



(10) **DE 10 2019 111 177 A1** 2020.11.05

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 111 177.3**
(22) Anmeldetag: **30.04.2019**
(43) Offenlegungstag: **05.11.2020**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00 (2006.01)**
A61B 17/56 (2006.01)
B21D 7/024 (2006.01)
B21D 7/14 (2006.01)

(71) Anmelder:
Aesculap AG, 78532 Tuttlingen, DE

(72) Erfinder:
Böhler, Lukas, 78120 Furtwangen, DE; Kozak, Josef, 78532 Tuttlingen, DE; Daniol, Mateusz, Kozlow, PL; Alk, Andreas, 78549 Spaichingen, DE

(74) Vertreter:
Hoeger, Stellrecht & Partner Patentanwälte mbB, 70182 Stuttgart, DE

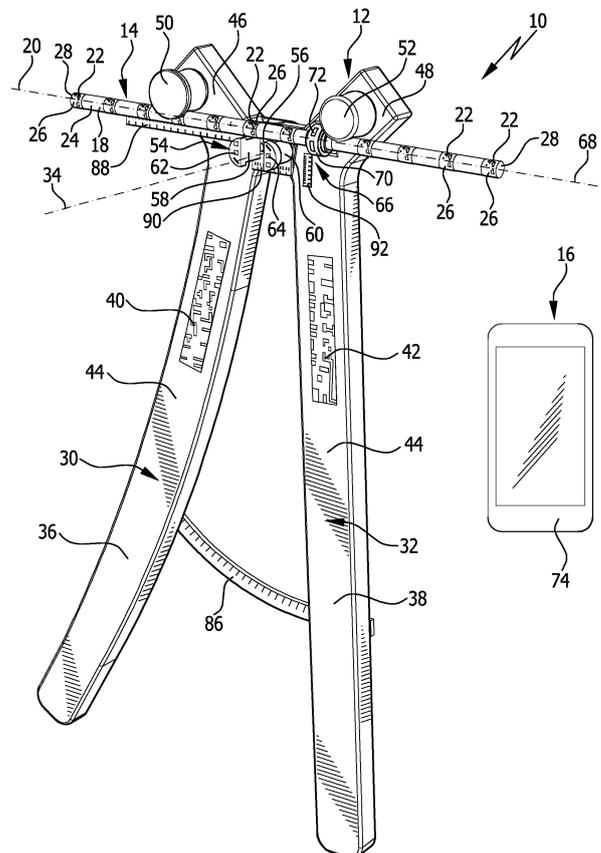
(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 10 2016 115 605 A1

Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Medizintechnisches Biegesystem**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein medizintechnisches Biegesystem zum Biegen eines Biegeobjekts, insbesondere eines Stabes, umfassend mindestens ein Biegeobjekt, eine Biegevorrichtung, mit der das Biegeobjekt biegebar ist, und eine Navigationseinrichtung mit einer Erfassungseinheit und einer Datenverarbeitungseinheit, wobei das Biegeobjekt und die Biegevorrichtung an deren jeweiliger Oberfläche angeordnete oder gebildete Markierungen umfassen, die optisch von der Erfassungseinheit erfassbar sind, wobei die Datenverarbeitungseinheit ausgebildet ist, anhand diesbezüglicher Informationen der Erfassungseinheit mindestens einen Biegeparameter während des Biegevorgangs zu ermitteln.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein medizintechnisches Biegesystem zum Biegen eines Biegeobjektes, insbesondere eines Stabes, umfassend mindestens ein Biegeobjekt, eine Biegevorrichtung, mit der das Biegeobjekt biegsam ist und eine Navigationseinrichtung mit einer Erfassungseinheit und einer Datenverarbeitungseinheit.

