



(10) **DE 10 2015 119 856 B4** 2018.08.23

(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2015 119 856.8**  
(22) Anmeldetag: **17.11.2015**  
(43) Offenlegungstag: **18.05.2017**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **23.08.2018**

(51) Int Cl.: **G01B 5/24 (2006.01)**  
**G01B 5/252 (2006.01)**  
**B23B 49/00 (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:  
**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,  
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:  
**Gramm, Lins & Partner Patent- und  
Rechtsanwälte PartGmbB, 30173 Hannover, DE**

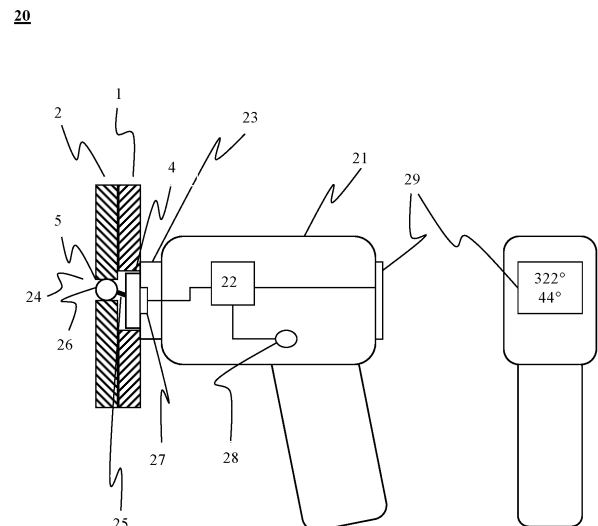
(72) Erfinder:  
**Ückert, Christian, 21682 Stade, DE; Steffen, Olaf,  
22763 Hamburg, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	10 2013 215 696	B3
DE	10 2006 044 774	A1
DE	10 2008 015 493	A1
DE	10 2015 105 299	A1
US	2014 / 0 259 717	A1
US	3 882 608	A

(54) Bezeichnung: **Messvorrichtung zum Ermitteln von Einstellwinkeln, Einstellvorrichtung zum Einstellen von Einstellwinkeln sowie Fügeverfahren und Justierverfahren hierzu**

(57) Hauptanspruch: Messvorrichtung (20) zum Ermitteln von Einstellwinkeln wenigstens zweier Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, zur Bildung einer gemeinsamen Symmetrieachse zwischen zwei übereinanderliegenden Bohrungen zweier Bauelemente, die eine Exzentrizität aufweisen und in die die wenigstens zwei Exzenterbuchsen zum Ausgleich der bestehenden Exzentrizität eingesetzt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die Messvorrichtung (20) ein Handgerät (21) hat, das ein Zentrierelement (23) aufweist, das eine zu der ersten Bohrung (4) der beiden Bohrungen korrespondierende Form aufweist und zum Einführen in die erste Bohrung (4) ausgebildet ist, sodass das Zentrierelement (23) formschlüssig an der Innenseite der ersten Bohrung (4) anliegt, und das eine Sensoreinrichtung aufweist, die zum Ermitteln einer Exzentrizität in Betrag und Richtung der zweiten Bohrung (5) der beiden Bohrungen in Bezug auf die Symmetrieachse des Zentrierelementes (23), wenn dieses in die erste Bohrung (4) eingeführt ist, ausgebildet ist, wobei die Messvorrichtung (20) eine Auswerteeinheit (22) hat, die zum Ermitteln der Einstellwinkel der Exzenterbuchsen in Abhängigkeit von dem Betrag und der Richtung der ermittelten Exzentrizität der Bohrungen und der vorgegebenen Exzentrizität der jeweiligen Exzenterbuchsen eingerichtet ist, um eine gemeinsame Symmetrieachse zwischen beiden Bohrungen zu bilden, wenn die wenigstens zwei Exzenterbuchsen mit dem ermittelten Einstellwinkel ...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Messvorrichtung zum Ermitteln von Einstellwinkeln wenigstens zweier Exzenterbuchsen, die eine Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen ausgleichen sollen. Die Erfindung betrifft ebenso eine Einstellvorrichtung zum automatisierten Einstellen von Einstellwinkeln von Exzenterbuchsen sowie ein Fügeverfahren zum Verbinden zweier Bauteile durch in übereinanderliegenden Bohrungen der Bauelemente geführte Passniete sowie ein Justierverfahren zum Einstellen zweier verbundener Bauelemente, die relativ zueinander verschoben werden sollen.

**[0002]** Für die Flügelvorderkante eines Laminarflügels in Kohlenstoffaserverbundbauweise ist aus der nachveröffentlichten DE 10 2015 105 299 A1 ein Anbindungs- und Austauschkonzept bekannt, welches einerseits die Einhaltung der aerodynamischen Anforderungen an die Trennstelle ermöglicht und andererseits eine schnelle Austauschbarkeit eines beschädigten Flügelvorderkantensegmentes beispielsweise innerhalb einer Nachtschicht ermöglicht. Die aerodynamischen Anforderungen betreffen dabei vor allem die Stufenhöhe zwischen der Flügelvorderkante und der Flügeloberschale, die über die gesamte Spannweite auf wenige zehntel Millimeter genau eingestellt werden muss. Da die Bauteile in Folge fertigungsbedingter Formabweichungen in der Serie nicht exakt identisch hergestellt werden können, muss die Bauweise und das Montagekonzept die Möglichkeit eines Toleranzausgleichs berücksichtigen.

**[0003]** Eine Flügelvorderkante in Kohlenstoffaserverbundbauweise ist zum Schutz gegen Erosion mit einer dünnen Stahlfolie auf der Außenseite versehen. In Folge des unterschiedlichen Wärmeausdehnungsverhaltens von CFK und Stahl kommt es zu Bauteilverformung bei Temperaturänderung ähnlich einem Bi-Metall. Die Aushärtung des CFKs und die Verklebung mit der Stahlfolie erfolgt üblicherweise bei Temperaturen von ca. 180 Grad Celsius im Autoklaven. Bei der Montage der Flügelvorderkante an das Flugzeug kann eine Umgebungstemperatur von ca. 20 Grad Celsius angenommen werden, wobei dies von Ort zu Ort stark variieren kann. Die Einhaltung der aerodynamischen Anforderung muss hingegen auch im Reiseflug bei Temperaturen von -56 Grad Celsius und unter der Wirkung der aerodynamischen Last gewährleistet werden. Daraus ergibt sich, dass die Flügelvorderkanten bei der Fertigung, bei der Montage und beim Austausch sowie im Reiseflug aufgrund des Bi-Metall-Effekts jeweils eine unterschiedliche Form annimmt. Dabei ist es zwingend erforderlich, dass im montierten Zustand unter keinen Einsatzbedingungen eine Schädigung der Struktur oder eine Beeinträchtigung von Systemen (z.B. Hochauftriebshilfen an der Vorderkante) auftritt.

**[0004]** Die Forderung, dass der Ersatz einer beschädigten Flügelvorderkante innerhalb einer Nachtschicht abgeschlossen werden soll, bedeutet, dass die Bauteile ohne individuelle Anpassung oder Nachbearbeitung austauschbar sein müssen. Konventionelle Fügeverfahren beispielsweise mittels Nieten oder Kleben, können dieses Erfordernis jedoch nicht immer einhalten. Für Nietverbindungen durch Passniete muss beispielsweise das Bohrbild von einem Bauteil auf das andere übertragen und die Passbohrung in beiden Bauteilen gemeinsam aufgebohrt werden. Dies hat im Übrigen den weiteren Nachteil, dass ein Aufbohren der Passbohrungen nur für eine begrenzte Anzahl an Austauschvorgängen möglich ist, bis der Abstand zwischen zwei Bohrungen ein vorgegebenes Minimum unterschreitet. Klebverbindungen weisen hingegen den Nachteil auf, dass die gefügten Bauteile meist nicht ohne Schädigung gelöst werden können.

**[0005]** In der oben genannten nachveröffentlichten DE 10 2015 105 299 A1 wird zur Lösung des Toleranzausgleichsproblems der Passbohrungen vorgeschlagen, bei zwei übereinanderliegenden Bohrungen in zumindest eine der beiden Bohrungen zwei ineinander geschobene Exzenterbuchsen einzusetzen, sodass durch Drehung der Exzenterbuchsen eine Exzentrizität der beiden Bohrungen ausgeglichen werden kann, sodass die beiden Bohrungen eine gemeinsame Symmetrieachse bilden. Durch Einsetzen eines Passnietes in die beiden Bohrungen mit der gemeinsamen Symmetrieachse kann unter Verbleib der beiden Exzenterbuchsen in eine der Bohrungen die Flügelvorderkante mit dem Flügelkasten form- und kraftschlüssig verbunden werden.

**[0006]** Aufgrund der Tatsache, dass beide Buchsen eine Exzentrizität aufweisen, können die beiden ineinander geschobenen Buchsen in eine der beiden Bohrungen eingesetzt durch entsprechendes Verdrehen beider Buchsen eine Exzentrizität der beiden Bohrungen ausgleichen, sofern die Exzentrizität der beiden Bohrungen hinsichtlich des Betrages nicht größer ist als die Summe der Exzentrizitäten der beiden ineinander geschobenen Exzenterbuchsen hinsichtlich des Betrages.

**[0007]** Nachteilig hierbei ist jedoch, dass durch stetes Ausprobieren die optimale Stellung der Exzenterbuchsen aufgefunden werden muss. Dabei werden die Buchsen solange in der Bohrung gedreht, bis die Symmetrieachse der inneren Exzenterbuchse hinsichtlich ihrer Öffnung mit der Symmetrieachse der gegenüberliegenden Bohrung fluchtet. Dieses Herumprobieren zum Auffinden der entsprechenden Exzenterbuchsenstellung

ist jedoch bei Austausch einer Flügelvorderkante aufgrund der Vielzahl von Bohrungen äußerst zeitaufwendig, was die Gefahr mit sich bringt, dass der Austausch einer Flügelvorderkante möglicherweise nicht mehr innerhalb einer Nachtschicht realisiert werden kann.

**[0008]** Wie bereits oben erwähnt, ist es darüber hinaus für die Laminarflügeltechnik notwendig, dass der Oberflächenabsatz an der Fügestelle zwischen Flügelvorderkante und Flügeloberschale so gering ist, dass eine bestehende Laminarströmung nicht in eine turbulente Strömung umschlägt. Dabei ist ein großes Augenmerk bei der Montage und einer Flügelvorderkante auch darauf zu richten, dass dieser Oberflächenabsatz an der Fügestelle den entsprechenden Toleranzvorgaben entspricht. Soll nach dem Einsetzen der Exzenterbuchsen und des Passnietes durch Verstellen der Exzenterbuchsen noch eine relative Verschiebung zwischen den beiden gefügten Bauteilen zur Positionskorrektur vorgenommen werden, beispielsweise um die Toleranzvorgaben des Oberflächenabsatzes an der Fügekante der umströmten Oberfläche einzuhalten, ist dies im oben genannten Anbindungskonzept nur sehr eingeschränkt möglich, da keine genauen Kenntnisse über die Exzentrizität der jeweiligen Bohrungen vorliegen. Bei unsachgemäßem Verstellen der Exzenterbuchsen besteht allerdings die große Gefahr, die Bauteile zu beschädigen, was bei derart strukturkritischen Bauelementen eines Flugzeuges nicht hinnehmbar ist.

**[0009]** Aus der DE 10 2008 015 493 A1 ist eine Prüfvorrichtung zur Bestimmung eines seitlichen Versatzes von Bohrungen offenbart, wobei ein Fixierelement in der Bohrung fixiert und dann eine Prüfvorrichtung feststellt, ob ein in der Bohrung vorhandene Nut zentrisch zu der Bohrung ist oder ob eine Exzentrizität vorliegt.

**[0010]** Aus der US 3,882,608 A ist ebenfalls eine Vorrichtung bekannt, mit der sich ein Versatz zweier übereinanderliegender Bohrungen feststellen lässt. Eine ähnliche Vorrichtung ist auch aus der US 2014/0259717 A1 bekannt.

**[0011]** Aus der DE 10 2013 215 696 B3 ist eine Messuhr bekannt, die ebenfalls eine Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen feststellen kann. Hierfür wird eine Hülse in eine erste Bohrung eingeführt und dann mit Hilfe einer Messuhr, die über einem Hebelarm der Innenseite der zweiten Bohrung anliegt, die Exzentrizität bezüglich der ersten Bohrung gemessen.

**[0012]** Aus der DE 10 2006 044 774 A1 ist schließlich eine handgeführte, elektrisch betätigbare Werkzeugmaschine bekannt, die zum Eindrehen von Schrauben vorgesehen ist. Dabei lässt sich ein Drehwinkel vorgeben, so dass die Werkzeugmaschinen bei Betätigen ausschließlich eine Drehbewegung bis zum vorgegebenen Drehwinkel ausführt.

**[0013]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Messvorrichtung anzugeben, mit der die Einstellwinkel von Exzenterbuchsen zum Ausgleich einer bestehenden Exzentrizität von zwei übereinander liegenden Bohrungen ermittelt werden können. Es ist darüber hinaus auch Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Einstellvorrichtung anzugeben, mit der zwei ineinander gesteckte und in eine Bohrung eingesetzten Exzenterbuchsen automatisch auf den vorgegebenen Einstellwinkel eingestellt werden können. Es ist darüber hinaus auch Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein verbessertes Fügeverfahren anzugeben, mit dem zwei Bauteile aneinandergesetzt werden können, ohne dass hierfür die notwendigen Passbohrungen aufgebohrt werden müssen. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Justierverfahren anzugeben, mit dem zwei gefügte Bauteile, die über entsprechende Exzenterbuchsen und einem Passniet miteinander verbunden sind, relativ zueinander verschoben werden können, um so beispielsweise Toleranzvorgaben einzuhalten.

**[0014]** Die vorstehend genannten Aufgaben werden mit der Messvorrichtung gemäß Anspruch 1, einer Einstellvorrichtung gemäß Anspruch 9, einem Fügeverfahren gemäß Anspruch 16 sowie ein Justierverfahren gemäß Anspruch 19 erfindungsgemäß gelöst.

**[0015]** Gemäß Anspruch 1 wird eine Messvorrichtung zum Ermitteln von Einstellwinkeln wenigstens zweier Exzenterbuchsen vorgeschlagen, mit der die bestehende Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen ermittelt und die Einstellwinkel der Exzenterbuchsen zur Kompensation der Exzentrizität der beiden übereinanderliegenden Bohrungen berechnet werden kann.

