steuereinheit eines zugehörigen Schraubsystems (nicht gezeigt) umfassen.

**[0060]** **Fig. 8** und **Fig. 9** zeigen ein seitliche Schnittansicht und eine zugehörige perspektivische Ansicht eines weiteren bevorzugten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Schraubvorrichtung 10. Gleiche Bauteile sind hierbei mit gleichen Bezugszeichen wie beim ersten Ausführungsbeispiel versehen. Im Folgenden soll insbesondere auf die Unterschiede gegenüber dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel eingegangen werden.

**[0061]** Die Erfassungsmittel 5 gemäß diesem Ausführungsbeispiel umfassen einen Kraftaufnehmer 5a', welcher der zweiten Lagerstelle 4b der Abtriebswelle 1b zugeordnet ist. Der Kraftaufnehmer 5a' umfasst hierbei vorzugsweise einen Lagerring 25 zur Bereitstellung eines Axial-Radiallagers für die Abtriebswelle 1b. Der Kraftaufnehmer 5a' ist hierbei vorzugsweise in einer dritten Aufnahme 22c im Gehäuse 11 positions- und insbesondere rotationssicher angeordnet, sowie gegen die Abtriebswelle 1b, insbesondere gegen die dritte Schulter 8d der Abtriebswelle 1b, axial verspannt. Die Aufnahme 22c kann mit einer zugehörigen Gehäuseabdeckung (nicht gezeigt) wenigstens teilweise abdeckbar ausgebildet sein, wobei die Abtriebswelle 1b, insbesondere ein Verbindungsprofil 9a der Abtriebswelle, an der Abtriebsseite 3b nach Außen, d.h. aus dem Gehäuse 11, hervorragt. Der Kraftaufnehmer 5a' kann auch durch separate oder im Gehäuse 11 integrierte Sicherungsmittel wie beispielsweise einem Sicherungsring (nicht gezeigt) im Gehäuse 11 bzw. in der Aufnahme 22c gesichert sein.

**[0062]** Die erste Lagerstelle 4a ist in diesem Ausführungsbeispiel lediglich durch ein im Gehäuse 11 angeordnetes Radiallager 6' und ein endseitig der Abtriebswelle 1b angeordnetes Axiallager 7 ausgebildet, ohne einen dieser Lagerstelle 4a zugeordneten Kraftaufnehmer. Hierdurch kann der seitliche Bauraumbedarf im Bereich der ersten Lagerstelle 4a weiter reduziert und insbesondere verschmälert werden.

**[0063]** Mit Verweis auf die **Fig. 10-12** wird im Folgenden eine bevorzugte Ausführungsform des Kraftaufnehmers 5a' beschrieben.

**[0064]** Der Kraftaufnehmer 5a' ist als Teil der zweiten Lagerstelle 4b ausgebildet. Diese umfasst hierbei den Lagerring 25, eine mit der Abtriebswelle 1b vorzugsweise integral ausgebildete Wälzkörperlaufbahn 26a, welche vorzugsweise auf bzw. an der dritten Schulter 8d der Abtriebswelle 1b ausgebildet ist, sowie zwischen der Wälzkörperlaufbahn und dem Lagerring 25 angeordnete Wälzkörper 8e.

**[0065]** Der Kraftaufnehmer 5a' bzw. Lagerring 25 kann einteilig oder mehrteilig ausgebildet sein und umfasst wenigstens einen unten näher beschriebenen Kraftsensor 33, welcher dazu ausgebildet ist, eine am Kraftaufnehmer anliegende Kraft in Radialrichtung und/oder Tangential- bzw. Umfangsrichtung als Lagerreaktionskraft zu erfassen.

**[0066]** Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist der Kraftaufnehmer 5a' als zweiteiliger Lagerring ausgebildet und umfasst einen inneren Führungsring 25a und einen damit rotationssicher verbundenen äußeren Lagerring 25b. Der innere Führungsring 25a weist eine vorzugsweise gehärtete Wälzkörper-, insbesondere Kugellaufbahn 26b auf. Der äußere Lagerring 25b weist eine zentrale Aufnahme 27 auf, in welche der innere Führungsring 25a eingesetzt bzw. einsetzbar ist. Ein der Abtriebsseite 3b zugeordnetes Ende des äußeren Lagerrings 25b umfasst eine ringförmige Ausnehmung bzw. Ringnut 28 zur Aufnahme von Dichtmitteln 29, insbesondere eines O-



Rings (vgl. Fig. 8), welcher zwischen Lagerring 25 und Abtriebswelle 1b angeordnet ist.

**[0067]** An seiner äußeren Mantelfläche 31 weist der Lagerring 25 Positioniermittel 32a auf, insbesondere wenigstens eine Aussparung und/oder wenigstens einen Vorsprung, zum Zusammenwirken mit einem entsprechenden gehäuseseitigen Positionssicherungselement 32b, aufweisend beispielsweise wenigstens einen entsprechend komplementär ausgeformten Vorsprung und/oder Rücksprung, mittels welcher der Lagerring 25 bzw. der Kraftaufnehmer 5a' im Gehäuse 11 bzw. in der Gehäuseaufnahme 22c positionssicher, insbesondere rotationssicher, angeordnet bzw. anordenbar ist.

**[0068]** Der Lagerring 25 weist an seiner äußeren Mantelfläche 31 wenigstens einen Kraftsensor 33 auf, welcher durch wenigstens eine DMS-Struktur 34a,34b gebildet ist bzw. diese umfasst. Vorzugsweise umfasst der Lagerring 25 eine Mehrzahl, d.h. wenigstens zwei Kraftsensoren 33, welche umfangsverteilt auf der äußeren Mantelfläche 31 angeordnet sind.

**[0069]** Eine jeweilige DMS-Struktur 34a,34b umfasst hierbei vorzugsweise relativ zu einer Umfangsrichtung U um den Lagerring 25 parallel und/oder senkrecht ausgebildete Leiterbahnen als Messgitter zur Bereitstellung einer DMS-Funktionalität. Die jeweilige DMS-Struktur 34a,34b bildet vorzugsweise wenigstens einen Dünnschicht-Dehnungssensor als Kraftsensor 33 aus. Dieser ist vorzugsweise durch Lasermikrostrukturierung auf der äußeren Mantelfläche 31 des Kraftaufnehmers 5a' bzw. des Lagerring 25 angeordnet bzw. hergestellt.