[0002] Ein derartiges Biegesystem kommt beispielsweise zum Einsatz, um ein Biegeobjekt in Gestalt eines chirurgischen Stabes zu biegen und von einer Ausgangsform in eine vorgegebene Soll-Form zu bringen. Beispielsweise ist der Stab zum Verbinden von Verbindungselementen vorgesehen, insbesondere chirurgischen Verankerungselementen wie zum Beispiel Pedikelschrauben. Der Stab und die Pedikelschrauben sind beispielsweise Bestandteile eines chirurgischen Fixationssystems, um Wirbel relativ zueinander zu fixieren.

[0003] Beispielsweise muss der Stab dergestalt gebogen werden, dass er an die dreidimensionale Anordnung der Verankerungselemente im Hinblick auf ein optimales Implantationsergebnis angepasst ist. Bekannt ist dabei, die Ist-Form des Stabes optisch zu kontrollieren oder eine Schablone zu verwenden. Bekannt ist ebenfalls, berechnete Werte für die Soll-Form des Stabes mit einem manuellen oder einem automatischen Biegewerkzeug anzupassen.

[0004] Ausführungsformen von Biegevorrichtungen sind beispielsweise in der US 2012/0047980 A1, der US 5,490,409, der EP 3 287 093 A1, der DE 100 45 375 A1, der US 2007/0227216 A1, der US 2005/0262911 A1, der WO 2016/088130 A1, der EP 3 261 564 A1 und der EP 2 910 206 A1 bekannt. In der letztgenannten Druckschrift ist ein System und ein Verfahren beschrieben, mit dem die Positionen der Verankerungselemente zueinander und/oder relativ zu einem Stab ermittelt werden können, um eine bestmögliche Anpassung des Stabes an die Relativpositionen der Verankerungselemente zu gewährleisten.

[0005] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Biegesystem der eingangs genannten Art bereitzustellen, das bei konstruktiver Vereinfachung benutzerfreundlicher handhabbar ist.

[0006] Diese Aufgabe wird bei einem Biegesystem der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Biegeobjekt und die Biegevorrichtung an deren jeweiliger Oberfläche angeordnete oder gebildete Markierungen umfassen, die optisch von der Erfassungseinheit erfassbar sind, wobei die Datenverarbeitungseinheit ausgebildet ist, anhand diesbezüglicher Informationen der Erfassungseinheit

mindestens einen Biegeparameter während des Biegevorgangs zu ermitteln.

[0007] Beim erfindungsgemäßen Biegesystem besteht im Gegensatz zu herkömmlichen Biegesystemen der Vorteil, dass sowohl das Biegeobjekt, insbesondere der Stab, als auch die Biegevorrichtung selbst mindestens eine jeweilige Markierung aufweisen. Demgegenüber kommen bei herkömmlichen Biegesystemen an der Biegevorrichtung und beispielsweise einem Werkzeug für das Biegeobjekt angeordnete chirurgische Markiereinrichtungen in Gestalt sogenannter „Rigid Bodys“ zum Einsatz. Zwar bewähren sich derartige Vorrichtungen in der Praxis, diese Markiereinrichtungen erfordern jedoch zusätzliche Kosten und beanspruchen Raum, was einem Benutzer die Handhabbarkeit erschwert. Im Gegensatz zu andersartigen herkömmlichen automatischen Biegesystemen, die sich nur schwer mobil und steril in einem Operationssaal einsetzen lassen, weist das insbesondere handhabbare erfindungsgemäße Biegesystem eine verbesserte Handhabung auf.

[0008] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das Biegeobjekt und die Biegevorrichtung selbst mindestens eine Markierung umfassen. Dies bietet die Möglichkeit, mittels der Erfassungseinheit die Markierungen zeitabhängig zu erfassen, so dass sowohl das Biegeobjekt als auch die Biegevorrichtung selbst von der Navigationseinrichtung getrackt werden können. Dies bietet insbesondere die Möglichkeit, während des Biegevorgangs mit der Navigationseinrichtung die Ist-Form des Biegeobjektes zu erfassen und dem Benutzer diesbezügliche Hinweise bereitzustellen, um ihm das Biegen des Biegeobjektes in die erforderliche Soll-Form zu erleichtern.