**[0016]** Gemäß der vorliegenden Erfindung handelt es sich bei einer Exzentrizität um eine Abweichung der Symmetrieachse zweier Formelemente. Im Sinne der vorliegenden Erfindung ist eine Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen dann gegeben, wenn die Symmetrieachsen der beiden Bohrungen hinsichtlich eines Abstandes und einer Richtung voneinander abweichen, wobei die Symmetrieachse definiert ist als eine senkrecht zu der bohrungsebenen stehende Achse, die durch den Mittelpunkt der Bohrung verläuft. Unabhängig

gig vom Durchmesser bzw. Radius der beiden Bohrungen ist somit eine Exzentrizität dann gegeben, wenn der Mittelpunkt beider Bohrungen nicht fluchtet bzw. deckungsgleich ist.

**[0017]** Bei der Exzenterbuchse im Sinne der vorliegenden Erfindung handelt es sich um ein Formelement, das in eine kreisrunde Öffnung, hier die Bohrung des Bauelementes oder eine Exzenteröffnung einer anderen Exzenterbuchse, eingesetzt werden kann. Hierfür weist die Exzenterbuchse einen kreisförmigen Außenumfang auf, der der kreisförmigen Öffnung entspricht, in die die Exzenterbuchse eingesetzt werden soll. Des Weiteren weist die Exzenterbuchse eine kreisförmige Exzenteröffnung auf, in die entweder ein Passniet eingeschoben werden kann oder eine andere Exzenterbuchse, deren Außenumfang mit der Exzenteröffnung korrespondiert, eingesetzt werden kann.

**[0018]** Kennzeichnend für die Exzenterbuchse ist die Tatsache, dass die Exzenterbuchse ebenfalls eine Exzentrizität aufweist, und zwar dahingehend, dass der Mittelpunkt des kreisförmigen Außenumfangs nicht mit dem Mittelpunkt der Exzenteröffnung übereinstimmt. Vielmehr weisen die Symmetrieachsen des kreisförmigen Außenumfangs und der Exzenteröffnung einen Versatz auf, der die gewollte Exzentrizität bestimmt.

**[0019]** Mit Hilfe einer Exzenterbuchse lässt sich dabei die Symmetrieachse einer Bohrung, in die die Exzenterbuchse eingesetzt wurde, auf die Symmetrieachse der Exzenteröffnung versetzen, wobei die Symmetrieachse nur auf diejenigen Symmetrieachsen versetzt werden kann, die von dem Mittelpunkt der Bohrung auf einem Kreis mit einem Radius liegen, der der Exzentrizität der Exzenterbuchse entspricht.

**[0020]** Durch den Einsatz zwei ineinandergeschobener Exzenterbuchsen kann dieser Nachteil eliminiert werden, wodurch die Symmetrieachse auf jeden Punkt einer Kreisfläche versetzt werden kann, die durch einen Kreis mit einem Radius definiert wird, der der Summe der Exzentrizitäten beider Exzenterbuchsen entspricht, sofern die Exzentrizitäten beider Exzenterbuchsen vom Betrag her gleich groß sind.

**[0021]** Ausgehend von einer bestehenden Exzentrizität zwei übereinanderliegender Bohrungen kann die Abweichung der Symmetrieachse beider Bohrungen durch eine geeignete Einstellung der Exzenterbuchsen eliminiert werden, sofern die Exzentrizität der beiden Bohrungen die Summe der Exzentrizitäten der Exzenterbuchsen nicht übersteigt. Die Exzentrizität der übereinanderliegenden Bohrungen sowie der Exzenterbuchsen kann dabei in Betrag und Richtung definiert werden, wobei die Richtung der Exzentrizität durch einen Winkel zwischen einem Referenzlot bzw. einer Referenzrichtung einerseits und der Richtung der Exzentrizität definiert werden kann. Die Richtung der Exzentrizität stellt dabei einen Strahl dar, der ausgehend von dem eigentlichen Mittelpunkt hin zu der Abweichung durch die Exzentrizität zeigt, sodass zwischen dem Referenzlot, das ebenfalls durch einen Strahl ausgehend von dem Mittelpunkt definiert ist und dem Strahl der Richtung der Exzentrizität ein Exzentrizitätswinkel aufgespannt wird. Das Referenzlot kann dabei beispielsweise das Erdlot sein und zeigt vorzugsweise in entgegengesetzte Richtung der Erdanziehungskraft.

**[0022]** Der Einstellwinkel der Exzenterbuchsen stellt dabei den Winkel dar, um den die Richtung der Exzentrizität der Exzenterbuchsen gegenüber dem Referenzlot gedreht wurde. Entspricht beispielsweise die Exzentrizität der beiden übereinanderliegenden Bohrungen hinsichtlich des Betrages exakt dem Betrag der Exzentrizität der Exzenterbuchse, so entspricht der Einstellwinkel der Richtung der Exzentrizität der beiden übereinanderliegenden Bohrungen.

**[0023]** Erfindungsgemäß ist die Messvorrichtung nun so ausgebildet, dass ein Handgerät vorgesehen ist, das ein Zentrierelement aufweist, das eine zu der ersten Bohrung der beiden übereinanderliegenden Bohrungen korrespondierende Form aufweist und zum Einführen in die erste Bohrung der beiden übereinanderliegenden Bohrungen ausgebildet ist. Durch das Zentrierelement wird das Handgerät bezüglich der ersten Bohrung fixiert und eine Messung der Exzentrizität der beiden übereinanderliegenden Bohrungen kann aufgrund der fixierten mechanischen Zusammenhänge eindeutig bestimmt werden. Das Zentrierelement liegt dabei formschlüssig mit der Innenseite der ersten Bohrung an.

**[0024]** Erfindungsgemäß ist des Weiteren eine Sensoreinrichtung vorgesehen, die zum Ermitteln einer Exzentrizität in Betrag und Richtung der zweiten Bohrung der beiden übereinanderliegenden Bohrungen in Bezug auf die Symmetrieachse des Zentrierelementes ausgebildet ist, da die Symmetrieachse des Zentrierelementes der Symmetrieachse der ersten Bohrung entspricht. Ermittelt die Sensoreinrichtung nun eine Exzentrizität in Betrag und Richtung bezüglich der Symmetrieachse des Zentrierelementes und der zweiten Bohrung, so kann hierbei auf die Exzentrizität der beiden Bohrungen geschlossen werden. Die Sensoreinrichtung ist dabei so eingerichtet, dass sie die Exzentrizität in Betrag und Richtung ermittelt, wenn das Zentrierelement in die erste Bohrung eingeführt ist.

**[0025]** Des Weiteren weist die Messvorrichtung eine Auswerteeinheit auf, die beispielsweise eine mikroprozessorgesteuerte Rechneinheit sein kann. Die Auswerteeinheit kann integraler Bestandteil des Handgerätes sein oder in Form eines externen Messrechners ausgebildet sein, mit dem das Handgerät drahtlos oder drahtgebunden signaltechnisch verbunden ist. Die Auswerteeinheit ist nun eingerichtet, die Einstellwinkel der Exzenterbuchsen bezüglich eines Referenzlotes in Abhängigkeit von dem Betrag und der Richtung der ermittelten Exzentrizität der Bohrungen, die mit Hilfe der Sensoreinrichtung erfasst wurden, und der vorgegebenen Exzentrizität der jeweiligen Exzenterbuchsen zu berechnen, und zwar derart, dass eine gemeinsame Symmetrieachse zwischen beiden Bohrungen gebildet wird, wenn die wenigstens zwei Exzenterbuchsen mit den ermittelten Einstellwinkeln in den Bohrungen eingesetzt sind. Nach dem Einsetzen der Exzenterbuchsen unter dem ermittelten Einstellwinkeln beider Exzenterbuchsen weisen somit beide Bohrungen eine gemeinsame Symmetrieachse auf, die entweder durch die Bohrung selber einerseits, sofern keine Exzenterbuchse eingesetzt ist oder durch die Exzenteröffnung einer Exzenterbuchse andererseits, sofern in die entsprechende Bohrung eine Exzenterbuchse eingesetzt ist, gebildet wird. Diejenige Exzenterbuchse, in die keine weitere Exzenterbuchse eingesetzt wird, bildet somit durch ihre jeweilige Exzenteröffnung letztendlich die verbleibende Bohrung, in die der Passniet eingesetzt wird, um die beiden Bauteile aneinander zu fügen.

**[0026]** Werden zwei Exzenterbuchsen ineinander gesteckt und in eine der Bohrungen eingesetzt, während die gegenüberliegende zweite Bohrung keine Exzenterbuchse eingesetzt wird, so bildet die Innere Exzenterbuchse der ersten Bohrung die Bohröffnung der ersten Bohrung, wobei der Durchmesser der Exzenteröffnung der inneren Exzenterbuchse im Wesentlichen dem Durchmesser der zweiten gegenüberliegenden Bohrung entspricht.

**[0027]** Die Exzenterbuchsen weisen vorzugsweise ein Antriebsprofil auf, das mit einem Werkzeug in Eingriff bringbar ist, wenn die Exzenterbuchsen in die Bohrung oder in eine andere Exzenteröffnung eingesetzt werden, sodass die Exzenterbuchsen auch gedreht und der Einstellwinkel entsprechend eingestellt werden kann, wenn die Exzenterbuchsen bereits in die entsprechende Bohrung oder Öffnung eingesetzt sind. Das Antriebsprofil kann beispielsweise ein Sechskant sein, wodurch sich die Exzenterbuchse mit einem geeigneten Werkzeug, beispielsweise einer Sechskantnuss, verstellen lässt.

**[0028]** Die erforderlichen Einstellwinkel der Exzenterbuchsen lassen sich dabei wie folgt berechnen:

$$\alpha_1 = \alpha - 90^\circ + \varphi/2$$

$$\alpha_2 = \alpha + 90^\circ - \varphi/2$$

wobei  $\alpha_1$  der Einstellwinkel der ersten äußeren Exzenterbuchse und  $\alpha_2$  der Einstellwinkel der zweiten inneren Exzenterbuchse der doppelten Exzenterverbindung darstellt, wobei  $\varphi$  den eingeschlossenen Winkel der durch die maximalen Exzentrizitäten der beiden Exzenterbuchsen definierten Schenkel darstellt und durch

$$\varphi = 2 * \arcsin (r/2e)$$

berechnen lässt.  $r$  stellt dabei den Betrag der Exzentrizitäten der beiden übereinanderliegenden Bohrungen dar, während  $e$  die Exzentrizität der Exzenterbuchse hinsichtlich des Betrages darstellt.

**[0029]** In einer vorteilhaften Ausführungsform ist ein Display vorgesehen, auf dem die ermittelten Einstellwinkel der Exzenterbuchsen, die durch die Auswerteeinheit ermittelt wurden, dargestellt werden, wobei das Display vorzugsweise in dem Handgerät integriert ist. Somit lassen sich bereits während des Messvorgangs die notwendigen Einstellwinkel zur Korrektur der Exzentrizität anzeigen. Hierbei ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn die Messvorrichtung einen digitalen Datenspeicher aufweist, der zum Hinterlegen der ermittelten Exzentrizitäten der beiden übereinanderliegenden Bohrungen in Betrag und Richtung und/oder der ermittelten Einstellwinkel der Exzenterbuchsen für ein oder mehrere die erste und zweite Bohrung aufweisende Bohrungs-paare eingerichtet ist, sodass für jedes Bohrungspaar die ermittelten Exzentrizitäten sowie die notwendigen Einstellwinkel dauerhaft hinterlegt werden können. Diese können dann zu einem späteren Zeitpunkt aufgerufen werden und dienen somit der Protokollpflicht und zu weiteren Kontrollzwecken.

**[0030]** Der digitale Datenspeicher kann dabei Bestandteil der Auswerteeinheit sein, die in das Handgerät integriert oder in einem externen Messrechner vorhanden ist oder der digitale Datenspeicher kann auch integraler

Bestandteil des Handgerätes sein, wodurch sich an dem Handgerät abgespeicherte Exzentrizitäten und/oder Einstellwinkel abrufen lassen.

**[0031]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Handgerät einen Lagesensor zum Ermitteln der Lage des Handgerätes gegenüber dem Referenzlot der Einstellwinkel auf, sodass auch korrekte Einstellwinkel ermittelt werden können, wenn das Handgerät nicht exakt auf das Referenzlot der Einstellwinkel eingestellt ist. Denn mit Hilfe des Lagesensors kann die Lage des Handgerätes ermittelt werden, wodurch die Messung der Exzentrizität der beiden übereinanderliegenden Bohrungen hinsichtlich der vorherrschenden Lage des Handgerätes korrigiert werden kann. Demnach ist die Auswerteeinheit der Messvorrichtung zum Korrigieren des aus der Richtung und dem Betrag der gemessenen Exzentrizität ermittelten Einstellwinkels in Abhängigkeit von der ermittelten Lage des Handgerätes gegenüber dem Referenzlot eingerichtet, was beispielsweise durch Korrektur des Einstellwinkels direkt oder durch Korrektur der Richtung der gemessenen Exzentrizitäten andererseits geschehen kann.

**[0032]** In einer vorteilhaften Ausführungsform weist die Sensoreinrichtung des Handgerätes einen Messtaster auf, der einen an dem Handgerät gelenkig befestigten Grundkörper aufweist, an dessen einem Ende ein Tastkopf vorgesehen ist, der eine zu der zweiten Bohrung korrespondierende Form aufweist, sodass der Tastkopf des Messtasters an der Innenseite der zweiten Bohrung formschlüssig anliegt, wenn das Zentrierelement des Handgerätes in die erste Bohrung eingeführt ist. Die Sensoreinrichtung weist des Weiteren einen Tastsensor auf, der zum Ermitteln einer aufgrund der bestehenden Exzentrizität hervorgerufenen Auslenkung des Grundkörpers des Messtasters in Betrag und Richtung ausgebildet ist, wenn das Zentrierelement des Handgerätes in die erste Bohrung eingeführt ist.

**[0033]** Wird das Zentrierelement des Handgerätes in die erste Bohrung eingeführt, wird hierbei auch der Tastkopf des Messtasters in die gegenüberliegende zweite Bohrung eingeführt, wobei aufgrund der bestehenden Exzentrizität zwischen den beiden Bohrungen der Grundkörper des Messtasters, der gelenkig an dem Handgerät angeordnet ist, von einer Grundstellung, die axial oder koaxial bezüglich der Symmetrieachse der ersten Bohrung ist, in eine Messstellung ausgelenkt, die der Exzentrizität hinsichtlich des Betrages und der Richtung der beiden Bohrungen entspricht. Mit Hilfe des Tastsensors kann diese Richtung und der Betrag der Auslenkung ermittelt werden, wodurch auf die bestehende Exzentrizität der beiden gegenüberliegenden Bohrungen aufgrund des mathematischen Zusammenhangs geschlossen werden kann.

**[0034]** Vorteilhafterweise ist der Tastkopf dabei kugelförmig ausgebildet, wobei der kugelförmige Tastkopf einen Durchmesser aufweist, der dem Innendurchmesser der zweiten Bohrung entspricht. Damit wird der Vorteil erreicht, dass der Tastkopf vollständig an der Innenseite der zweiten Bohrung formschlüssig anliegt und sich darüber hinaus leicht in die zweite Bohrung einführen lässt, während das Zentrierelement in die erste Bohrung eingeführt wird.