**[0070]** Wie in Fig. 11, 12 gezeigt, kann der Lagerring 25 beispielsweise wenigstens zwei über den Umfang der äußeren Mantelfläche 31 verlaufende und in Axialrichtung des Lagerrings beabstandete DMS-Strukturen 34a,34b aufweisen. Diese können dann jeweils über den Umfang verteilte Kraftsensoren 33 ausbilden. Die jeweiligen DMS-Strukturen 34a,34b können mittels zugeordneter Kontakte bzw. Kontaktpads 35a,35b in einer Kontaktierungszone 36 des Kraftaufnehmers 5a' zur Signalauswertung elektrisch kontaktiert werden. Die Kontaktierungszone 36 ist vorzugsweise einseitig des Lagerrings 25 angeordnet und erleichtert somit eine einfachere elektrische Kontaktierung beispielsweise durch die zugeordnete Verarbeitungseinheit 5b der Erfassungsmittel 5.

**[0071]** Die oben beschriebenen Ausführungsformen sind lediglich beispielhaft, wobei die Erfindung keineswegs auf die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen beschränkt ist. Auch umfasst die Erfindung weitere, nicht gezeigte Ausführungsformen sowie insbesondere eine Kombination der beschriebenen Ausführungsformen.

#### Bezugszeichenliste

**[0072]**

1 Winkelgetriebe  
1a Abtriebswelle

1b	Abtriebswelle
2a	erstes Kegelrad
2b	zweites Kegelrad
3a	Antriebsseite
5 3b	Abtriebsseite
4a	erste Lagerstelle
4b	zweite Lagerstelle
5	Erfassungsmittel
5a,5a'	Kraftaufnehmer
10 5b	Verarbeitungseinheit
6,6'	Radiallager
7	Axiallager
7a	Kugelpfopf
8a	erste Schulter
15 8b	zweite Schulter
8c	Innenkonus
8d	dritte Schulter
8e	Wälzkörper
9a	Verbindungsprofil (Vierkant)
20 9b	Werkzeug (Stecknuss)
10	Schraubvorrichtung
11	Gehäuse
11a	Gehäusedeckel
12	zentrale Bohrung
25 13	Grundkörper
13a,b	Ausschnitt/Anlagefläche
14a,b	Dehnungsmessstreifen
15	Streben
16	Lagerhülse
30 17	Randabschnitt
18	Ausbrüche, Bohrungen
19	Verbindungsmittel Abtriebswelle
20	Antriebs-Drehmomenterzeugungsmittel
21	Axialadapter
35 22a,b,c	Aufnahme Gehäuse
23	Schraubverbindung
24	Gehäusedeckel
25	Lagerring
25a	innerer Führungsring
40 25b	äußerer Lagerring
26a,b	Wälzkörperlaufbahn
27	Aufnahme
28	Ringnut
29	Dichtmittel (O-Ring)
45 30	Schraubsystem
31	äußere Mantelfläche
32a	Positioniermittel
32b	Positionssicherungsmittel
33	Kraftsensor
50 34a,b	DMS Struktur
35a,35b	Kontakte
36	Kontaktierungszone
40	Schaubpartner
M1	Drehachse Abtriebswelle
55 M2	Drehachse Abtriebswelle
M3	Mittelachse Bohrung Kraftaufnehmer
h	Höhenerstreckung
R	radiale Richtung

T tangentielle Richtung  
U Umfangsrichtung

## Patentansprüche

1. Schraubvorrichtung (10) zum Aufbringen eines Drehmoments auf einen Schraubpartner (40), aufweisend ein Winkelgetriebe (1) umfassend eine mit einem Antriebsdrehmoment manuell oder maschinell beaufschlagbare Antriebswelle (1a) sowie eine damit drehmomentübertragend verbundene und um einen Winkel versetzt angeordnete Abtriebswelle (1b) zur lösbaren Kontaktierung des Schraubpartners (40), und in einem Gehäuse (11) des Winkelgetriebes (1) angeordnete Erfassungsmittel (5) zur Bereitstellung von Messwerten zur Bestimmung und/oder Überwachung eines abtriebsseitig auf den Schraubpartner (40) wirkenden Abtriebsdrehmoments, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungsmittel (5) einer Lagerstelle der Abtriebswelle (1b) zugeordnet sind und derart ausgebildet sind, dass diese eine Lagerreaktionskraft der Abtriebswelle (1b) in radialer und/oder tangentialer Richtung (R,T), erfassen und zur elektronischen Signalauswertung bereitstellen können.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Winkelgetriebe (1) ein mit der Antriebswelle (1a) verbundenes erstes Kegelrad (2a), insbesondere ein Kegelritzel, und ein damit kämmendes zweites Kegelrad (2b), insbesondere ein Tellerrad, aufweist, welches mit der Abtriebswelle (1b) verbunden ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Kegelrad (2b) zwischen einer Drehachse (M1) des ersten Kegelrads (2a) und einer Abtriebsseite (3b) der Schraubvorrichtung (10) angeordnet ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung zwei Lagerstellen (4a,4b) für die Abtriebswelle (1b) aufweist, wobei die Erfassungsmittel (5) einen Kraftaufnehmer (5a,5a') umfassen, welcher einer antriebsseitigen ersten Lagerstelle (4a) oder einer abtriebsseitigen zweiten Lagerstelle (4b) zugeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftaufnehmer (5a,5a') durch Verbindungsmittel (13a,13b,32a) und/oder durch Formgebung rotationssicher im Gehäuse (11) angeordnet ist und vorzugsweise ein Radial- oder Axial-Radial-Lager für die Abtriebswelle (1b) ausbildet.
6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftaufnehmer (5a) eine Lagerhülse (16) mit einer zentralen Bohrung (12) zur Bereitstellung eines Radiallagers (6) für die Abtriebswelle (1b) sowie wenigstens einen Kraftsensor umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, eine am Kraftaufnehmer (5a) anliegende Druck- und/oder Zugkraft in Radialrichtung (R) und/oder Tangentialrichtung (T) als Lagerreaktionskraft zu erfassen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftaufnehmer (5a) mehrere Kraftsensoren aufweist, welche durch am Kraftaufnehmer (5a) angebrachte Dehnungsmessstreifen (14a, 14b) gebildet sind, welche vorzugsweise an sich radial erstreckenden Streben (15) des Kraftaufnehmers (5a) angeordnet sind.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftaufnehmer (5a) einen im Wesentlichen scheibenförmigen Grundkörper (13) mit einer darin zentral angeordneten und sich beidseitig des Grundkörpers erstreckenden Lagerhülse (16), sowie einen konzentrisch zur Lagerhülse (16) ausgebildeten und beidseitig des Grundkörpers erstreckenden Randabschnitt (17) aufweist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im scheibenförmigen Grundkörper (13) zwischen Lagerhülse (16) und Randabschnitt (17) eine Mehrzahl von umfangsverteiltern und vorzugsweise gleichförmig ausgebildeten Ausbrüchen (18), insbesondere gleichförmige Bohrungen, zur Ausbildung von sich radial erstreckenden Streben (15) des Kraftaufnehmers (5a) ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftaufnehmer (5a') einen Lagerring (25) zur Bereitstellung eines Axial-Radiallagers für die Abtriebswelle (1b) sowie wenigstens einen Kraftsensor umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, eine am Kraftaufnehmer (5a') anliegende Kraft in Radialrichtung (R) und/oder Tangentialrichtung (U) als Lagerreaktionskraft zu erfassen.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lagerring (25) eine am Innenumfang ausgebildete Laufbahn (26) für Wälzkörper (8e) und an einer äußeren Mantelfläche (31) des Lagerrings aufgebrachte DMS-Struktur (34a,34b) zur Ausbildung eines Kraftsensors (33) umfasst.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kraftsensor (33) wenigstens eine in Umfangsrichtung verlaufende DMS-Struktur (34a,34b) umfasst oder durch diese gebildet ist, wobei die DMS-Struktur (34a,34b) wenigstens eine direkt auf der äußeren Mantelfläche (31) des