[0009] Günstig ist es, wenn die Markierungen integral in die Oberfläche des Biegeobjektes und/oder der Biegevorrichtung eingebracht oder daran ausgebildet sind. Vorteilhafterweise sind die Markierungen dabei flächige, beispielsweise zweidimensionale Strukturen, die nicht oder unwesentlich über die Oberfläche der Biegevorrichtung und/oder des Biegeobjektes hervortreten.

[0010] Die Markierungen werden beispielsweise durch anodische Oxidation, ein formänderndes Belichtungsverfahren, beispielsweise ablativ mittels eines Ultrakurzpulslasers, oder durch Wasserdruckbeschichtung in die Oberflächen eingebracht. Vorteilhafterweise kommt zum Einbringen oder Ausbilden der Markierungen ein die Biegevorrichtung und/oder das Biegeobjekt nicht materialschädigendes Verfahren zum Einsatz. Die Markierungen beeinflussen vorzugsweise die Sterileigenschaften der Biegevorrichtung und/oder des Biegeobjektes nicht.

[0011] Vorteilhaft kann der Einsatz von Einmal-Elementen für die Markierungen sein, alternativ oder er-

gänzend zu direkten Markierungen des Biegeobjektes und/oder der Biegevorrichtung.

[0012] Vorgesehen sein kann bei einer bevorzugten Ausführungsform, dass die Markierungen separat vom Biegeobjekt und/oder der Biegevorrichtung gebildet und mit diesem bzw. dieser verbunden sind. Dies kann beispielsweise bei einer möglichen Alterung bereits bestehender Markierungen von Vorteil sein, deren Erkennung durch die Navigationseinrichtung erschwert ist. Die separaten Markierungen können zum Beispiel durch Kraftschluss, Formschluss und/oder Stoffschluss aufgebracht werden, beispielsweise mittels Schraub- oder Klickverbindung.

[0013] Günstigerweise werden flächige und insbesondere zweidimensional erstreckte Markierungen eingesetzt.

[0014] Die Markierungen sind bevorzugt so beschaffen, dass sie die Struktur und insbesondere die Stabilität und/oder die Eigenschaften des Biegeobjektes und/oder der Biegevorrichtung zur Sterilisierbarkeit nicht beeinträchtigen.

[0015] Die Navigationseinrichtung ist vorteilhafterweise eine integrierte Navigationseinrichtung oder umfasst eine solche, die die Erfassungseinheit, die Datenverarbeitungseinheit und eine Hinweiseinheit umfasst. „Integriert“ ist vorliegend insbesondere dahingehend zu verstehen, dass die vorstehend genannten Einheiten in einem gemeinsamen Gehäuse oder an einer gemeinsamen Trageinrichtung der Navigationseinrichtung angeordnet sind. Die Hinweiseinheit ist vorteilhafterweise optisch und/oder akustisch und/oder haptisch ausgestaltet und umfasst insbesondere eine ansteuerbare Anzeigeeinheit mit Bildanzeige und/oder einen Lautsprecher.

[0016] Die Navigationseinrichtung ist oder umfasst beispielsweise ein Smartphone, einen Tabletcomputer oder ein am Kopf getragenes Gerät (HMD, head mounted device), zum Beispiel in Gestalt einer Datenbrille. Bei dem HMD werden Hinweise beispielsweise in das Sichtfeld des Benutzers eingeblendet.

[0017] Es versteht sich, dass „Hinweise“ vorliegend Anweisungen an den Benutzer sein können oder Anweisungen umfassen können.

[0018] Vorteilhaft ist es, wenn von der Datenverarbeitungseinheit anhand von Daten einer Sensoreinheit der Navigationseinrichtung eine Soll-Form des Biegeobjektes ermittelbar ist, um eine Mehrzahl von in definierter Relativanordnung angeordneten Verbindungselementen über das Biegeobjekt miteinander verbinden zu können. Beispielsweise kommt zur Bestimmung der Relativpositionen der Verbindungselemente, insbesondere Verankerungselemente und speziell Pedikelschrauben, ein Verfahren zum Ein-

satz, wie es in der EP 2 910 206 A1 beschrieben ist. Die Positionen der Verbindungselemente können einem Benutzer beispielsweise grafisch an der vorstehend genannten Anzeigeeinheit dargestellt werden.