**[0035]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist der Grundkörper des Messtasters in der Symmetrieachse des Zentrierelementes, und somit in der Symmetrieachse der ersten Bohrung, wenn das Zentrierelement in der ersten Bohrung eingesetzt ist, gelenkig an dem Handgerät befestigt, sodass eine Auslenkung hinsichtlich des Betrages und der Richtung direkt mit den Werten der Exzentrizität korrespondiert.

**[0036]** In einer alternativen Ausführungsform weist das Handgerät einen bildgebenden Sensor auf, der zum Aufnehmen von Bilddaten bezüglich der zweiten Bohrung eingerichtet ist, wenn das Zentrierelement des Handgerätes in die erste Bohrung eingeführt ist, wobei eine Bildauswerteeinheit vorgesehen ist, die zum Ermitteln der Exzentrizität in Betrag und Richtung in Abhängigkeit von den aufgenommenen Bilddaten eingerichtet ist. Die Bildauswerteeinheit ist dabei so eingerichtet, dass sie die Begrenzung der zweiten Bohrung aus den aufgenommenen Bilddaten erkennen kann, wodurch auf den Mittelpunkt und somit auf die Symmetrieachse geschlossen werden kann. Aufgrund einer Abweichung hinsichtlich des Betrages in der Richtung der Symmetrieachse von dem Bildmittelpunkt kann dann beispielsweise auf eine Exzentrizität geschlossen und die entsprechenden Werte ermittelt werden.

**[0037]** Gemäß Anspruch 9 wird zur Lösung der Aufgabe des Weiteren eine Einstellvorrichtung zum Einstellen der Einstellwinkel der Exzenterbuchsen vorgeschlagen, sodass die von der Messvorrichtung zuvor ermittelten Einstellwinkel dann nach Einsetzen der Exzenterbuchsen in die jeweiligen Bohrungen mit Hilfe der Einstellvorrichtung automatisiert eingestellt werden können. Hierfür weist die Einstellvorrichtung ein Handgerät auf, das wenigstens ein Drehwerkzeug hat, das mit einem Antriebsprofil eine in einer Bohrung eingesteckten Exzenterbuchse formschlüssig in Eingriff bringbar ist, sodass mit Hilfe des Drehwerkzeugs eine Drehbewegung der Exzenterbuchse in der eingesetzten Bohrung ausgeführt werden kann. Die Exzenterbuchse weist hierfür

ein Antriebsprofil auf, das mit dem Drehwerkzeug formschlüssig in Verbindung gebracht werden kann, sodass eine Kraft (Drehmoment) durch das Drehwerkzeug auf die jeweilige Exzenterbuchse übertragbar ist. Ein solches Antriebsprofil kann beispielsweise ein Sechskant sein, während das Drehwerkzeug beispielsweise eine Sechskantnuss ist.

**[0038]** Das Handgerät weist des Weiteren eine Betätigungseinheit auf, die zum Betätigen des Drehwerkzeugs in Abhängigkeit von einem für die entsprechende Exzenterbuchse vorgegebenen Einstellwinkel ausgebildet ist, um den vorgegebenen Einstellwinkel für die entsprechende Exzenterbuchse in der Bohrung einzustellen.

**[0039]** Dabei ist es denkbar, dass der Betätigungseinheit zuvor durch eine manuelle Eingabe der gewünschte Einstellwinkel vorgegeben wird, sodass der Benutzer des Handgerätes direkt am Handgerät durch eine Eingabeeinheit die Einstellwinkel vorgeben kann. Denkbar ist aber auch, dass das Handgerät über eine Kommunikationseinheit verfügt und mit einem externen Messrechner verbunden ist, in dem die Einstellwinkel für die verschiedenen Bohrungen und Exzenterbuchsen hinterlegt sind, sodass das Handgerät die erforderlichen Einstellwinkel aus dem externen Messrechner ausliest. Alternativ oder zusätzlich ist auch denkbar, dass das Handgerät selbst über einen Datenspeicher verfügt, in dem die jeweiligen Einstellwinkel hinterlegt sind.

**[0040]** Vorteilhafterweise weist das Handgerät eine Sensorvorrichtung auf, die zum Erkennen einer die Exzentrizität einer Exzenterbuchse definierenden Markierung ausgebildet ist, wenn das Drehwerkzeug des Handgerätes mit der in der Bohrung eingesetzten Exzenterbuchse formschlüssig in Eingriff steht, wobei eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, die zum Ermitteln des Einstellwinkels der jeweiligen Exzenterbuchse in Abhängigkeit von der erkannten Markierung der jeweiligen Exzenterbuchse eingerichtet ist. Hierdurch wird es möglich, dass das Handgerät selbstständig und automatisiert anhand einer an der Exzenterbuchse angebrachten Markierung die Ausrichtung der Exzentrizität der Exzenterbuchse im eingesetzten Zustand ermittelt, sodass der bereits (gewollte oder ungewollte) eingestellte Einstellwinkel der Exzenterbuchse ermittelt werden kann. Hierbei ist es nun ganz besonders vorteilhaft, wenn die Betätigungseinheit derart ausgebildet ist, dass sie das Drehwerkzeug zum Einstellen des vorgegebenen Einstellwinkels auch in Abhängigkeit eines bereits eingestellten Einstellwinkels betätigt, sodass der bereits eingestellte Einstellwinkel der Exzenterbuchse bei der Betätigung des Drehwerkzeuges zum Einstellen des vorgegebenen Einstellwinkels mitberücksichtigt wird.

**[0041]** Dies hat den entscheidenden Vorteil, dass beim Einsetzen der Exzenterbuchsen das Fachpersonal nicht zwingend hochgenau darauf achten muss, dass die Exzentrizität der Exzenterbuchse exakt in Richtung des Referenzlotes ausgerichtet ist. Somit lassen sich Ungenauigkeiten beim Einsetzen der Exzenterbuchse durch das Fachpersonal mittels des Handgerätes durch selbstständiges Erkennen der Exzentrizität und des Einstellwinkels kompensieren.

**[0042]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Handgerät, ähnlich zu dem Handgerät der Messvorrichtung, einen Lagesensor auf, der zum Ermitteln der Lage des Handgerätes gegenüber einem Referenzlot der Einstellwinkel ausgebildet ist. Die Betätigungseinheit ist nun derart eingerichtet, dass sie das Drehwerkzeug zum Einstellen des Einstellwinkels auch in Abhängigkeit von der ermittelten Lage des Handgerätes betätigt, sodass unabhängig von der Lage des Handgerätes, wenn dieses mit der Exzenterbuchse über das Drehwerkzeug in Eingriff steht, immer der richtige Einstellwinkel in Bezug auf das Referenzlot in der Bohrung eingestellt wird.

**[0043]** Der Lagesensor des Handgerätes (auch der Lagesensor des Handgerätes der Messvorrichtung) kann hierbei ein Dreiachsenbeschleunigungssensor sein, der die Lage des Handgerätes beispielsweise in Bezug auf das Erdlot ermittelt und so eine im Wesentlichen vertikale Abweichung des Handgerätes feststellt.

**[0044]** Da in einer bevorzugten Ausführungsform die Exzenterbuchsen ineinander geschoben werden und somit eine innere Exzenterbuchse in der Exzenteröffnung der äußeren Exzenterbuchse, die dann wiederum in die Bohrung eingesetzt wird, vorgesehen ist, ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn das Handgerät der Einstellvorrichtung wenigstens zwei Drehwerkzeuge hat, wobei ein erstes äußeres Drehwerkzeug vorgesehen ist, das mit einem Antriebsprofil einer ersten (äußeren) Exzenterbuchse in Eingriff bringbar ist, und wobei wenigstens ein zweites inneres Drehwerkzeug vorgesehen ist, das von dem ersten äußeren Drehwerkzeug umschlossen und mit einem Antriebsprofil einer zweiten Exzenterbuchse, die in die Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse eingesetzt ist, in Eingriff bringbar ist. Damit kann das Handgerät über seine Drehwerkzeuge formschlüssig mit den Antriebsprofilen sowohl der ersten als auch der zweiten Exzenterbuchse in Eingriff stehen und zwar gleichzeitig, so dass auch beide Exzenterbuchsen gleichzeitig gedreht und somit der Einstellwinkel eingestellt werden kann. Hierdurch können, wie später noch gezeigt wird, Verstellwege der Symmetrie-

achse der zweiten Exzenterbuchse definiert werden, je nachdem mit welcher Geschwindigkeit die einzelnen Exzenterbuchsen gedreht werden.

**[0045]** Selbstverständlich ist es auch denkbar, dass mehr als zwei Exzenterbuchsen vorgesehen sind, wobei die Anzahl der ineinander geschachtelten Drehwerkzeuge des Handgerätes der Anzahl der gewünschten Exzenterbuchsen entspricht.

**[0046]** Demnach ist die Betätigungseinheit in dieser Ausführungsform zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge in Abhängigkeit von dem für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das jeweilige Drehwerkzeug in Eingriff steht, vorgegebenen Einstellwinkel ausgebildet, um den vorgegeben Einstellwinkel für jede Exzenterbuchse in der Bohrung einzustellen.

**[0047]** Um insbesondere bei einem Laminarflügel aus einem Faserverbundwerkstoff die niedrigen Toleranzwerte des Oberflächenabsatzes im Fügebereich zwischen Flügelvorderkante und Flügeloberschale auch beim Austausch der Flügelvorderkante zu gewährleisten, ist es gegebenenfalls erforderlich, die beiden Bauteile relativ zueinander, insbesondere in vertikaler Richtung, zu verschieben, wenn die Bauteile bereits durch die Exzenterbuchsen und einem Passniet für jede Bohrung miteinander verbunden sind. Um insbesondere ein Beschädigen der Strukturen zu vermeiden, die durch ein fehlerhaftes Verdrehen der Exzenterbuchsen zum Zwecke der Verschiebung der beiden Bauteile entstehen kann, ist es nunmehr ganz besonders vorteilhaft, wenn die Einstellvorrichtung eine Recheneinheit aufweist, die eingerichtet ist, in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln der Exzenterbuchsen, die hierdurch eine gemeinsame Symmetrieachse der Bohrungen bilden, und einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander neue Einstellwinkel der Exzenterbuchsen zu berechnen, die zu der gewünschten Verschiebung der Bauteile in die gewünschte Richtung mit dem gewünschten Betrag führen. Die Recheneinheit ermittelt somit ausgehend von den eingestellten Einstellwinkeln, bei der eine Symmetrieachse zwischen den beiden übereinander liegenden Bohrungen erzeugt wird, so dass der Passniet zum Verbinden der Bauteile durchgeführt werden kann, neue Einstellwinkel, bei der die Bauteile relativ zueinander verschoben werden, wenn die neuen Einstellwinkel entsprechend eingestellt werden.

**[0048]** Demzufolge ist die Betätigungseinheit des Handgerätes in dieser Ausführungsform zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge in Abhängigkeit von dem für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das jeweilige Drehwerkzeug in Eingriff steht, vorgegebenen neuen Einstellwinkel ausgebildet, um die Bauteile bei eingesetzten Exzenterbuchsen und Passniet gemäß der gewünschten Verschiebung relativ zueinander zu verschieben, wenn die Drehwerkzeuge mit den eingesetzten Exzenterbuchsen in Eingriff stehen und zur Einstellung der neuen Einstellwinkel betätigt werden.

**[0049]** Um beim Verstellen der Exzenterbuchsen bei eingesetztem Passniet eine Verschiebung der beiden Bauteile relativ zueinander auf einer vorgegebenen Bahn zu erzwingen, ist es ganz besonders vorteilhaft, wenn die Recheneinheit eingerichtet ist, für jede Exzenterbuchse einen Verstellweg zu berechnen, der die Einstellwinkeländerung über die Zeit von dem aktuellen Einstellwinkel hin zu dem neuen Einstellwinkel beschreibt, wobei die Betätigungseinheit zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge gemäß dem Verstellweg für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das Drehwerkzeug in Eingriff steht, ausgebildet ist. Hierdurch können sich für eine Exzenterbuchse über die Zeit unterschiedliche Winkeländerungen ergeben, wodurch im Zusammenspiel mit der zweiten Exzenterbuchse dann eine vorgegebene Bahn, auf der die beiden Bauteile relativ zueinander verschoben werden, ergibt.

**[0050]** Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass die Recheneinheit zwischen der Ausgangsposition und der Sollposition der Bauteile Zwischenpunkte einfügt, die zusammen die Bahn der Verschiebung der Bauteile ergibt, wobei darauf basierend dann der Verstellweg für jede einzelne Exzenterbuchse ermittelt wird.

**[0051]** Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn die Recheneinheit eingerichtet ist, in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln von Exzenterbuchsen mehrerer übereinanderliegender Bohrungen, d.h. mehrere Bohrungspaare mit jeweils zwei übereinanderliegenden Bohrungen, der Exzentrizität der Exzenterbuchsen sowie einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander festzustellen, ob für jede der übereinanderliegenden Bohrungen (d.h. für jedes Bohrungspaar) ausgehend von dem aktuell eingestellten Einstellwinkel der jeweiligen Exzenterbuchsen die gewünschte Verschiebung durch Einstellen eines neuen Einstellwinkels der jeweiligen Exzenterbuchsen möglich ist oder nicht.

**[0052]** Des Weiteren ist es vorteilhaft, wenn vor dem Berechnen und Einstellen der neuen Einstellwinkel die aktuellen Einstellwinkel mithilfe der Sensorvorrichtung des Handgerätes erkannt werden, so dass basierend

auf diesen aufgrund der Markierung der Exzenterbuchsen erkannten Einstellwinkel der Exzenterbuchsen dann die neuen Einstellwinkel zur Verschiebung der Bauteile relativ zueinander ermittelt werden. In diesem Falle wird es nicht notwendig, die zuvor ermittelten Einstellwinkel und dann zunächst eingestellten Einstellwinkel zu hinterlegen, um sie dann zur Berechnung der neuen Einstellwinkel zwecks Verschiebung der Bauteile aus dem Datenspeicher abzurufen.

**[0053]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Handgerät der Einstellvorrichtung ein Passniet-Setzwerkzeug auf, das von dem innersten Drehwerkzeug für die Exzenterbuchse umschlossen ist und zum Anziehen und Fixieren des in die Bohrung eingeführten Passnietes ausgebildet ist, wobei das Passniet-Setzwerkzeug mit einem Antriebsprofil eines Schließrings in Eingriff bringbar ist und zum Anziehen des auf den Passniet aufgesetzten Schließrings ausgebildet ist. Hierdurch wird der Passniet in die Bohrung und Öffnung der jeweiligen Exzenterbuchse fest angezogen und fixiert, so dass die Bauteile sowohl form- als auch kraftschlüssig miteinander verbunden sind.