Lagerrings (25) ausgebildete Sensorschicht aufweist.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungsmittel (5) eine Verarbeitungseinheit (5b) zur Signalaufbereitung und bevorzugt drahtlosen Signalübertragung eines dem erfassten Abtriebsdrehmoment entsprechenden und/oder dieses überwachenden Messwertsignals aufweisen. 5 10
14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungsmittel (5) elektrische Energieversorgungsmittel, insbesondere eine Batterie oder der Vorrichtung zugeordnete Generatormittel, aufweisen. 15
15. Handgehaltenes oder stationäres Schraubsystem (30), aufweisend die Schraubvorrichtung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 14 sowie antriebsseitig mit den Winkelgetriebe (1) verbundene Antriebs-Drehmomenterzeugungsmittel (20). 20 25 30 35 40 45 50 55

Fig. 1

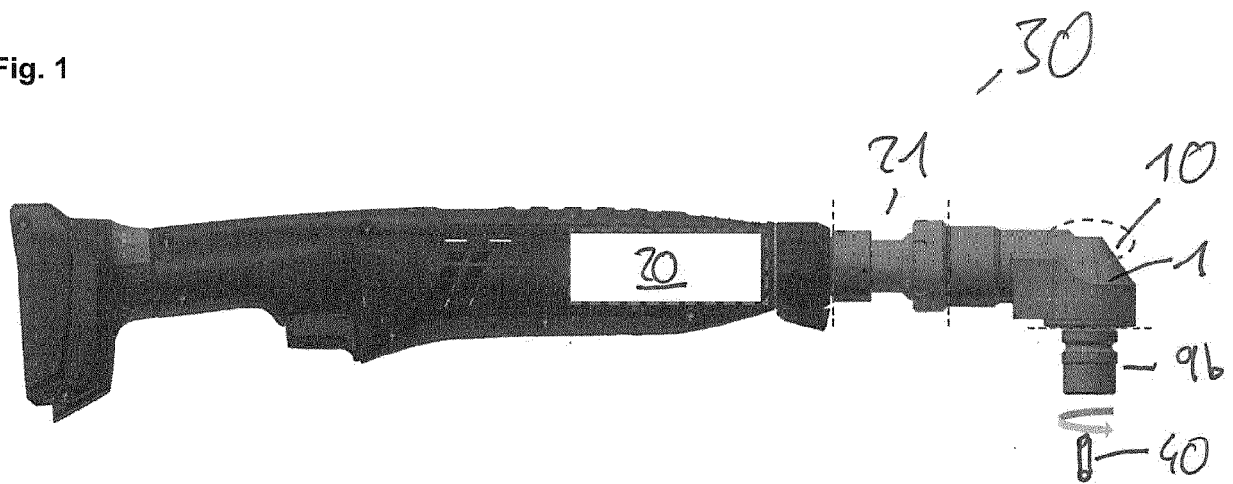
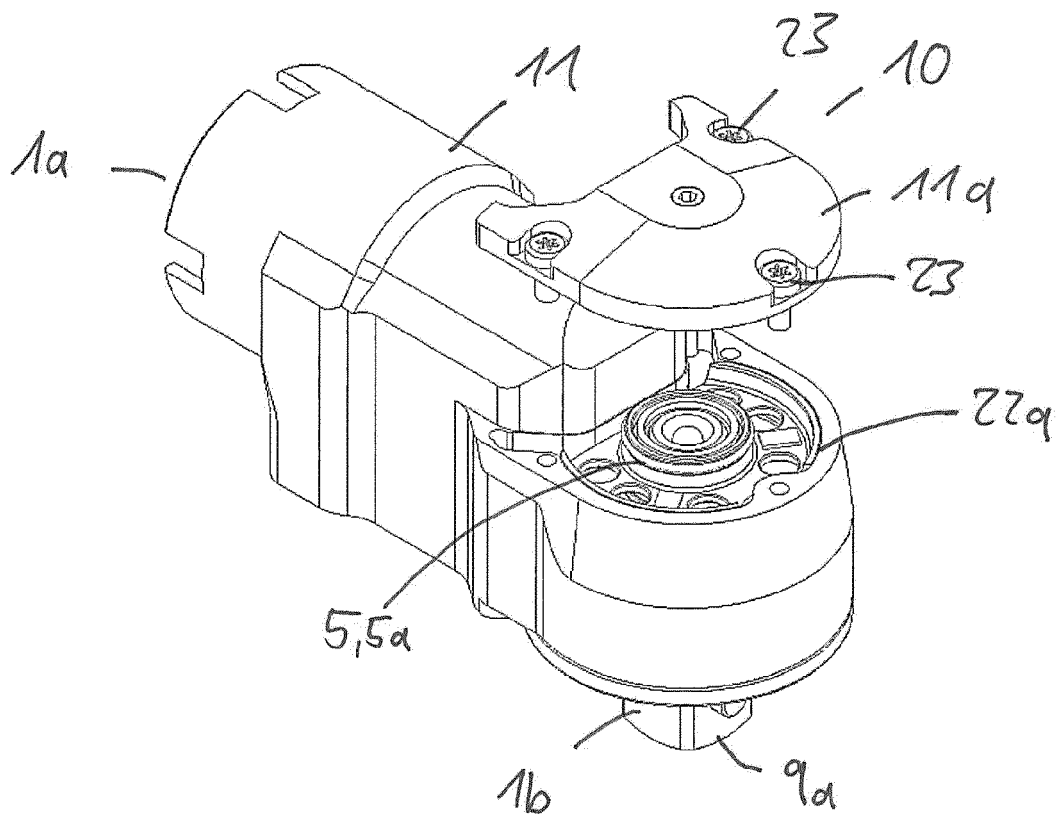
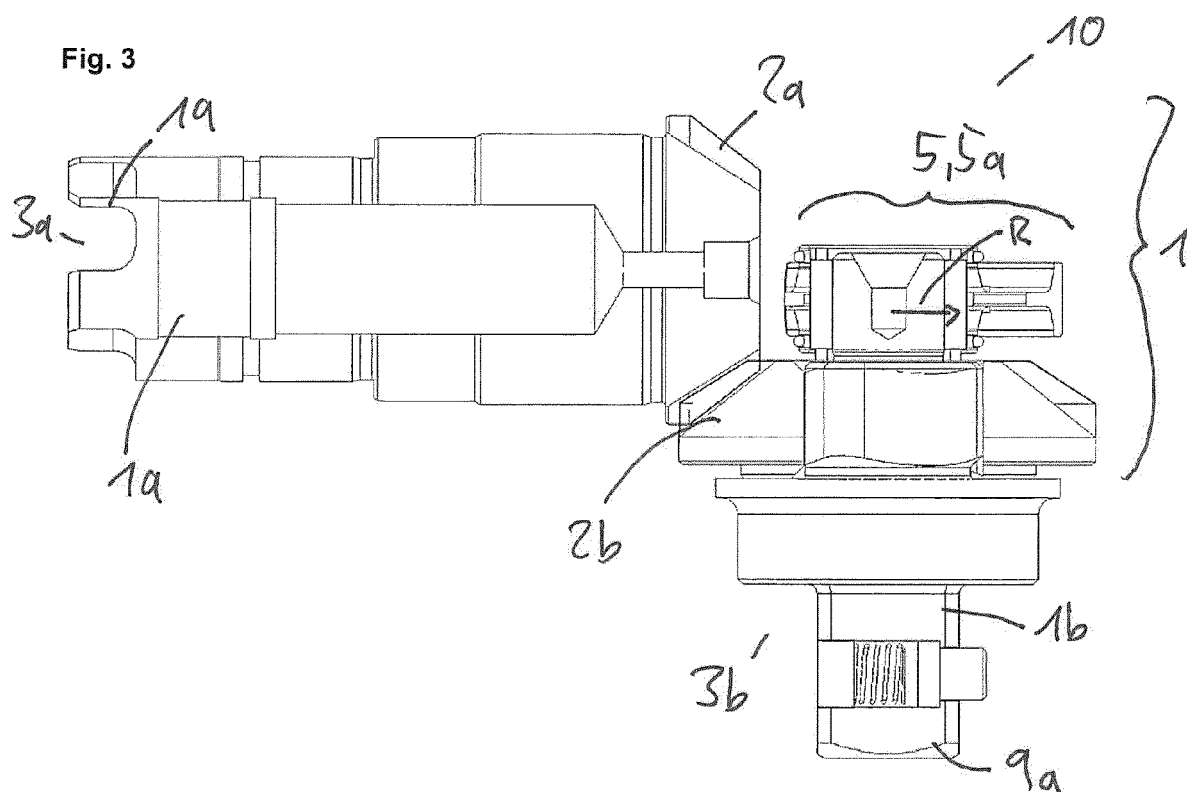