[0019] Vorgesehen sein kann, dass ein Benutzer die erforderliche Soll-Form selbst bestimmt, wobei erforderliche Biegeparameter optional von der Datenverarbeitungseinheit berechnet werden können. Die Berechnung erforderlicher Biegeparameter kann alternativ oder ergänzend vorteilhafterweise ohne Zutun des Benutzers von der Datenverarbeitungseinheit bestimmt werden. Das Material des Biegeobjektes kann bevorzugt zur Bestimmung der Biegeparameter herangezogen werden.

[0020] Von Vorteil ist es, wenn in einer Speichereinheit der Navigationseinrichtung eine vorgebbare Soll-Form des Biegeobjektes gespeichert ist, insbesondere ermittelt auf eine der vorstehend erläuterten Arten, und wenn an einer Hinweiseinheit der Navigationseinrichtung Hinweise an den Benutzer im Hinblick auf mindestens eines der Folgenden ausgegeben werden:

- Hinweise zur Bedienung der Biegevorrichtung, wobei Werte des mindestens einen Biegeparameters ermittelt werden und anhand dessen die Ist-Form des Biegeobjektes bestimmt und mit der Soll-Form verglichen wird, wobei vorzugsweise Hinweise bereitgestellt werden, wenn der Wert des mindestens einen Biegeparameters einen Soll-Wert aufweist oder sich von diesem unterscheidet. Der Benutzer kann über die Hinweiseinheit davon in Kenntnis gesetzt werden, ob der Wert des mindestens einen Biegeparameters dem erforderlichen Wert entspricht, damit das Biegeobjekt in die Soll-Form überführt werden kann.

- Hinweise betreffend die Auswahl eines Biegeobjektes aus einer Menge verfügbarer Biegeobjekte. Beispielsweise kann dem Benutzer an der Hinweiseinheit das am besten geeignete Biegeobjekt vorgeschlagen werden.

[0021] Günstigerweise werden die Markierungen von der Erfassungseinheit während des Biegevorgangs erfasst, die Biegevorrichtung und das Biegeobjekt können dementsprechend während des Biegevorgangs getrackt werden. Dies gibt die Möglichkeit einer laufenden Bestimmung der Ist-Form des Biegeobjektes und günstigerweise einer laufenden Überwachung der Ist-Form, um den Benutzer zur Bedienung des Biegesystems anzuleiten, wie das Biegeobjekt die gewünschte Soll-Form erhält.

[0022] Dabei werden von der Datenverarbeitungseinheit vorteilhafterweise Hinweise an den Benutzer bereitgestellt betreffend die Ist-Form des Biegeobjektes, insbesondere den Ist-Wert des mindestens

eines Biegeparameters und den gewünschten Soll-Wert mindestens eines Biegeparameters.

[0023] Vorteilhafterweise ist die Datenverarbeitungseinheit ausgebildet, den Benutzer über einen definierten Ablaufplan (Workflow o.Ä.) zum Biegen des Biegeobjektes anzuleiten. Beispielsweise unterbreitet die Datenverarbeitungseinheit dem Benutzer an der Hinweiseinheit Hinweise, welcher Biegeparameter - speziell Biegeposition, Biegeradius und Biegewinkel sowie erforderlichenfalls Biegeebene - als nächstes umgesetzt werden sollte, um das Biegeobjekt in die gewünschte Soll-Form zu bringen.

[0024] Vorgesehen sein kann, dass das Biegeobjekt, insbesondere der Stab, Markierungen in Form von Umfangsringen umfasst, die in einer Längsrichtung des Biegeobjektes voneinander beabstandet am Biegeobjekt angeordnet sind. Die Markierungen sind beispielsweise längs einer Längsrichtung, insbesondere einer Achse, des Biegeobjektes voneinander beabstandet und erstrecken sich zumindest über einen Teilumfang bezüglich der Achse. Günstigerweise ist zumindest eine Markierung so beschaffen, die Orientierung des Biegeobjektes bezüglich der Achse ermitteln zu können.