**[0054]** Erfindungsgemäß wird außerdem ein Fügeverfahren zum Verbinden zweier Bauteile durch in übereinanderliegenden Bohrungen der Bauelemente geführte Passniete vorgeschlagen, wobei zum Ausgleich eine Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen wenigstens zwei Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, in zumindest eine der Bohrungen eingesetzt werden, um so eine gemeinsame Symmetrieachse zum Einsetzen des Passnietes zu bilden. Erfindungsgemäß ist dabei eine äußere und wenigstens eine innere Exzenterbuchse vorgesehen, wobei die äußere Exzenterbuchse in die Bohrung eingesetzt und die innere Exzenterbuchse in die Exzenteröffnung der äußeren Exzenterbuchse eingesetzt wird.

**[0055]** Bei dem erfindungsgemäßen Fügeverfahren sollen die beiden Bauteile vorzugsweise durch mehrere Bohrungspaare bestehend aus zwei übereinanderliegenden Bohrungen und die durchgeführten Passnieten verbunden werden, wobei die beiden Bauteile vorzugsweise eine Flügelvorderkante einerseits und eine Flügeloberschale oder Flügelkasten sind.

**[0056]** Erfindungsgemäß wird zunächst eine Messvorrichtung, wie vorstehend beschrieben, bereitgestellt. Anschließend werden die beiden zu fügenden Bauteile relativ zueinander positioniert, so dass die Bohrungen des ersten Bauelementes mit den jeweiligen Bohrungen des zweiten Bauelementes übereinanderliegen. Zumindest werden die beiden zu fügenden Bauelemente so relativ zueinander positioniert, dass sie sich im Wesentlichen an ihrer vorgegebenen Fügeposition befinden. Dabei können Abweichungen innerhalb eines vorgegebenen Toleranzrahmens von der vorgegebenen Fügeposition zu einem späteren Zeitpunkt kompensiert werden.

**[0057]** Anschließend wird mithilfe des Handgerätes der Messvorrichtung für jedes Bohrungspaar der übereinanderliegenden Bohrungen die Exzentrizität und der daraus resultierende Einstellwinkel der Exzenterbuchsen mittels des Handgerätes ermittelt. Hierfür wird das Zentrierelement des Handgerätes in eine erste Bohrung eingeführt, so dass bezüglich der ersten Bohrung dann die Exzentrizität zu der korrespondierenden gegenüberliegenden zweiten Bohrung mithilfe des Handgerätes ermittelt und der daraus resultierende Einstellwinkel der ineinander einzusetzenden Exzenterbuchsen berechnet werden kann.

**[0058]** Nachdem die Einstellwinkel der Exzenterbuchsen für wenigstens ein Bohrungspaar ermittelt wurden, werden die Exzenterbuchsen in die jeweilige Bohrung eingesetzt und der entsprechende Einstellwinkel eingestellt, so dass die Symmetrieachse der Exzenteröffnung der innersten Exzenterbuchse mit der Symmetrieachse der gegenüberliegenden zweiten Bohrung des Bohrungspaares entspricht und somit beide Bohrungen eine gemeinsame Symmetrieachse bilden. Anschließend kann nun der Passniet in die Bohrung eingesetzt werden, da nunmehr beide Bohrungen aufgrund der eingestellten Exzenterbuchsen, axial fluchten und der Passniet nunmehr formschlüssig in die Bohrungen eingeführt werden kann. Durch Anziehen eines Schließrings können somit die Bauteile fest verbunden werden mittels einer Schraubverbindung.

**[0059]** Mithilfe des Fügeverfahrens und der bereitgestellten Messvorrichtung wird es somit möglich, Bauteile bezüglich ihrer Fügeposition relativ zueinander zu positionieren und dann für jedes Bohrungspaar der übereinanderliegenden Bohrungen die Exzentrizität und die notwendigen Einstellwinkel zur Kompensation der Exzentrizität zu ermitteln, so dass anschließend in einem weiteren Arbeitsschritt die Exzenterbuchsen eingesetzt und auf die berechneten Einstellwinkel eingestellt werden können, so dass dann für jedes Bohrungspaar eine gemeinsame Symmetrieachse gebildet wird, die dazu führt, dass der Passniet überhaupt formschlüssig in die Bohrung eingesetzt werden kann. Hierdurch lässt sich insbesondere eine Flügelvorderkante mit der Flügeloberschale oder dem Flügelkasten in kürzester Zeit verbinden, ohne dass die entsprechenden Bohrungen angepasst werden müssen. Insbesondere entfällt der Schritt des Übertrags und Aufbohrens der Passbohrung, so dass ein Austausch einer Flügelvorderkante innerhalb einer Nachtschicht möglich wird.

**[0060]** Dabei ist es denkbar, dass zunächst sämtliche Bohrungspaare der übereinanderliegenden Bohrungen durchgemessen werden, um die einzelnen Einstellwinkel der Exzenterbuchsen ermitteln zu können. Diese werden dann in einem Messrechner bzw. Datenspeicher hinterlegt und können dann zu einem späteren Zeitpunkt ausgelesen werden. Denkbar ist aber auch, dass gleich nach dem Durchmessen eines Bohrungspaars sofort die Exzenterbuchse danach eingesetzt wird und die zuvor ermittelten Einstellwinkel eingestellt werden.

**[0061]** Hierbei ist es vorteilhaft, wenn auch eine Einstellvorrichtung, wie vorstehend beschrieben, bereitgestellt wird, wobei nach dem Einsetzen der Exzenterbuchsen in die jeweilige Bohrung die Drehwerkzeuge des Handgerätes mit dem Antriebsprofil der jeweiligen Exzenterbuchsen formschlüssig in Eingriff gebracht werden und durch Betätigen der Betätigungseinheit die vorgegebenen Einstellwinkel der entsprechenden Exzenterbuchse in der Bohrung eingestellt werden. Hierdurch lässt sich auch der Prozess des Einstellens der Einstellwinkel automatisieren.

**[0062]** Dabei ist es vorteilhaft, wenn nach dem Ermitteln der Einstellwinkel der beiden Exzenterbuchsen zunächst die erste äußere Exzenterbuchse in die Bohrung eingesetzt und der Einstellwinkel eingestellt wird, und anschließend dann in die Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse die zweite Exzenterbuchse eingesetzt und der entsprechende Einstellwinkel eingestellt wird.

**[0063]** Gemäß Anspruch 19 wird darüber hinaus ein Justierverfahren zum Einstellen zweier verbundener Bauelemente vorgeschlagen, wobei die Bauelemente mit wenigstens zwei Exzenterbuchsen gemäß der vorstehenden Art mittels Passnieten miteinander verbunden sind. Das erfindungsgemäße Justierverfahren kann dabei auch nachträglich zu dem Fügeverfahren angewendet werden oder auch separat für eine spätere Verstellung der beiden Bauteile relativ zueinander, jedoch vor dem finalen Anziehen des auf den Passniet aufgesetzten Schließrings.

**[0064]** Erfindungsgemäß ist hierbei vorgesehen, dass eine Einstellvorrichtung der vorstehenden Art bereitgestellt wird, die eine Recheneinheit hat, die eingerichtet ist, in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln der Exzenterbuchsen und einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander neue Einstellwinkel der Exzenterbuchsen zu berechnen, wobei die Betätigungseinheit zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge in Abhängigkeit von den für die jeweilige Exzenterbuchse vorgegebenen neuen Einstellwinkel ausgebildet ist, um die Bauteile bei eingesetzten Exzenterbuchsen und Passniet der gewünschten Verschiebung relativ zueinander zu verschieben.

**[0065]** Basierend auf einer vorgegebenen Verschiebung der Bauteile relativ zueinander in Betrag und Richtung wird dann für jedes Bohrungspaar mit eingesetzten Exzenterbuchsen jeweils ein neuer Einstellwinkel für die Exzenterbuchsen berechnet und ggf. in einem Zwischenspeicher zwischengespeichert. Anschließend werden die Drehwerkzeuge des Handgerätes mit den Antriebsprofilen der jeweiligen Exzenterbuchsen formschlüssig in Eingriff gebracht, wobei dann die Betätigungseinheit betätigt wird, die dann gemäß der vorgegebenen neuen Einstellwinkel durch Drehen der Drehwerkzeuge die Exzenterbuchsen dreht und auf die neu berechneten Einstellwinkel einstellt. Durch das Drehen der Exzenterbuchsen bei eingezogenem Passniet erfolgt dabei eine Verschiebung der Bauteile relativ zueinander, so dass hier beispielsweise die Fügeposition der beiden Bauteile relativ zueinander nachjustiert werden kann.

**[0066]** Dabei wird vorteilhafterweise zunächst der Passniet eingezogen und der Schließring aufgesetzt und teilweise angezogen, und zwar derart, dass die Bauteile noch relativ zueinander verschiebbar sind. Nach der Einstellung, d.h. ggf. nach der Verschiebung, wird der Schließring vollständig angezogen und auf seine endgültige Schließkraft gebracht.

**[0067]** Vorteilhafterweise wurden die beiden Bauteile zuvor mittels des vorstehend genannten Fügeverfahrens verbunden, so dass das Justierverfahren dann einen weiteren Arbeitsschritt in dem Fügeverfahren darstellt.

**[0068]** Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die Einstellvorrichtung derart bereitgestellt wird, dass mithilfe der Sensoreinrichtung die Einstellwinkel der Exzenterbuchsen mithilfe des Handgerätes ermittelt und dann basierend hierauf die neuen Einstellwinkel gemäß der Verschiebung berechnet werden. Dies hat den Vorteil, dass keine Kenntnis über die zuvor berechneten Einstellwinkel gemäß der Exzentrizität der Bohrungen hinterlegt sein muss.

**[0069]** Die Erfindung wird anhand der beigelegten Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigen:

**Fig. 1** - Explosionsdarstellung des zugrunde liegenden Verbindungskonzeptes;

**Fig. 2** - Schematische Darstellung einer Exzenterbuchse;

**Fig. 3** - Schematische Darstellung einer Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen;

**Fig. 4** - Geometrische Zusammenhänge der doppelten Exzenterverbindung;

**Fig. 5** - Schematische Darstellung eines Handmessgerätes zur Bestimmung der Exzentrizität;

**Fig. 6** - Schematische Darstellung eines Handgerätes für die Einstellung der Exzenterbuchsen;

**Fig. 7** - Schematische Darstellung des erfindungsgemäßen Handgerätes zur Einstellung der Exzenterbuchsen mit Montage des Passnietes;

Figur 8 - Darstellung einer Verschiebung der beiden Bauteile durch verdrehen der Exzenterbuchsen;

Figur 9 - Darstellung eines Verstellweges bezüglich der Verschiebung in **Fig. 8**.

**[0070]** **Fig. 1** zeigt schematisch das zugrunde liegende Verbindungskonzept. Demnach soll ein erstes Bauteil **1** mit einem zweiten Bauteil **2** mittels eines Passnietes **3** verbunden werden, der durch zwei übereinanderliegende Bohrungen **4** und **5** eines Bohrungspaares geführt und mithilfe eines Schließrings **6** fest angezogen werden soll. Die erste Bohrung **4** ist dabei in dem ersten Bauteil **1** vorgesehen, während die zweite Bohrung **5** in dem zweiten Bauteil **2** vorgesehen ist. Dabei ist insbesondere vorgesehen, dass eine der beiden Bohrungen einen größeren Durchmesser aufweist, als die andere Bohrung, um so genügend Platz für die Exzenterbuchsen und den Ausgleich der Exzentrizitäten zu haben. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** weist dabei die erste Bohrung **4** in dem ersten Bauteil **1** einen größeren Durchmesser auf, als die zweite Bohrung **5** des zweiten Bauteils **2**.

**[0071]** Die Bauteile **1** und **2** können beispielsweise eine Flügelvorderkante und eine Flügelschale bzw. ein Flügelkasten sein, wobei das hier dargestellte Verbindungskonzept ein innenliegendes Verbindungskonzept darstellt und die gezeigten Ausschnitte der beiden Bauteile **1** und **2** keine strömungsrelevanten Teile darstellen. So ist es beispielsweise denkbar, dass das erste Bauteil **1** eine Flügelvorderkante ist, deren nach innen abgewinkeltes L-Profil im Ausschnitt der **Fig. 1** dargestellt ist, während das zweite Bauteil **2** eine Flügeloberschale oder einen Flügelkasten darstellt, dessen ebenfalls nach innen abgewinkeltes L-Profil hier im Ausschnitt der **Fig. 1** dargestellt ist.

**[0072]** Zum Schutz der ursprünglichen Bohrungen **4** und **5** sind Schutzhülsen **7** vorgesehen, die zunächst in die Bohrungen **4** und **5** eingeschoben werden. Im Sinne der vorliegenden Anmeldung wird dabei immer von einer Bohrung gesprochen, auch wenn in dieser Bohrung eine entsprechende Schutzhülse vorgesehen ist. Im Sinne der vorliegenden Erfindung wird die Schutzhülse als integraler Bestandteil der Bohrung angesehen.

**[0073]** Zum Ausgleich einer bestehenden Exzentrizität der beiden Bohrungen **4** und **5** ist vorgesehen, dass in die größere der beiden Bohrungen, im Ausführungsbeispiel der **Fig. 1** die erste Bohrung **4**, zwei ineinander geschobene Exzenterbuchsen **8** und **9** eingeschoben werden, die ebenfalls eine Exzentrizität aufweisen und somit die bestehende Exzentrizität der beiden Bohrungen **4** und **5** durch eine geeignete Stellung ausgleichen sollen. Die erste, äußere Exzenterbuchse **8** wird dabei direkt in die erste Bohrung **4** des ersten Bauteils **1** eingesetzt, während die Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse **8** in eine zweite, innere Exzenterbuchse **9** eingesetzt wird.

**[0074]** **Fig. 2** zeigt schematisch die Darstellung einer Exzenterbuchse **10**. Auf der linken Seite ist die Exzenterbuchse in einer Draufsicht dargestellt, während auf der rechten Seite ein Schnitt durch die Mitte dargestellt ist. Die Exzenterbuchse **10** weist einen Hülsenkörper **11** auf, der eine zu der Bohrung oder Öffnung, in die die Exzenterbuchse eingesteckt werden soll, korrespondierende Form aufweist. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** hat der Hülsenkörper **11** eine kreisrunde Form und ist damit ein zylindrischer Körper mit einem Durchmesser, der dem Durchmesser der Bohrung oder Öffnung, in die die Exzenterbuchse eingesteckt werden soll, entspricht.

**[0075]** An dem Hülsenkörper **11** ist des Weiteren ein Antriebsprofil **12** vorgesehen, das mit einem Drehwerkzeug, beispielsweise einem Schraubenschlüssel oder einer Nuss, in Eingriff bringbar ist, um ein Drehmoment auf die Exzenterbuchse **10** übertragen zu können. Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 2** ist das Antriebsprofil ein Sechskant.