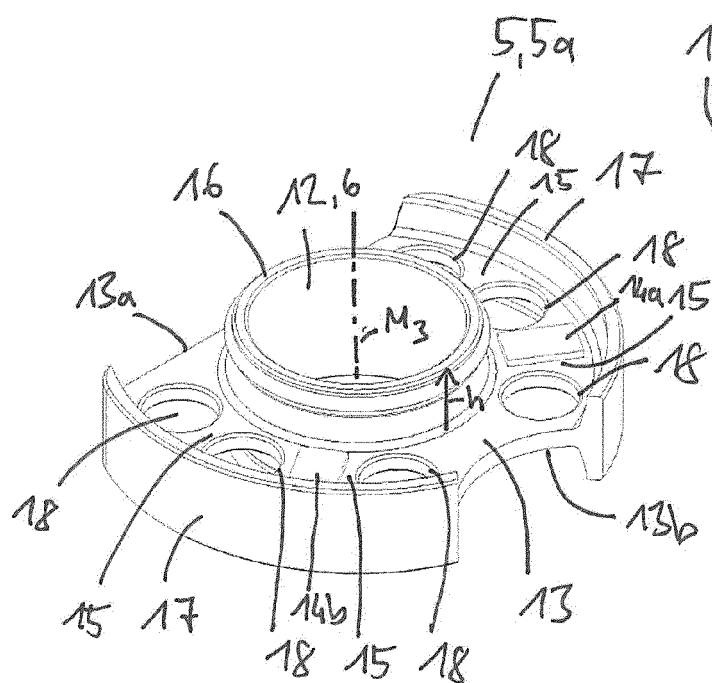
Fig. 2



**Fig. 3**



**Fig. 4a**



**Fig. 4b**