[0025] Günstig ist es, wenn die Biegevorrichtung Markierungen in Form von zumindest einem der Folgenden umfasst:

- flächig erstreckte Markierungen an Oberflächen von Branchen der Biegevorrichtung, insbesondere zur Überwachung eines Biege winkels als Biegeparameter;
- mindestens eine Markierung an einer Rotationsaufnahme, mit der das Biegeobjekt an der Biegevorrichtung um eine Achse drehbar gehalten ist, insbesondere zur Überwachung einer Biegeebene als Biegeparameter;
- mindestens eine Markierung an einem Anlageelement zum Anlegen des Biegeobjektes während des Biegevorgangs, insbesondere zur Überwachung mindestens einer Biegeposition und/oder mindestens eines Biegeradius als Biegeparameter.

[0026] Die Datenverarbeitungseinheit zieht günstigerweise mindestens eine Markierung der Biegevorrichtung heran zur Definition eines Referenzkoordinatensystems im Raum, in dem die Position des Biegeobjektes relativ zur Biegevorrichtung bestimmbar ist. Die Einrichtung gesonderter Koordinatensysteme zum Tracken des Biegeobjektes relativ zur Biegevorrichtung ist auf diese Weise nicht erforderlich.

[0027] Günstigerweise bestimmt die Datenverarbeitungseinheit anhand erfasster Markierungen am Biegeobjekt und an der Biegevorrichtung zumindest eines der Folgenden bestimmt:

- die Relativposition des Biegeobjektes und der Biegevorrichtung, zum Beispiel wie vorstehend erläutert;

- die Position des Biegeobjektes an mindestens einem Anlageelement der Biegevorrichtung im Hinblick auf die Biegeposition als Biegeparameter. Beispielsweise werden eine jeweilige Markierung der Biegevorrichtung und des Biegeobjektes herangezogen, um die Biegeposition - durch Anlage des Biegeobjektes am Anlageelement - am Biegeobjekt zu bestimmen.

[0028] Vorteilhafterweise bestimmt die Datenverarbeitungseinheit anhand einer Markierung einer Rotationsaufnahme der Biegevorrichtung die Orientierung des Biegeobjektes relativ zur Biegevorrichtung im Hinblick auf die Biegeebene als Biegeparameter. Beispielsweise ist eine ösenförmige Rotationsaufnahme vorgesehen, durch die hindurch das Biegeobjekt, insbesondere der Stab, hindurchgeführt ist. Die Rotationsaufnahme kann zum Drehen des Biegeobjektes um eine von ihr definierte Achse gedreht werden. Auf diese Weise kann die Biegeebene verändert werden.

[0029] Günstig ist es, wenn die Datenverarbeitungseinheit anhand von Markierungen des Biegeobjektes dessen Ist-Form bestimmt. Beispielsweise werden die vorstehend genannten Umfangsringe von der Navigationseinrichtung erfasst und anhand diesbezüglicher Informationen die Ist-Form berechnet. Die Ist-Form kann vorteilhafterweise zum Vergleich mit der Soll-Form bestimmt werden. Günstigerweise kann dem Benutzer an der Hinweiseinheit ein Hinweis bereitgestellt werden, inwieweit die Ist-Form von der Soll-Form abweicht.

[0030] Die Biegevorrichtung umfasst vorteilhafterweise Anlageelemente für das Biegeobjekt, die im Abstand zueinander positioniert und relativ zueinander verschwenkbar sind, wobei die Anlageelemente an zueinander schwenkbaren Schwenkelementen angeordnet oder gebildet sind, wobei die Datenverarbeitungseinheit vorteilhafterweise anhand von Markierungen an den Schwenkelementen den Biege winkel als Biegeparameter bestimmt.