**[0076]** Des Weiteren weist die Exzenterbuchse **10** eine Exzenteröffnung **13** auf, die exzentrisch zu dem Hülsenkörper **11** angeordnet ist. Die Richtung der Exzentrizität der Exzenteröffnung **13** in Bezug auf den Hülsenkörper **11** ist dabei mit der Markierung **14** gekennzeichnet.

**[0077]** Die Exzentrizität der Exzenterbuchse **10** ist dabei die Abweichung der Symmetrieachse des Hülsenkörpers **11** von der Symmetrieachse der Exzenteröffnung **13** mit einem vorgegebenen Abstand.

**[0078]** **Fig. 3** zeigt schematisch zwei übereinanderliegende Bohrungen **4** und **5**, wie sie beispielsweise schon in **Fig. 1** gezeigt sind. Die Exzentrizität ergibt sich dabei aus der Abweichung des Mittelpunktes **M<sub>1</sub>**, der den Mittelpunkt der ersten Bohrung **4** darstellt, von dem Mittelpunkt **M<sub>2</sub>**, der den Mittelpunkt der zweiten Bohrung **5** darstellt. Die beiden durch den Mittelpunkt **M<sub>1</sub>** und **M<sub>2</sub>** laufenden Symmetrieachsen der Bohrungen **4** und **5** sind somit koaxial zueinander und bilden keine gemeinsame Symmetrieachse.

**[0079]** Die Exzentrizität dieser beiden Bohrungen kann dabei beispielsweise durch den Winkel  $\alpha$  und dem Betrag  $r$  definiert werden. Der Winkel  $\alpha$  gibt dabei die Richtung der Exzentrizität an, wobei dieser Winkel definiert ist durch die Lotachse  $y$ , die durch den Mittelpunkt **M<sub>1</sub>** der ersten Bohrung verläuft und einem Strahl  $S$ , der ausgehend von dem Mittelpunkt **M<sub>1</sub>** durch den Mittelpunkt **M<sub>2</sub>** der zweiten Bohrung **5** verläuft und somit die Richtung der Exzentrizität anzeigt. Der hierdurch aufgeschlagene Winkel zwischen der Lotachse  $y$  und dem Strahl  $S$  kann als Exzentrizitätswinkel  $\alpha$  bezeichnet werden. Der Abstand zwischen den beiden Mittelpunkten **M<sub>1</sub>** und **M<sub>2</sub>** (absolut) ist der Betrag  $r$  der Exzentrizität, definiert beispielsweise in Form eines Längenmaßes.

**[0080]** **Fig. 4** zeigt die geometrischen Zusammenhänge der doppelten Exzenterverbindung, um die in **Fig. 3** gezeigte Exzentrizität (beispielhaft) zu kompensieren. **M<sub>1</sub>** und **M<sub>2</sub>** stellen dabei die Mittelpunkte der ersten und der zweiten Bohrung, wie in **Fig. 3** gezeigt, dar. Wird die erste Exzenterbuchse in die Bohrung eingesetzt, so ist der Mittelpunkt **M<sub>1</sub>** der ersten Bohrung auch gleichzeitig der Mittelpunkt des Hülsenkörpers der ersten Exzenterbuchse. Der Punkt **P<sub>1</sub>** stellt dabei den Mittelpunkt der Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse dar und weicht von dem Mittelpunkt des Hülsenkörpers der ersten Exzenterbuchse um eine Exzentrizität  $e$  ab.

**[0081]** Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 4** wird dabei davon ausgegangen, dass beide Exzenterbuchsen, die ineinander gesteckt die bestehende Exzentrizität  $r$  ausgleichen sollen, dieselbe betragsmäßige Exzentrizität  $e$  aufweisen.

**[0082]** Wird nun, wie in **Fig. 1** gezeigt, in die Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse eine weitere Exzenterbuchse eingeschoben, so ist der Punkt **P<sub>1</sub>** gleichzeitig der Mittelpunkt des Hülsenkörpers der zweiten Exzenterbuchse, wobei der Mittelpunkt der Exzenteröffnung der zweiten Exzenterbuchse dann dem Mittelpunkt der zweiten Bohrung entspricht, wenn die Exzentrizität  $r$  der beiden Bohrungen durch die Exzenterbuchsen ausgeglichen werden soll. Auch die zweite Exzenterbuchse weist eine Exzentrizität  $e$  auf, bei der der Mittelpunkt des Hülsenkörpers von dem Mittelpunkt der Exzenteröffnung um die Exzentrizität  $e$  abweicht.

**[0083]** Im Ausführungsbeispiel der **Fig. 4**, bei dem beide Exzenterbuchsen die gleiche betragsmäßige Exzentrizität  $e$  aufweisen, um die Exzentrizität  $r$  der Bohrungen auszugleichen, bilden die Punkte **M<sub>1</sub>**, **M<sub>2</sub>** sowie **P<sub>1</sub>** somit ein gleichschenkliges Dreieck mit der Basis der Länge  $r$  und den Schenkeln der Länge  $e$ . Den zwischen den Schenkeln **M<sub>1</sub>-P<sub>1</sub>** und **P<sub>1</sub>-M<sub>2</sub>** eingeschlossenen Winkel  $\varphi$  erhält man nach der folgenden Beziehung:

$$\varphi/2 = \arcsin\left(\frac{r/2}{e}\right) \rightarrow \varphi = 2 \cdot \arcsin\left(\frac{r}{2e}\right)$$

**[0084]** Die Variable  $r$  ist dabei der betragsmäßige Abstand der beiden Bohrungsmittelpunkte, mithin also die betragsmäßige Exzentrizität der Bohrungen,  $\varphi$  ist der Winkel zwischen den Exzenterbuchsen,  $e$  ist die betragsmäßige Exzentrizität der Exzenterbuchsen und  $\alpha$  der Winkel der Exzentrizität  $r$  der beiden Bohrungen. Zwischen **M<sub>1</sub>**, **P<sub>1</sub>** und  $r/2$  wird ein rechtwinkliges Dreieck definiert, mit dem sich  $\varphi/2$  ausrechnen lässt.

**[0085]** Die erforderlichen Einstellwinkel der Exzenterbuchsen  $\alpha_1$  und  $\alpha_2$  ergeben sich zu

$$\alpha_1 = \alpha - 90^\circ + \varphi/2$$

$$\alpha_2 = \alpha + 90^\circ - \varphi/2$$

**[0086]** Selbstverständlich wäre auch eine Berechnung möglich, wenn die Exzentrizitäten der beiden Exzenterbuchsen nicht identisch wären. Der Nachteil hierbei ist allerdings, dass dann eine Bohrungsexzentrizität von 0 nicht mehr einstellbar wäre und es hierfür zusätzlicher Buchsen bedarf.

**[0087]** **Fig. 5** zeigt schematisch die erfindungsgemäße Messvorrichtung **20**, die ein Handgerät **21** aufweist, das in die Auswerteeinheit **22** integriert ist. **Fig. 5** stellt hierzu nur ein Ausführungsbeispiel dar, so dass es ebenfalls im Rahmen der Erfindung liegt, dass die Auswerteeinheit einen separaten Messrechner, mit dem das Handgerät drahtgebunden oder drahtlos verbunden ist, integriert ist.

**[0088]** Das Handgerät **21** weist ein Zentrierelement **23** auf, das einen im Wesentlichen kreisrunden Querschnitt aufweist und hülsenförmig ausgebildet ist. Der Durchmesser des Querschnitts korrespondiert dabei mit der Öffnung der Bohrung **4** des ersten Bauteils. Wird das Handgerät **21** mit dem Zentrierelement **23** in die erste Bohrung **4** des ersten Bauteils **1** eingeschoben bzw. eingeführt, so wird das Handgerät gegenüber dem ersten Bauteil **1** fixiert und darüber hinaus zentriert, so dass die Symmetrieachse des Zentrierelementes **23** mit der Symmetrieachse der ersten Bohrung **4** übereinstimmt.

**[0089]** Das Handgerät **21** weist des Weiteren einen Messtaster **24** auf, um die Exzentrizität zwischen den beiden übereinanderliegenden Bohrungen **4** und **5** ermitteln zu können. Der Messtaster **24** weist hierfür einen Grundkörper **25** auf, der gelenkig an dem Handgerät vorzugsweise in der Symmetrieachse des Zentrierelementes **23** angeordnet ist. An seinem gegenüberliegenden anderen Ende weist der Grundkörper **25** des Messtasters **24** einen Tastkopf **26** auf, der im Ausführungsbeispiel der **Fig. 5** kugelförmig ausgebildet ist und einen Durchmesser aufweist, der dem Durchmesser der zweiten Bohrung **5** des zweiten Bauteils entspricht. Die Länge des Grundkörpers **25** ist dabei so gewählt, dass der Tastkopf **26** in der zweiten Bohrung **5** des zweiten Bauteils formschlüssig anliegt, wenn das Zentrierelement **23** in die erste Bohrung **4** des ersten Bauteils eingeschoben wurde und dort formschlüssig anliegt.

**[0090]** In einer Grundstellung ist der Messtaster **24** mit seinem Grundkörper **25** axial zu der Symmetrieachse des Zentrierelementes **23** ausgerichtet, was dem Fall entspricht, wenn beide Bohrungen eine gemeinsame Symmetrieachse und somit einen gemeinsamen Mittelpunkt hätten. Wird nun das Zentrierelement **23** in die erste Bohrung **4** des ersten Bauelementes eingeschoben und existiert eine Exzentrizität zwischen der ersten Bohrung **4** und der zweiten Bohrung **5**, so wird der Messtaster **24** aufgrund seiner gelenkigen Lagerung des Grundkörpers **25** in eine Messstellung (gezeigt in **Fig. 5**) ausgelenkt, da der Tastkopf **26** nunmehr ebenfalls formschlüssig in der zweiten Bohrung **5** anliegt. Die Auslenkung des Messtasters **24** von seiner Grundstellung in eine Messstellung zeigt dabei die Exzentrizität in Betrag und Richtung an, was gemessen werden kann.

**[0091]** Hierfür weist das Handgerät einen Tastsensor **27** auf, der dazu ausgebildet ist, die Auslenkung des Messtasters **24** in der Messstellung hinsichtlich des Winkels und des Betrages zu detektieren, so dass hierdurch die Exzentrizität der beiden Bohrungen **4** und **5** ermittelt werden kann.

**[0092]** Die von dem Tastsensor **27** detektierten Parameter der Exzentrizität, mithin der Winkel und der Betrag, werden dann an die Auswerteeinheit **22** übertragen, die dann basierend auf den zuvor genannten mathematischen Zusammenhängen die notwendigen Einstellwinkel der Exzenterbuchsen berechnet, um die bestehende Exzentrizität in Betrag und Richtung zu kompensieren und eine gemeinsame Symmetrieachse zwischen den beiden Bohrungen **4** und **5** bilden zu können.

**[0093]** In **Fig. 5** ist darüber hinaus noch ein Lagesensor **28** gezeigt, der die Lage des Handgerätes in Bezug auf das Erdlot ermittelt. Der Lagesensor **28** kann beispielsweise ein Dreiachsbeschleunigungssensor sein, wodurch sich die Lage des Handgerätes im Raum ermitteln lässt. Die aus dem Lagesensor **28** stammende Lage des Handgerätes **21** kann dabei als korrektiv bei der Berechnung der Einstellwinkel der Exzenterbuchsen verwendet werden, da bei einem von dem Erdlot abweichenden Lagewinkel dieser von dem Referenzlot abweichende Winkel die Ermittlung des Winkels der Exzentrizität beeinflusst und verfälscht. Bei einem Referenzlot, das dem Erdlot entspricht, müsste somit das Handgerät immer exakt zu dem Erdlot ausgerichtet in die Bohrung eingesetzt werden. Da dies nicht immer gewährleistet werden kann, kann mithilfe des Lagesensors **28** die Abweichung von diesem Referenzlot in Form eines Winkels bestimmt werden und somit der fehlerhafte Anteil in den Einstellwinkeln basierend auf der fehlerhaften Lage kompensiert werden. Das Referenzlot kann beispielweise das Endlot sein, ist aber nicht zwingend erforderlich. Es ist nur wichtig, dass Mess- und Einstellvorrichtung den gleichen Bezug nutzen.

**[0094]** Auf der rechten Seite in **Fig. 5** ist dabei die Rückseite des Handgerätes gezeigt, die ein Display **29** aufweist, das mit der Auswerteeinheit **22** verbunden ist und die durch die Auswerteeinheit **22** ermittelten Einstell-

winkel der beiden ineinandergeschobenen Exzenterbuchsen anzeigt. Dabei sind verschiedene weitere graphische Hilfsmittel denkbar, die das Erfassen der ermittelten Einstellwinkel verbessert. Die Auswerteeinheit **22** kann des Weiteren ausgebildet sein, die ermittelten Exzentrizitäten und Einstellwinkel für jedes Bohrungspaar mit den beiden übereinanderliegenden Bohrungen in einem digitalen Datenspeicher zu hinterlegen, so dass diese Daten zu einem späteren Zeitpunkt für beispielsweise Justierzwecke zur Verfügung stehen. Der Datenspeicher kann dabei, genau wie die Auswerteeinheit **22**, in einem externen Messrechner ausgelagert sein.

**[0095]** Fig. 6 zeigt schematisch die erfindungsgemäße Einstellvorrichtung **40** die ebenfalls ein Handgerät **41** aufweist. Das Handgerät **41** weist ein erstes, äußeres Drehwerkzeug **42** auf, das mit den Antriebsprofilen der äußeren Exzenterbuchse **8** in Eingriff bringbar ist. Wird das erste Drehwerkzeug **42** in eine Drehbewegung versetzt und steht das erste Drehwerkzeug **42** mit dem Antriebsprofil der ersten Exzenterbuchse **8** in Eingriff, so wird die erste Exzenterbuchse **8** in der entsprechenden Bohrung verdreht.

**[0096]** Das erste Drehwerkzeug **42** kann beispielsweise eine Sechskantnuss sein, die mit dem Sechskant-Antriebsprofil der ersten Exzenterbuchse **8** korrespondiert.

**[0097]** Von dem ersten Drehwerkzeug **42** ist ein zweites, inneres Drehwerkzeug **43** umschlossen, das mit dem Antriebsprofil einer zweiten Exzenterbuchse **9**, die in die Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse **8** eingesetzt wurde, in Eingriff bringbar ist und separat zu dem ersten Drehwerkzeug **42** drehbar vorgesehen ist. Hierdurch lässt sich die zweite Exzenterbuchse **9** in der Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse **8** mithilfe des zweiten Drehwerkzeuges **43** drehen und so in den Einstellwinkel einstellen.