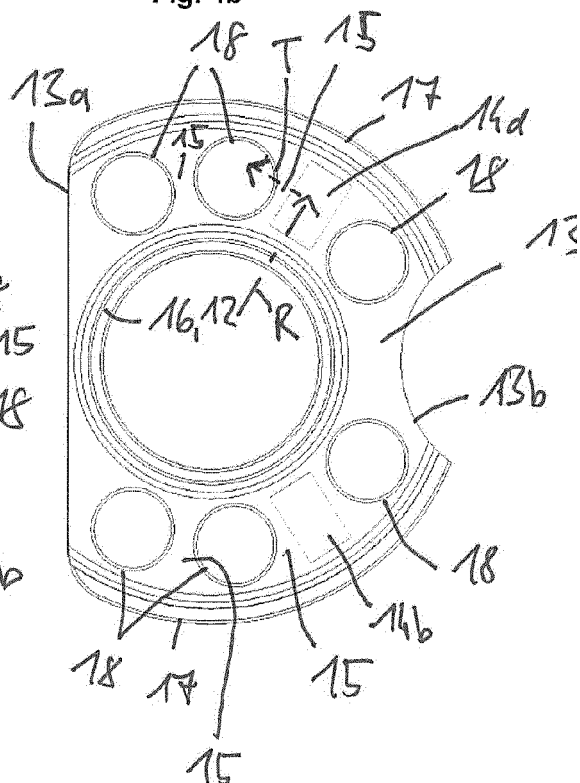


Fig. 5

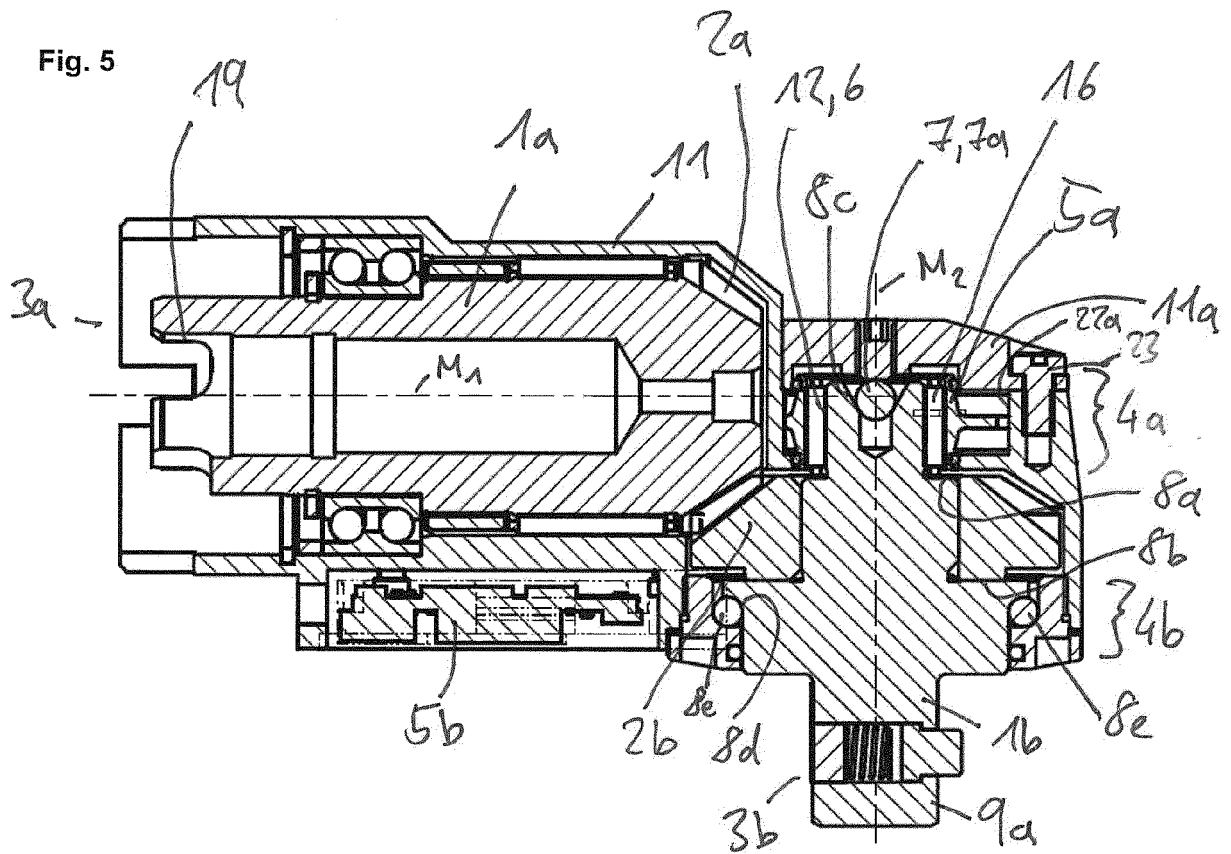


Fig. 6