**[0098]** Die Drehwerkzeuge **42** und **43** stehen dabei mit einer Betätigungseinheit **44** in Verbindung, die anhand der vorgegebenen Einstellwinkel der jeweiligen Exzenterbuchsen die Drehwerkzeuge **42** und **43** betätigt, so dass der jeweilige Einstellwinkel eingestellt wird. Die Vorgabe der Einstellwinkel kann dabei manuell durch Eingabe an dem Handgerät erfolgen. Denkbar ist aber auch, dass die Betätigungseinheit **44** diese Daten aus einem externen Datenspeicher eines Messrechners (nicht gezeigt) ausliest.

**[0099]** Wie auch bei der Messvorrichtung der Fig. 5 ist es denkbar, dass ein Lagesensor **45** vorgesehen ist, der mit der Betätigungseinheit **44** in Verbindung steht, um so die Lage des Handgerätes in Bezug auf das Erdlot feststellen zu können. Basierend hierauf wird dann die Drehbewegung der Drehwerkzeuge gesteuert, um so Abweichungen des Handgerätes von dem Referenzlot für das Einstellen der Einstellwinkel zu kompensieren. Denn wird das Handgerät schräg gehalten, d.h. gegenüber dem Referenzlot um einen Winkel verdreht, so würde dies auch zu einer fehlerhaften Einstellung der Einstellwinkel führen. Durch die Ermittlung der Lage des Handgerätes **41** durch den Lagesensor **45** kann dieser Fehler bei der Einstellung des Einstellwinkels kompensiert werden.

**[0100]** Des Weiteren ist eine Sensorvorrichtung **46** vorgesehen, die beispielsweise optisch oder haptisch eine Markierung an den Exzenterbuchsen **8** und **9** detektieren kann, wobei die Markierung die Richtung der Exzentrizität anzeigt. Diese detektierte Markierung an den Exzenterbuchsen kann dann in Bezug zu dem Referenzlot gesetzt werden, wodurch sich ein bereits eingestellter Einstellwinkel feststellen lässt. Basierend auf dem so festgestellten, bereits eingestellten Einstellwinkel kann dann der gewünschte Einstellwinkel durch die Betätigungseinheit **44** eingestellt werden.

**[0101]** Dies ist besonders dann vorteilhaft, um beispielsweise Fehler beim Einsetzen der Exzenterbuchse zu kompensieren. Es muss dabei nicht mehr Rücksicht darauf genommen werden, ob die Exzenterbuchsen bezüglich ihrer Exzentrizität mit dem Referenzlot fluchten. Außerdem kann hierdurch der bereits eingestellte Einstellwinkel detektiert werden, um so beispielsweise eine Verschiebung der Bauteile zueinander zu erreichen.

**[0102]** In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist das Handgerät des Weiteren eine Recheneinheit **47** auf, die in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln der Exzenterbuchsen und einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander neue Einstellwinkel und Winkelverläufe der Exzenterbuchsen berechnet, die dann durch die Drehwerkzeuge **42** und **43** eingestellt werden, wodurch sich die Bauteile relativ zueinander auf eine vorgegebene Bahn verschieben, wenn der Passniet (in Fig. 6 nicht dargestellt) in die Öffnung eingeschoben ist. Die Recheneinheit **47** kann dabei integraler Bestandteil des Handgerätes **41** sein oder in einen externen Messrechner ausgelagert sein. Unter Berücksichtigung sämtlicher Exzentrizitäten und Einstellwinkel aller Bohrungspaare kann darüber hinaus auch festgestellt werden, ob die gewünschte Verschiebung aufgrund der noch möglichen Einstellungen der Exzenterbuchsen überhaupt realisiert werden kann. Dabei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Recheneinheit **47** einen Verstellweg für jede einzelne Exzenterbuchse ermittelt, so dass die Verschiebung auf einer vorgegebenen Bahn erfolgt und

somit die Gefahr von Beschädigungen der Bauteile minimiert wird. Dabei müssen während der Verschiebung, d.h. während des Drehens der Exzenterbuchsen, weder die Winkelgeschwindigkeiten beider Exzenterbuchsen gleich sein noch die Winkelgeschwindigkeit einer Exzenterbuchse über den gesamten Verstellweg hinweg konstant sein.

**[0103]** Beide Exzenterbuchsen werden dann gemäß ihren jeweiligen neuen Einstellwinkeln und entsprechenden Winkelgeschwindigkeiten gleichzeitig verdreht, um die Bauteile zu verschieben.

**[0104]** Fig. 7 zeigt eine Weiterbildung des Handgerätes 41 der Fig. 6, bei dem zusätzlich ein Passniet-Setzwerkzeug 48 vorgesehen ist, das von dem innenliegenden zweiten Drehwerkzeug 43 umschlossen ist und ebenfalls ein Drehwerkzeug aufweist, das mit einer Passschraube 49 in Eingriff bringbar ist. Mithilfe einer Arretierung 50 kann der Passniet 51, der in die beiden fluchtenden Bohrungen eingesetzt wurde, hinsichtlich einer Drehbewegung arretiert werden, so dass die Passschraube 49 durch das Drehwerkzeug des Passniet-Setzwerkzeuges 48 angezogen werden kann.

**[0105]** Dadurch wird es möglich, in ein und demselben Prozessschritt sowohl die Einstellwinkel der Exzenterbuchsen einzustellen, die Passnietschraube 51 einzuführen und dann mithilfe des Passniet-Setzwerkzeuges 48 den Passniet 51 zu fixieren, um die beiden Bauteile form- und kraftschlüssig miteinander zu verbinden.

**[0106]** Fig. 8 zeigt in einem Diagramm die Verschiebung der durch die Exzenterbuchsen gebildeten gemeinsamen Symmetrieachse  $P_A$  in Form einer Ausgangsposition in zu einer Zielposition  $P_z$ . Hierfür werden Zwischenpositionen gebildet, entlang derer letztlich die Verschiebung erfolgen soll. Die ineinander gesteckten Exzenterbuchsen müssen nun so verdreht werden, dass die Symmetrieachse der Exzenterbuchsen entlang der Zwischenpositionen bis zur Zielposition verschoben wird, wobei hierfür Winkel und Verstellweg, wie in Fig. 9 gezeigt, zu berechnen sind. Fig. 9 zeigt dabei zwei Einstellwinkelverläufe 61 und 62, die den Verstellweg der beiden Exzenterbuchsen über die Zeit zeigen. Werden beide Exzenterbuchsen gemäß diesen Einstellwinkelverläufen 61 und 62 gedreht, so werden die Bauteile relativ zueinander linear verschoben.

	x	y	r	$\alpha$	$\varphi/2$	$\alpha_1$	$\alpha_2$
Ausgangsposition	0,20	-0,35	0,40	150°	23,6°	83,6°	216,4°
Zwischenposition 50%	0,20	-0,20	0,28	134,5°	16,3°	60,8°	208,2°
Zielposition	0,20	-0,05	0,20	103,1°	11,8°	24,9°	181,2°

**[0107]** Die obige Tabelle zeigt dabei eine Zwischenposition bei 50% des Verstellweges und die dabei notwendigen Winkel und Exzentrizitäten. Die in der Tabelle gezeigten Parameter sind mit der oben genannten Formel berechnet. Durch eine Interpolation lässt sich die zeitliche Winkelveränderung ermitteln, d.h. die Abhängigkeit des Einstellwinkels in Bezug auf den Verstellweg, so wie in Fig. 9 gezeigt. Das Verfahren kann dabei durch die Festlegung beliebig vieler Zwischenpositionen verfeinert werden und der Verstellwinkelverlauf geglättet werden.

#### Bezugszeichenliste

- 1 - erstes Bauteil
- 2 - zweites Bauteil
- 3 - Passniet
- 4 - erste Bohrung
- 5 - zweite Bohrung
- 6 - Schließring
- 7 - Schutzhülsen
- 8 - erste Exzenterbuchse
- 9 - zweite Exzenterbuchse
- 10 - Exzenterbuchse
- 11 - Hülsenkörper der Exzenterbuchse

- 12 - Antriebsprofil der Exzenterbuchse
- 13 - Exzenteröffnung der Exzenterbuchse
- 14 - Markierung
- 20 - Messvorrichtung
- 21 - Handgerät
- 22 - Auswerteeinheit
- 23 - Zentrierelement
- 24 - Messtaster
- 25 - Grundkörper
- 26 - Tastkopf
- 27 - Tastsensor
- 28 - Lagesensor
- 29 - Display
- 40 - Einstellvorrichtung
- 41 - Handgerät der Einstellvorrichtung
- 42 - erstes Drehwerkzeug
- 43 - zweites Drehwerkzeug
- 44 - Betätigungseinheit
- 45 - Lagesensor
- 46 - Sensorvorrichtung
- 47 - Recheneinheit
- 48 - Passniet-Setzwerkzeug
- 49 - Passschraube
- 50 - Arretierung
- 51 - Passniet
- 61,62 - Einstellwinkelverläufe
- $\alpha$  - Exzentrizitätswinkel der Bohrungen
- y - Referenzlot
- s - Richtung der Exzentrizität
- r - Betrag der Exzentrizität
- e - Exzentrizität der Exzenterbuchsen
- $M_1$  - Mittelpunkt der ersten Bohrung
- $M_2$  - Mittelpunkt der zweiten Bohrung
- $P_1$  - Mittelpunkt der Exzenteröffnung der ersten Exzenterbuchse
- $\alpha_1$  - Einstellwinkel der ersten Exzenterbuchse
- $\alpha_2$  - Einstellwinkel der zweiten Exzenterbuchse
- $\varphi$  - der zwischen den Schenkeln eingeschlossene Winkel

### Patentansprüche

1. Messvorrichtung (20) zum Ermitteln von Einstellwinkeln wenigstens zweier Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, zur Bildung einer gemeinsamen Symmetrieachse zwischen zwei

übereinanderliegenden Bohrungen zweier Bauelemente, die eine Exzentrizität aufweisen und in die die wenigstens zwei Exzenterbuchsen zum Ausgleich der bestehenden Exzentrizität eingesetzt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messvorrichtung (20) ein Handgerät (21) hat, das ein Zentrierelement (23) aufweist, das eine zu der ersten Bohrung (4) der beiden Bohrungen korrespondierende Form aufweist und zum Einführen in die erste Bohrung (4) ausgebildet ist, sodass das Zentrierelement (23) formschlüssig an der Innenseite der ersten Bohrung (4) anliegt, und das eine Sensoreinrichtung aufweist, die zum Ermitteln einer Exzentrizität in Betrag und Richtung der zweiten Bohrung (5) der beiden Bohrungen in Bezug auf die Symmetrieachse des Zentrierelementes (23), wenn dieses in die erste Bohrung (4) eingeführt ist, ausgebildet ist, wobei die Messvorrichtung (20) eine Auswerteeinheit (22) hat, die zum Ermitteln der Einstellwinkel der Exzenterbuchsen in Abhängigkeit von dem Betrag und der Richtung der ermittelten Exzentrizität der Bohrungen und der vorgegebenen Exzentrizität der jeweiligen Exzenterbuchsen eingerichtet ist, um eine gemeinsame Symmetrieachse zwischen beiden Bohrungen zu bilden, wenn die wenigstens zwei Exzenterbuchsen mit dem ermittelten Einstellwinkel in den Bohrungen eingesetzt sind.

2. Messvorrichtung (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Display (29) vorgesehen ist, auf dem die ermittelten Einstellwinkel der Exzenterbuchsen dargestellt werden.

3. Messvorrichtung (20) nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (21) einen Lagesensor (28) zum Ermitteln der Lage des Handgerätes (21) gegenüber einem Referenzlot ( $y$ ) der Einstellwinkel hat, wobei die Auswerteeinheit (22) zum Korrigieren des aus der Richtung und dem Betrag der gemessenen Exzentrizität ermittelten Einstellwinkels in Abhängigkeit von der ermittelten Lage des Handgerätes (21) gegenüber dem Referenzlot ( $y$ ) eingerichtet ist.

4. Messvorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (21) als Sensoreinrichtung einen Messtaster (24) hat, der einen an dem Handgerät (21) gelenkig befestigten Grundkörper (25) aufweist, an dessen einem Ende ein Tastkopf (26) vorgesehen ist, der eine zu der zweiten Bohrung (5) korrespondierende Form aufweist, sodass der Tastkopf (26) des Messtasters (24) an der Innenseite der zweiten Bohrung (5) formschlüssig anliegt, wenn das Zentrierelement (23) des Handgerätes (21) in die erste Bohrung (4) eingeführt ist, wobei ein Tastsensor (27) vorgesehen ist, der zum Ermitteln einer aufgrund der bestehenden Exzentrizität hervorgerufenen Auslenkung des Grundkörpers (25) des Messtasters (24) in Betrag und Richtung ausgebildet ist, wenn das Zentrierelement (23) des Handgerätes (21) in die erste Bohrung (4) eingeführt ist.

5. Messvorrichtung (20) nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Messtaster (24) einen kugelförmigen Tastkopf (26) aufweist, dessen Durchmesser dem Innendurchmesser der zweiten Bohrung (5) entspricht.

6. Messvorrichtung (20) nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Grundkörper (25) des Messtasters (24) in der Symmetrieachse des Zentrierelementes (23) an dem Handgerät (21) gelenkig befestigt ist.

7. Messvorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (21) als Sensoreinrichtung einen bildgebenden Sensor hat, der zum Aufnehmen von Bilddaten bezüglich der zweiten Bohrung (5) eingerichtet ist, wenn das Zentrierelement (23) des Handgerätes (21) in die erste Bohrung (4) eingeführt ist, wobei eine Bildauswerteeinheit vorgesehen ist, die zum Ermitteln der Exzentrizität in Betrag und Richtung in Abhängigkeit von den aufgenommenen Bilddaten eingerichtet ist.

8. Messvorrichtung (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Messvorrichtung (20) einen digitalen Datenspeicher aufweist, der zum Hinterlegen der ermittelten Exzentrizität und/oder der ermittelten Einstellwinkel der Exzenterbuchsen für ein oder mehrere die erste und zweite Bohrung (4, 5) aufweisende Bohrungspaare eingerichtet ist.

9. Einstellvorrichtung (40) zum Einstellen von Einstellwinkeln von Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, zur Bildung einer gemeinsamen Symmetrieachse zwischen zwei übereinanderliegenden Bohrungen zweier Bauelemente, die eine Exzentrizität aufweisen und in die wenigstens zwei Exzenterbuchsen zum Ausgleich der bestehenden Exzentrizität eingesetzt sind, wobei die Einstellvorrichtung (40) ein Handgerät (41) hat, das wenigstens ein Drehwerkzeug aufweist, das mit einem Antriebsprofil einer in eine Bohrung eingesteckte Exzenterbuchse formschlüssig in Eingriff bringbar ist, und das eine Betätigungseinheit (44) aufweist, die zum Betätigen des Drehwerkzeuges in Abhängigkeit von einem für die entsprechende Exzenterbuchse vorgegebenen Einstellwinkel ausgebildet ist, um den vorgegebenen Einstellwinkel für die ent-

sprechende Exzenterbuchse in der Bohrung einzustellen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handwerkzeug wenigstens zwei Drehwerkzeuge hat, wobei ein erstes äußeres Drehwerkzeug (42) vorgesehen ist, das mit einem Antriebsprofil einer ersten Exzenterbuchse (8) in Eingriff bringbar ist, und wobei wenigstens ein zweites inneres Drehwerkzeug (43) vorgesehen ist, das von dem ersten äußeren Drehwerkzeug (42) umschlossen ist und mit einem Antriebsprofil einer zweiten Exzenterbuchse (9), die in die Öffnung der ersten Exzenterbuchse (8) eingesetzt ist, in Eingriff bringbar ist, und wobei die Betätigungseinheit (44) zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge in Abhängigkeit von dem für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das jeweilige Drehwerkzeug in Eingriff steht, vorgegebenen Einstellwinkel ausgebildet ist, um den vorgegebenen Einstellwinkel für die jede Exzenterbuchse in der Bohrung einzustellen.

10. Einstellvorrichtung (40) nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Recheneinheit (47) vorgesehen ist, die eingerichtet ist, in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln der Exzenterbuchsen, die hierdurch eine gemeinsame Symmetrieachse der Bohrung bilden, und einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander neue Einstellwinkel der Exzenterbuchsen zu berechnen, wobei die Betätigungseinheit (44) zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge in Abhängigkeit von dem für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das jeweilige Drehwerkzeug in Eingriff steht, vorgegebenen neuen Einstellwinkel ausgebildet ist, um die Bauteile bei eingesetzten Exzenterbuchsen und einem Passniet (51) gemäß der gewünschten Verschiebung relativ zueinander zu verschieben, wenn die Drehwerkzeuge mit den eingesetzten Exzenterbuchsen in Eingriff stehen.

11. Einstellvorrichtung (40) nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Recheneinheit (47) eingerichtet ist, für jede Exzenterbuchse einen Verstellweg zu berechnen, der eine Einstellwinkeländerung über die Zeit von dem aktuellen Einstellwinkel hin zu dem neuen Einstellwinkel beschreibt, wobei die Betätigungseinheit (44) zum Betätigen der einzelnen Drehwerkzeuge gemäß dem Verstellweg für die jeweilige Exzenterbuchse, mit der das Drehwerkzeug in Eingriff steht, ausgebildet ist.

12. Einstellvorrichtung (40) nach einem der Ansprüche 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Recheneinheit (47) eingerichtet ist, in Abhängigkeit von bereits eingestellten Einstellwinkeln von Exzenterbuchsen mehrerer übereinanderliegender Bohrungen, der Exzentrizität der Exzenterbuchsen sowie einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander festzustellen, ob für jede der übereinanderliegenden Bohrungen ausgehend von dem aktuell eingestellten Einstellwinkel der jeweiligen Exzenterbuchsen die gewünschte Verschiebung durch Einstellen eines neuen Einstellwinkels der jeweiligen Exzenterbuchsen möglich ist.

13. Einstellvorrichtung (40) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (41) einen Lagesensor (28) zum Ermitteln der Lage des Handgerätes (41) gegenüber einem Referenzlot (y) der Einstellwinkel hat, wobei die Betätigungseinheit (44) zum Betätigen des Drehwerkzeuges weiterhin in Abhängigkeit von der ermittelten Lage des Handgerätes (41) ausgebildet ist.

14. Einstellvorrichtung (40) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (41) ein Passniet-Setzwerkzeug (48) aufweist, das von dem innersten Drehwerkzeug für die Exzenterbuchse umschlossen ist und zum Anziehen und Fixieren eines in die Bohrung eingeführten Passnietes (51) ausgebildet ist, wobei das Passniet-Setzwerkzeug (48) mit einem Antriebsprofil eines Schließrings (49) in Eingriff bringbar ist und zum Anziehen des auf den Passniet (51) aufgesetzten Schließrings (49) ausgebildet ist.

15. Einstellvorrichtung (40) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Handgerät (41) eine Sensorvorrichtung hat, die zum Erkennen einer die Exzentrizität einer Exzenterbuchse definierenden Markierung ausgebildet ist, wenn das Drehwerkzeug des Handgerätes mit der in die Bohrung eingesetzten Exzenterbuchse formschlüssig im Eingriff steht, wobei eine Auswerteeinheit (22) vorgesehen ist, die zum Ermitteln des Einstellwinkels der jeweiligen Exzenterbuchse in Abhängigkeit von der erkannten Markierung der jeweiligen Exzenterbuchse eingerichtet ist.

16. Fügeverfahren zum Verbinden zweier Bauelemente durch in übereinanderliegenden Bohrungen der Bauelemente geführte Passniete (51), wobei zum Ausgleich einer Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen wenigstens zwei Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, in zumindest eine der Bohrungen eingesetzt werden, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

- a) Bereitstellen einer Messvorrichtung (20) nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
- b) Positionieren der beiden zu fügenden Bauelemente relativ zueinander, sodass die Bohrungen des ersten Bauelementes mit den jeweiligen Bohrungen des zweiten Bauelementes übereinanderliegen,

- c) Einführen des Zentrierelementes (23) des Handgerätes (21) der Messvorrichtung (20) in eine Bohrung des ersten Bauelementes und Ermitteln einer Exzentrizität bezüglich der korrespondierenden Bohrung des zweiten Bauelementes und der daraus resultierenden Einstellwinkel der Exzenterbuchsen mittels des Handgerätes (21),
- d) Einsetzen wenigstens zweier Exzenterbuchsen in zumindest eine der Bohrungen und Einstellen des jeweils ermittelten Einstellwinkels an den Exzenterbuchsen zur Bildung einer gemeinsamen Symmetrieachse zwischen den jeweiligen übereinanderliegenden Bohrungen, und
- e) Einführen eines Passnietes (51) in die jeweils übereinanderliegenden Bohrungen, um die Bauelemente zu verbinden.

17. Fügeverfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass in die entsprechende Bohrung eine erste Exzenterbuchse und in die erste Exzenterbuchse der Bohrung dann eine zweite Exzenterbuchse eingesetzt wird.

18. Fügeverfahren nach Anspruch 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einstellvorrichtung (40) nach einem der Ansprüche 9 bis 15 bereitgestellt wird, wobei nach dem Einsetzen der Exzenterbuchsen in die jeweilige Bohrung die Drehwerkzeuge des Handgerätes (41) mit dem Antriebsprofil der jeweiligen Exzenterbuchsen formschlüssig in Eingriff gebracht werden und durch Betätigen der Betätigungseinheit die vorgegebenen Einstellwinkel der entsprechenden Exzenterbuchse in der Bohrung eingestellt werden.

19. Justierverfahren zum Einstellen zweier verbundener Bauelemente, die mittels in übereinanderliegenden Bohrungen der Bauelemente durchgeführte Passniete (51) miteinander verbunden sind, wobei zum Ausgleich einer Exzentrizität zweier übereinanderliegender Bohrungen wenigstens zwei Exzenterbuchsen, die jeweils eine vorgegebene Exzentrizität aufweisen, in zumindest eine der Bohrungen eingesetzt sind, die hierdurch eine gemeinsame Symmetrieachse der Bohrung bilden, **gekennzeichnet durch** die Schritte:

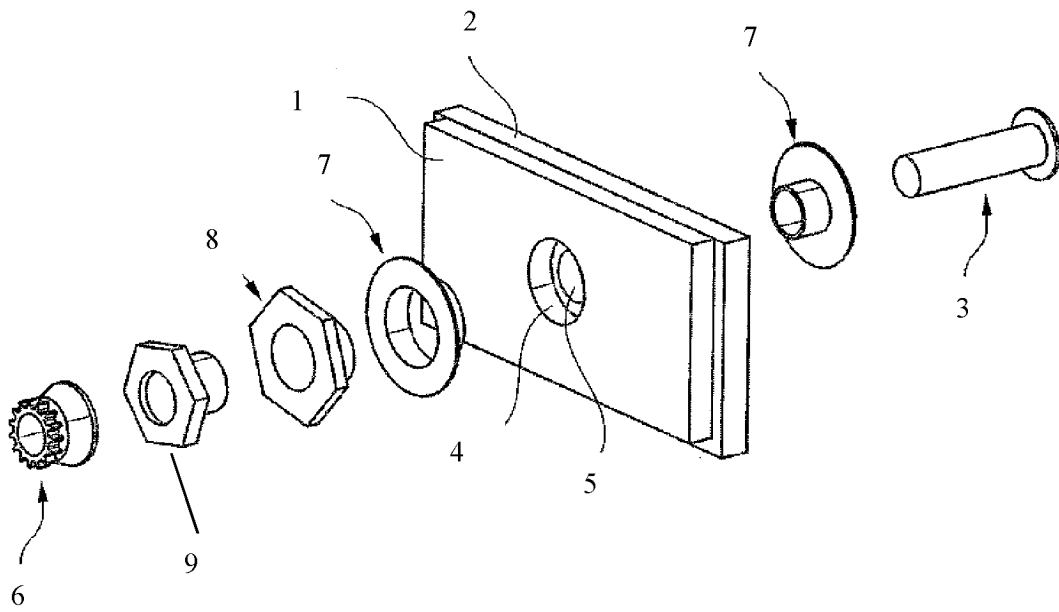
- a) Bereitstellen einer Einstellvorrichtung (40) gemäß einem der Ansprüche 9 bis 15 mit den Merkmalen des Anspruchs 10,
- b) Vorgeben einer gewünschten Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander und Berechnen neuer Einstellwinkel der Exzenterbuchsen mittels der Recheneinheit (47) der Einstellvorrichtung (40),
- c) formschlüssiges in Eingriff bringen der Drehwerkzeuge des Handgerätes (41) mit den Antriebsprofilen der jeweiligen Exzenterbuchsen und Betätigen der Betätigungseinheit, um die neuen Einstellwinkel der entsprechenden Exzenterbuchsen in der Bohrung einzustellen und die gewünschte Verschiebung in Betrag und Richtung der Bauteile relativ zueinander zu bewirken.

20. Justierverfahren nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass die miteinander verbundenen Bauteile zuvor mittels des Fügeverfahrens nach einem der Ansprüche 16 bis 18 verbunden werden.

21. Justierverfahren nach Anspruch 19 oder 20, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einstellvorrichtung (40) nach Anspruch 15 bereitgestellt wird, wobei vor Berechnen der neuen Einstellwinkel mittels des Handgerätes (41) der Einstellvorrichtung (40) die momentan eingestellten Einstellwinkel der jeweiligen Exzenterbuchsen ermittelt werden.

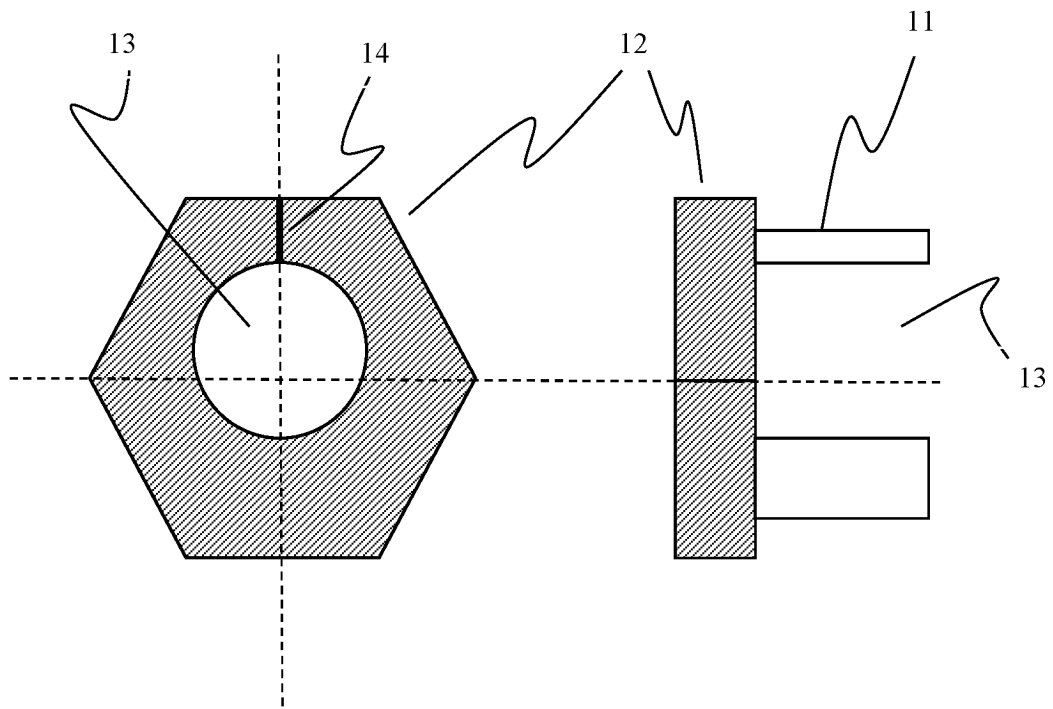
Es folgen 9 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