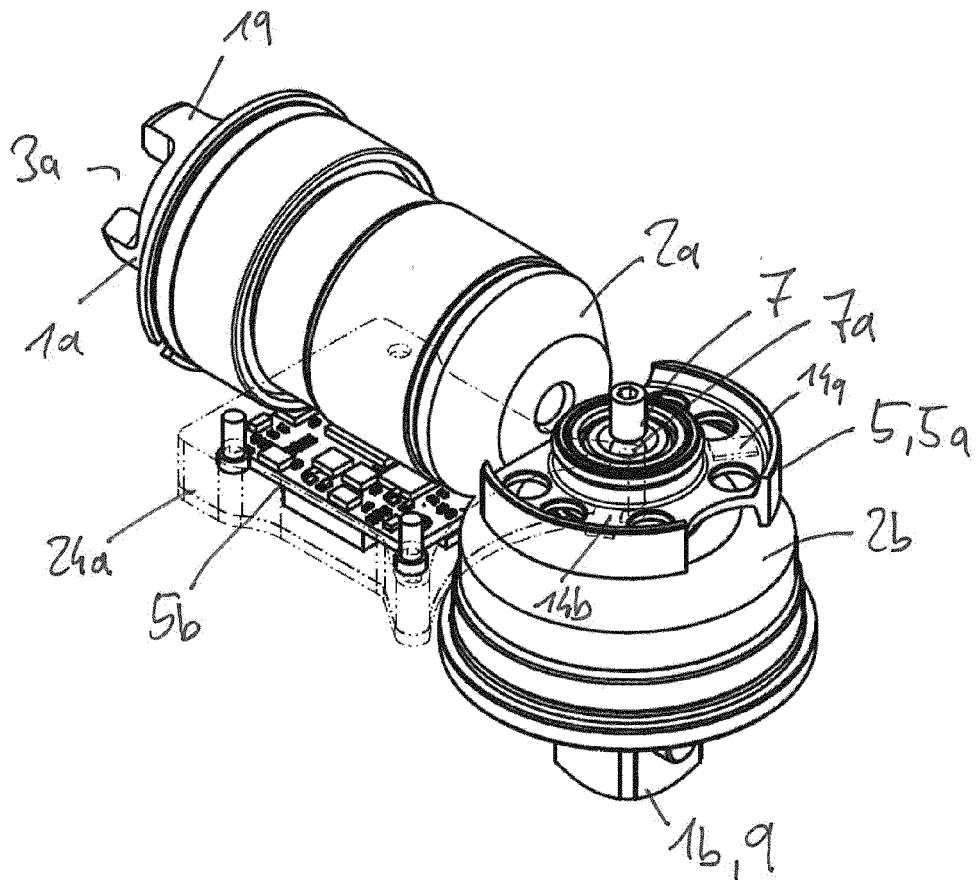
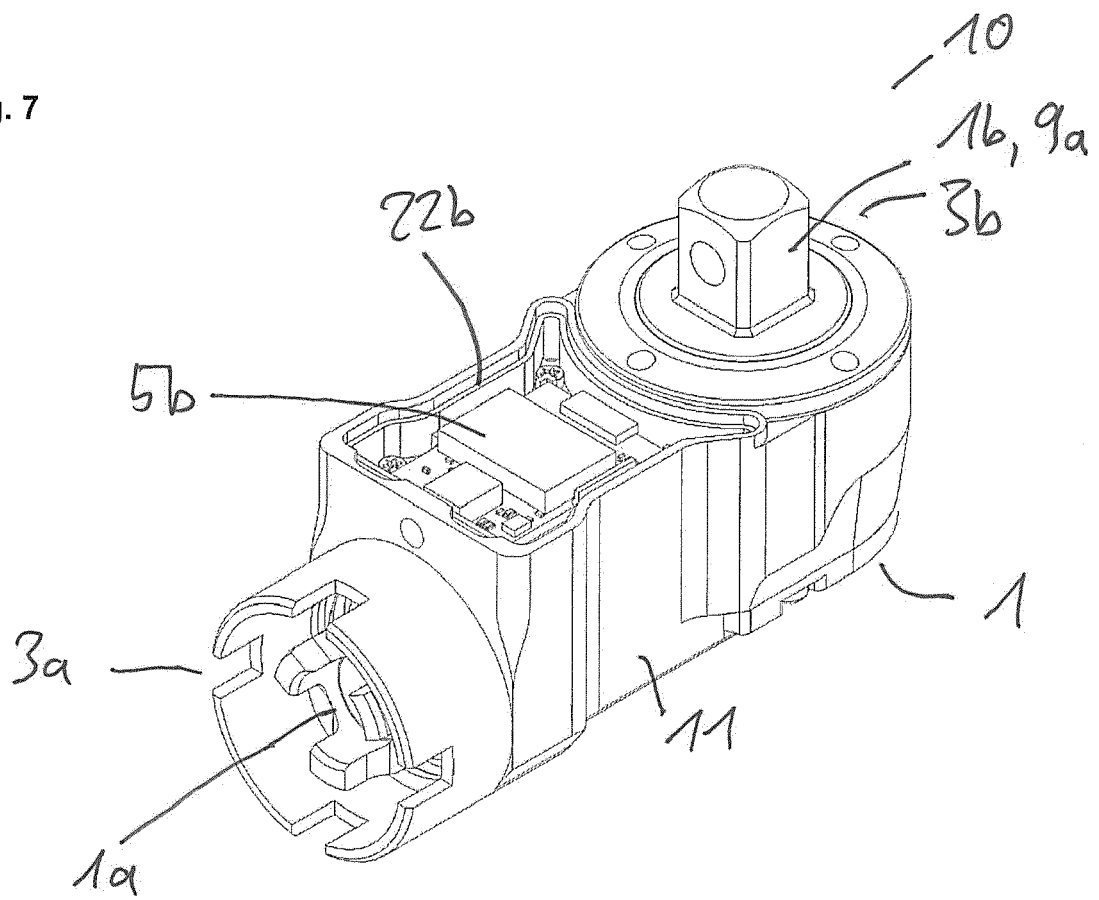
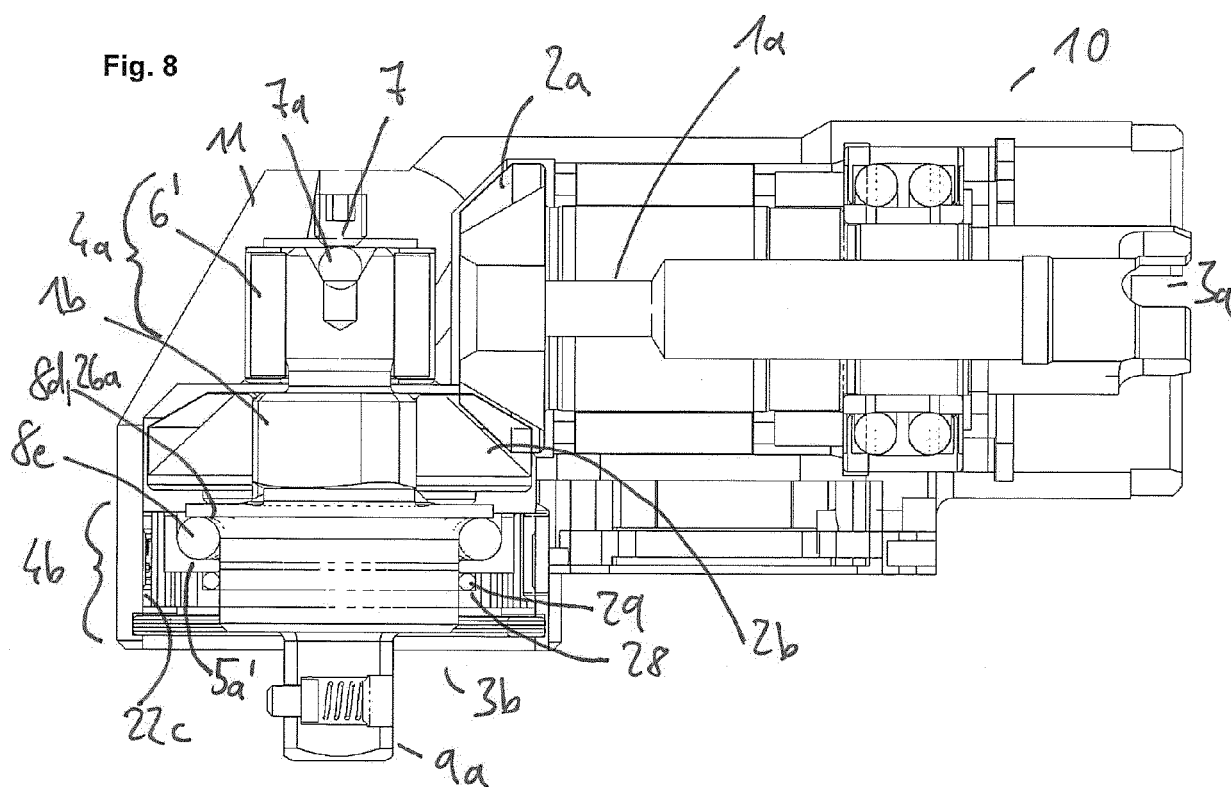


Fig. 7



**Fig. 8**



**Fig. 9**

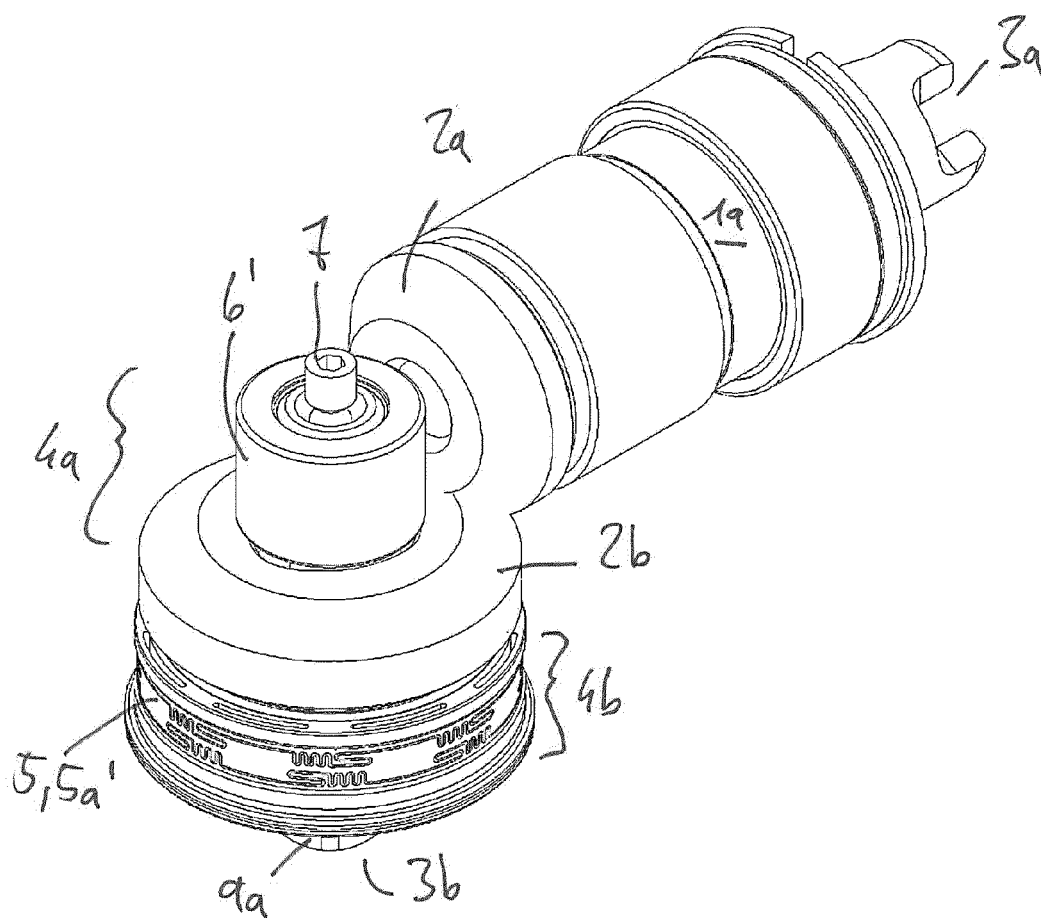




Fig. 10

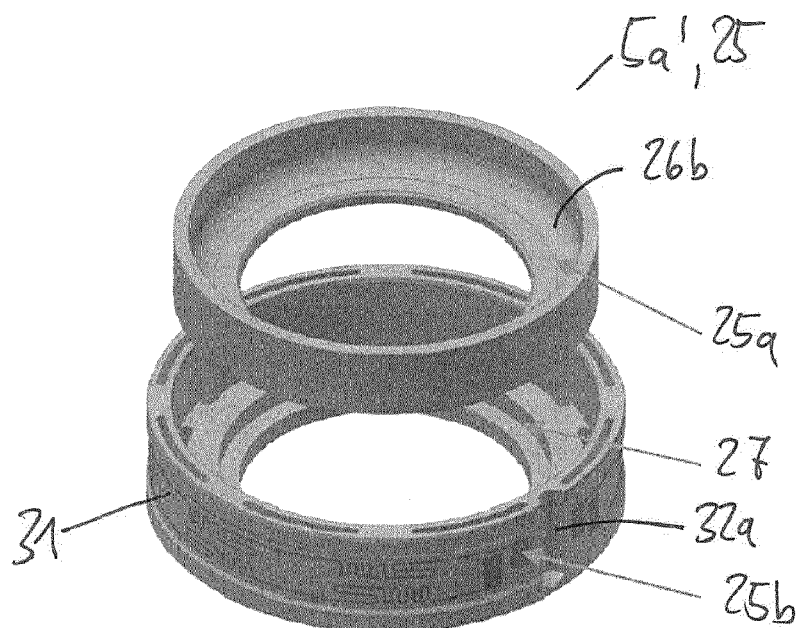


Fig. 11

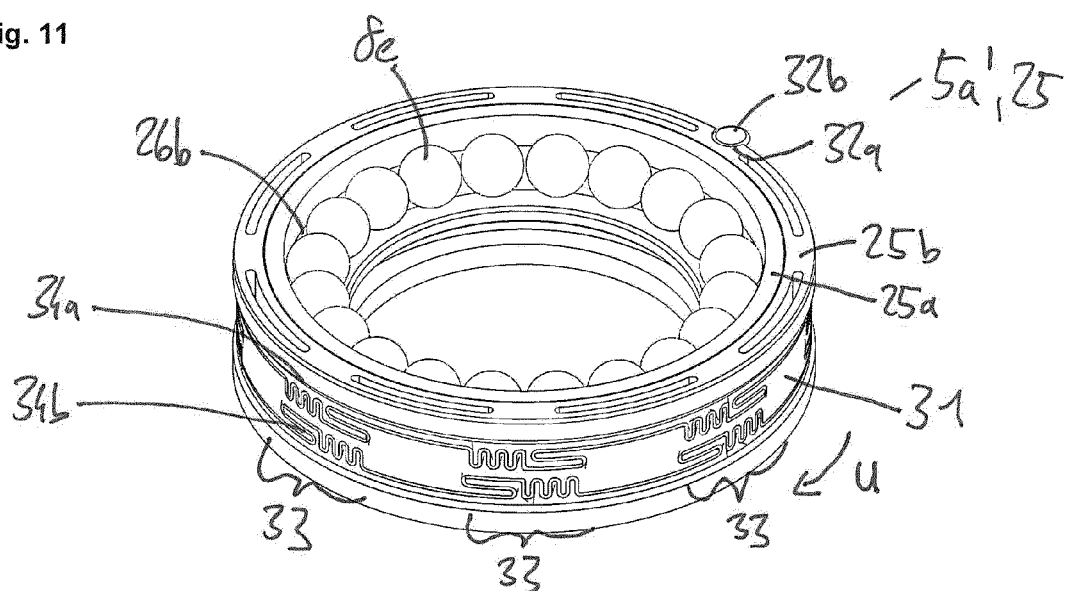
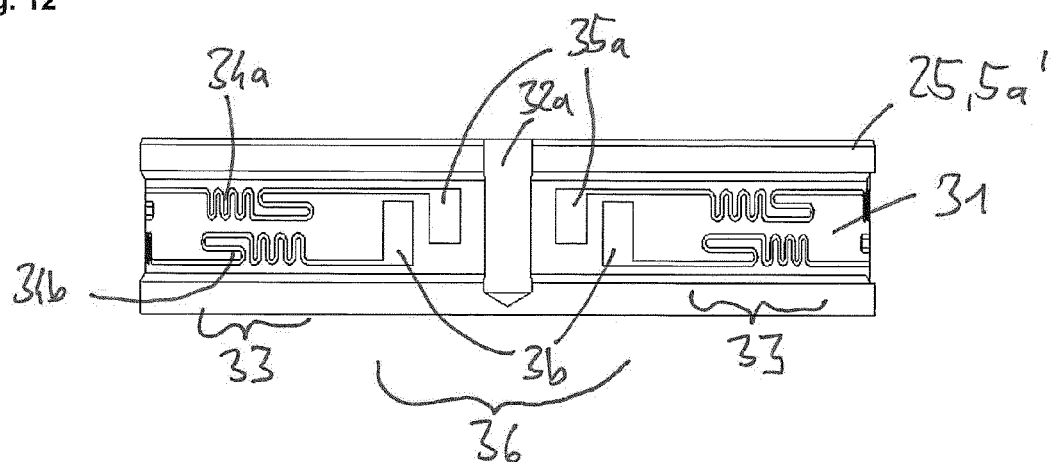


Fig. 12





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
EP 21 15 2050

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 2019/206609 A1 (ATLAS COPCO IND TECHNIQUE AB [SE]) 31. Oktober 2019 (2019-10-31) * Seite 5, Zeile 17 - Zeile 21; Abbildung 1 *	1-3,15	INV. B25B23/00 B25B23/147
Y,D	DE 196 37 934 A1 (PSM DRUCKLUFTTECHNIK VERTRIEB [DE]; HAUENSTEIN JOACHIM [DE]) 26. März 1998 (1998-03-26) * Abbildung 1 *	1,4-15	
Y	DE 102 50 340 A1 (INA SCHAEFFLER KG [DE]) 19. Mai 2004 (2004-05-19) * Absatz [0001]; Abbildungen 1-7 *	1,4,5, 14,15	
Y	WO 2004/048913 A1 (FAG KUGELFISCHER AG [DE]; KNOKKE HENRI VAN DER [DE] ET AL.) 10. Juni 2004 (2004-06-10) * Abbildungen 1-6 *	1,4,5, 10-12, 14,15	