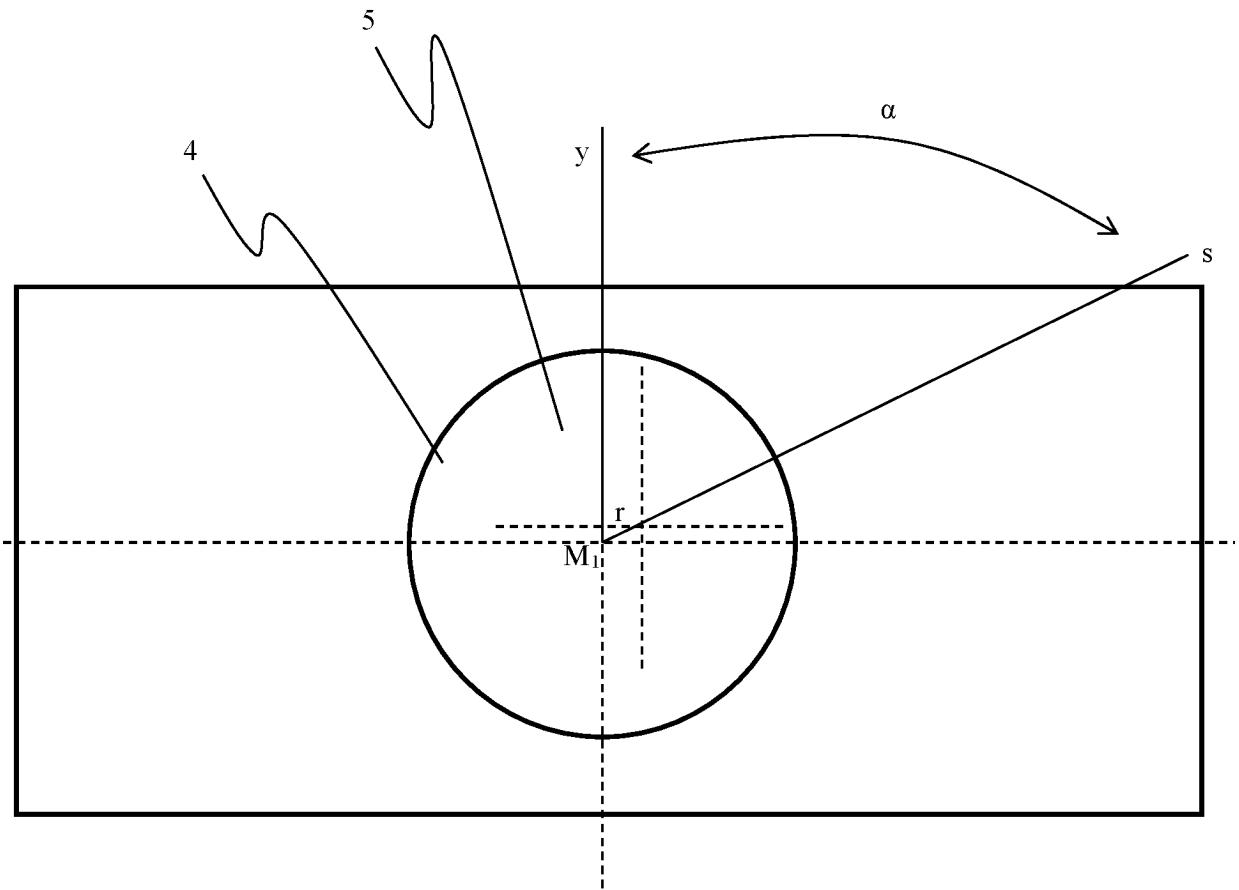
Figur 1

10

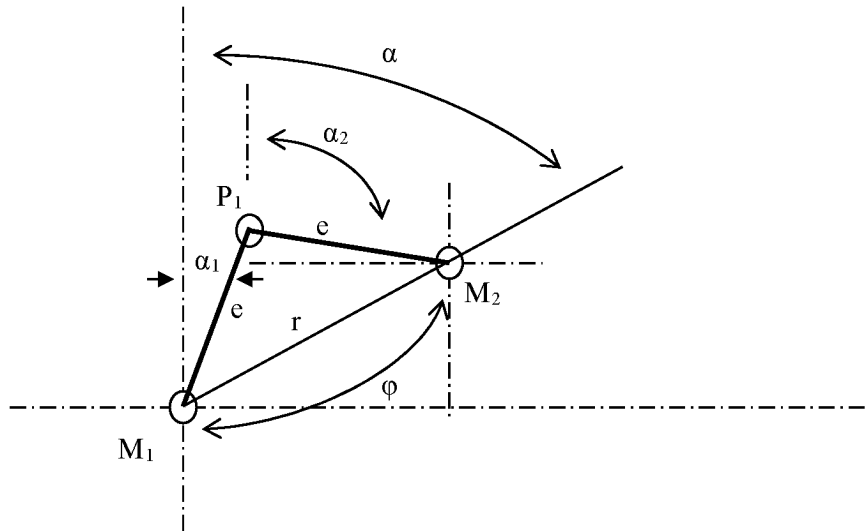


Figur 2

$\alpha$

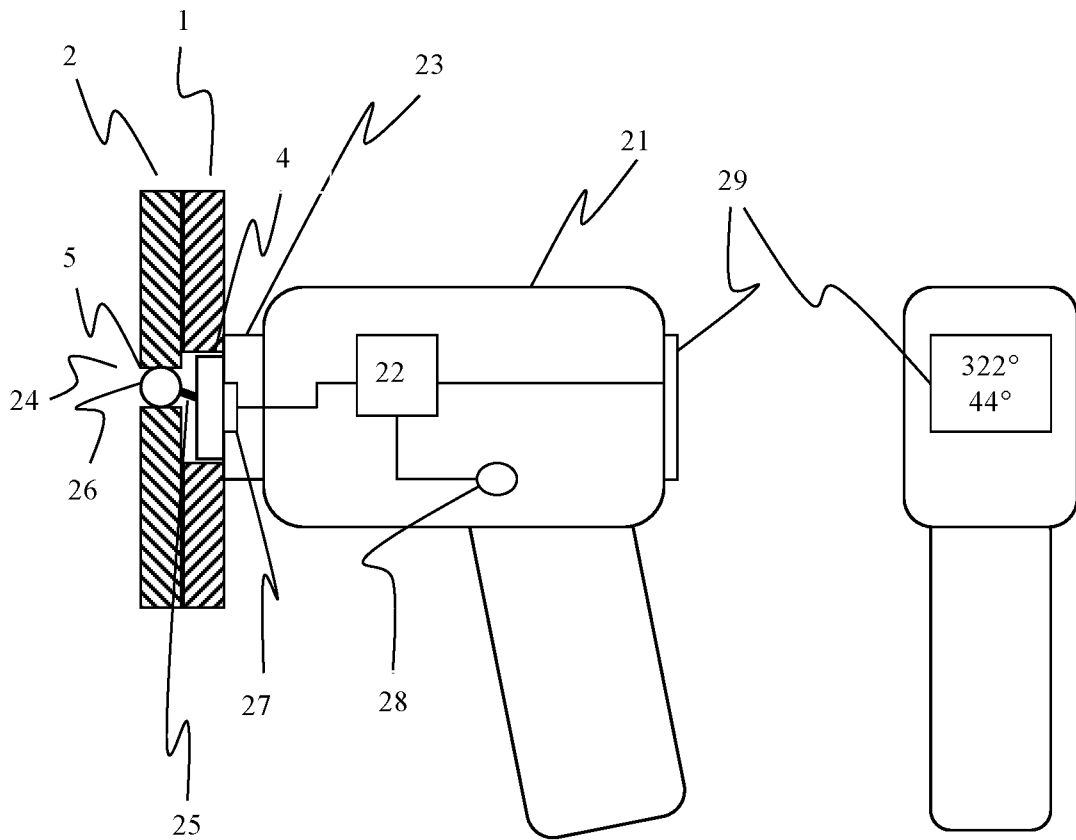


Figur 3

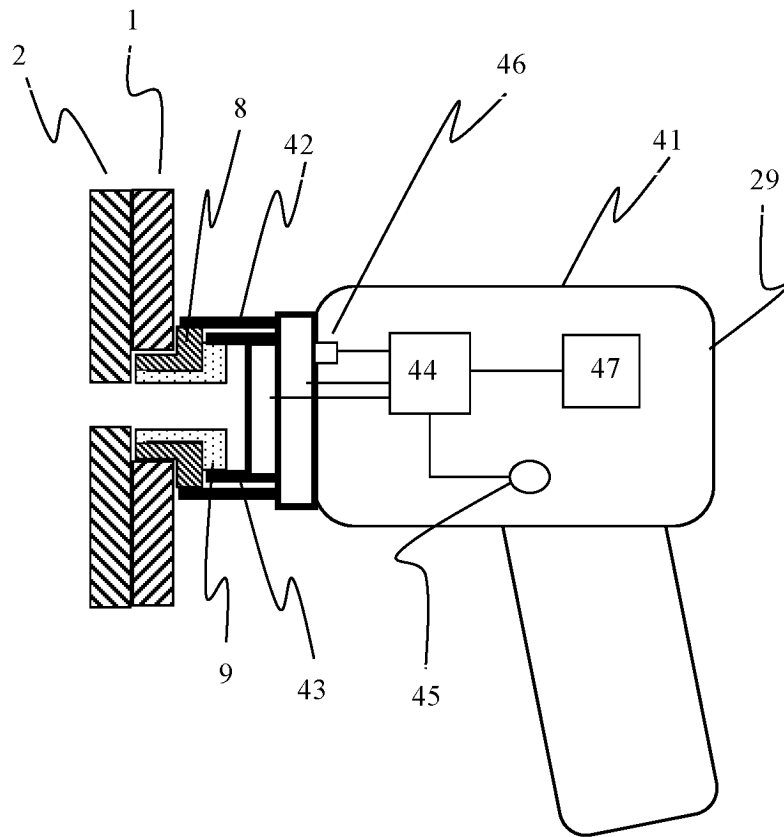


Figur 4

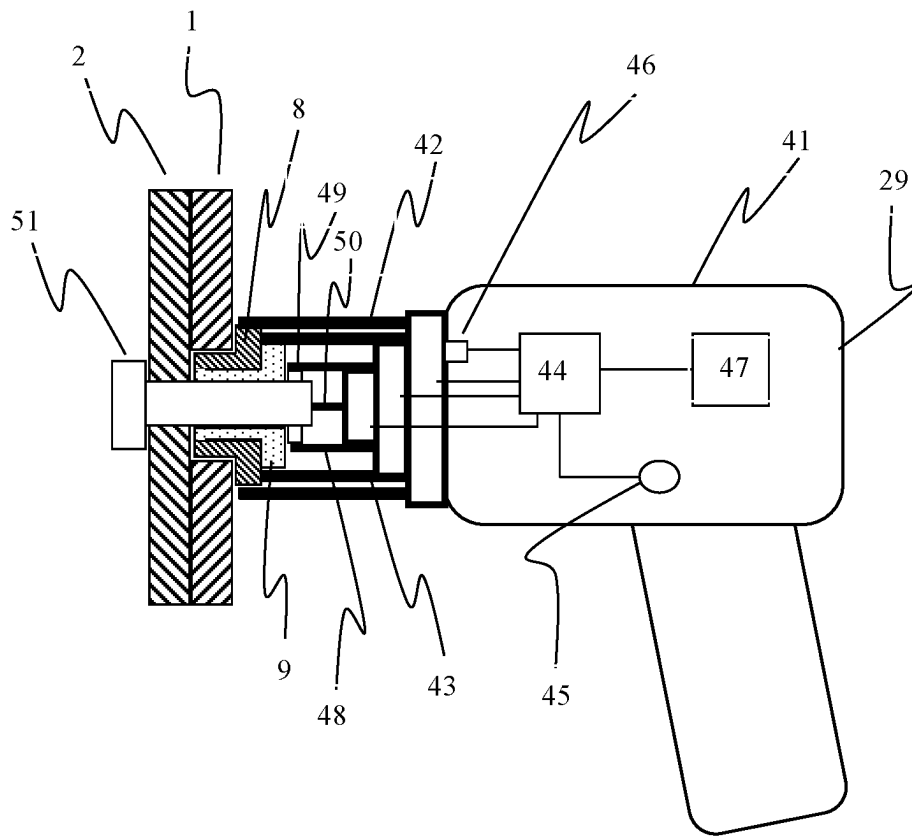
20



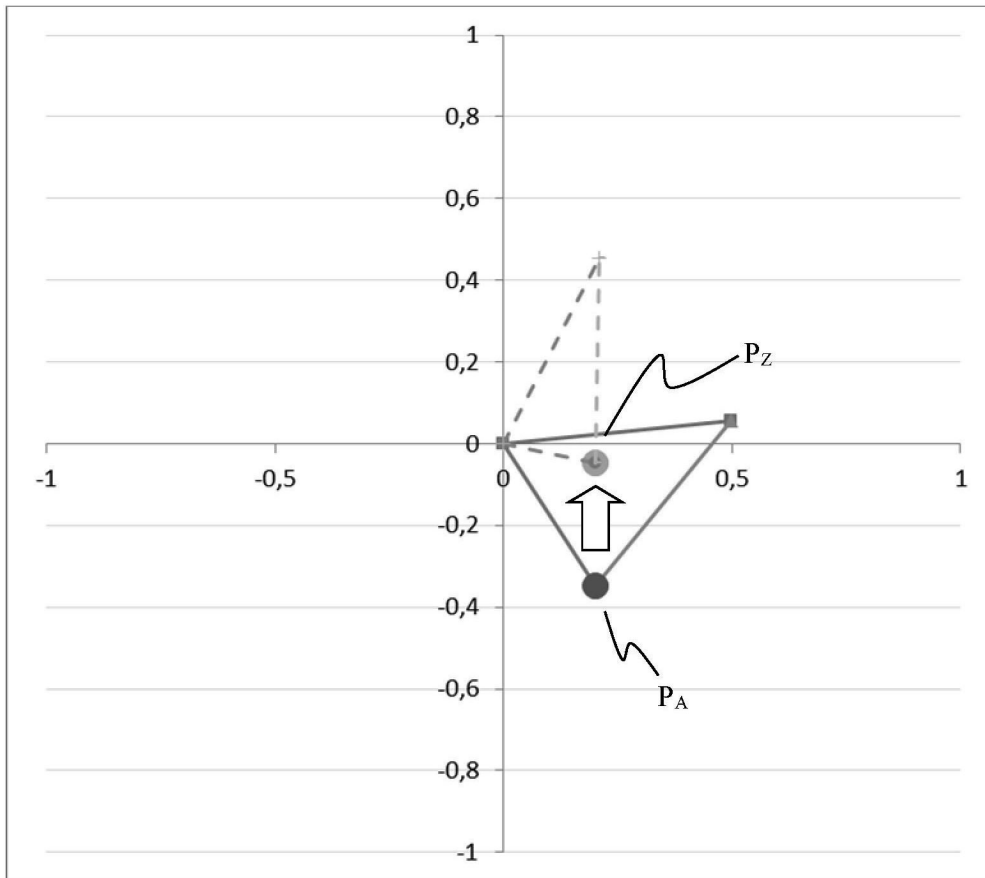
Figur 5



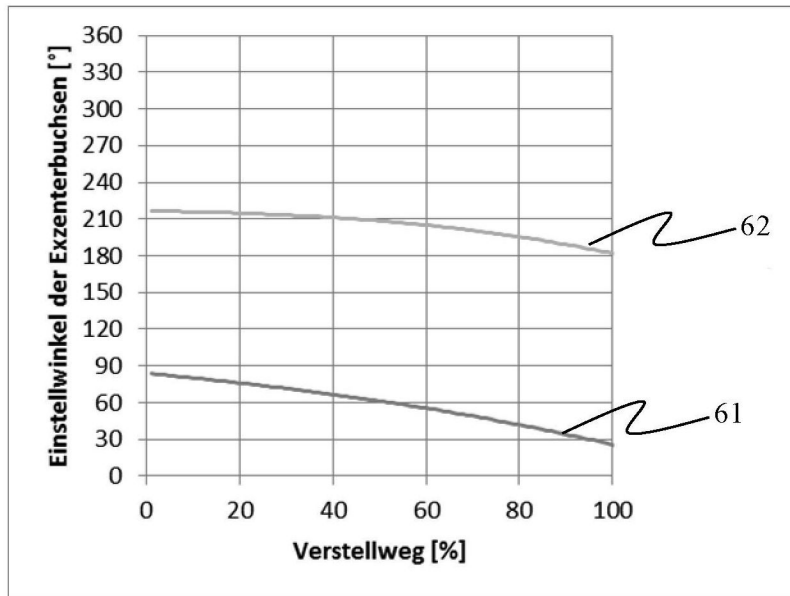
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9