Y	WO 2020/182501 A1 (SWEDEX GMBH IND [DE]) 17. September 2020 (2020-09-17) * Abbildung 9 *	1,4-9, 13-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B25B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>Den Haag</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>28. Juni 2021</b>	Prüfer <b>Hartnack, Kai</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 21 15 2050

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-06-2021

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019206609 A1	31-10-2019	BR 112020021684 A2	26-01-2021
		CN 112020408 A	01-12-2020
		EP 3784441 A1	03-03-2021
		KR 20210005899 A	15-01-2021
		SE 1830145 A1	27-10-2019
		US 2021129301 A1	06-05-2021
		WO 2019206609 A1	31-10-2019
-----			
DE 19637934 A1	26-03-1998	KEINE	
-----			
DE 10250340 A1	19-05-2004	KEINE	
-----			
WO 2004048913 A1	10-06-2004	DE 10254814 A1	03-06-2004
		EP 1563269 A1	17-08-2005
		US 2006070460 A1	06-04-2006
		WO 2004048913 A1	10-06-2004
-----			
WO 2020182501 A1	17-09-2020	DE 202019101333 U1	06-06-2019
		EP 3820649 A1	19-05-2021
		WO 2020182501 A1	17-09-2020
-----			

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 19637934 A1 [0004]
- US 5115701 A [0005]