[0031] Die Schwenkelemente sind vorteilhafterweise Branchen, die schwenkbar aneinander gelagert sind. Dabei ist günstigerweise vorgesehen, dass die Biegevorrichtung handbetätigbar ist. Beispielsweise kann der Benutzer die Branchen mit der Hand ergreifen und relativ zueinander verschwenken, wodurch die Anlageelemente das Biegeobjekt mit einer Biegekraft beaufschlagen. Anhand der Markierungen kann von der Datenverarbeitungseinheit der Biege winkel als Biegeparameter errechnet und insbesondere überwacht werden, bis ein gewünschter Biege winkel erreicht ist.

[0032] Die Biegevorrichtung kann bei einer bevorzugten Ausführungsform ein Begrenzungselement umfassen, mit dem ein Umfang der Verschwenkung der Schwenkelemente relativ zueinander begrenzt ist, wobei an einer Hinweiseinheit ein Hinweis an den Benutzer zum Einstellen des Begrenzungselementes bereitstellbar ist im Hinblick auf die Erzielung eines vorgegebenen Biegewinkels, wenn die Schwenkelemente bis zum Wirksamwerden des Begrenzungselementes verschwenkt werden. Das Begrenzungselement wirkt mit den Schwenkelementen zusammen. Diese können solange relativ zueinander verschwenkt werden, bis das Begrenzungselement wirksam wird. Ist dies der Fall, ist das Biegeobjekt um den gewünschten Biegewinkel gebogen.

[0033] Die Biegevorrichtung kann bevorzugt ein Anlageelement für das Biegeobjekt umfassen, welches zwei in unterschiedlichen Abstand voneinander bringbare Anlageglieder umfasst, wobei je nach Abstand der Anlageglieder voneinander unterschiedliche Biegeradien erzielbar sind. Die Anlageglieder können relativ zueinander verschiebbar sein. Vorgeesehen sein kann, dass die Anlageglieder gemeinsam mit festem Abstand voneinander bewegbar und insbesondere verschiebbar sind, zum Beispiel quer und insbesondere senkrecht zur Richtung der vorstehend genannten Verschiebung. Auf diese Weise kann vorzugsweise der Biegeradius beeinflusst werden. Vorgeesehen sein kann, dass über Markierungen der Abstand der Anlageglieder voneinander und/oder die Position bei der gemeinsamen Bewegung und insbesondere Verschiebung bestimmbar ist.

[0034] Die Biegevorrichtung kann vorteilhafterweise Anzeigeelemente, insbesondere in Form von Skalen, aufweisen, anhand derer der Wert mindestens eines Biegeparameters für den Benutzer ablesbar ist. Auch ohne Navigationseinrichtung besteht auf diese Weise für den Benutzer die Möglichkeit der handhabungsfreundlichen Benutzung der Biegevorrichtung.

[0035] Die nachfolgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

Fig. 1: eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Biegesystems mit einer Biegevorrichtung, eines Biegeobjektes sowie einer schematisch dargestellten Navigationseinrichtung;

Fig. 2: eine Draufsicht auf das Biegesystem aus Fig. 1;

Fig. 3: eine Draufsicht auf eine Anzeigeeinheit der Navigationseinrichtung während des Biegevorgangs;

Fig. 4 bis Fig. 7: weitere Darstellungen entsprechend Fig. 3 während des Biegevorgangs; und

Fig. 8: eine Draufsicht auf die Navigationseinrichtung, an deren Anzeigeeinheit eine Ist-Form mit der Soll-Form des Biegeobjektes vergleichbar dargestellt ist.

[0036] Ein erfindungsgemäßes, in der Zeichnung mit dem Bezugszeichen **10** belegtes Biegesystem umfasst eine Biegevorrichtung **12**, mindestens ein zu biegendes Biegeobjekt **14** und eine Navigationseinrichtung **16**.

[0037] Das Biegeobjekt **14** ist vorliegend ausgestaltet als chirurgischer Stab **18** eines chirurgischen Fixationssystems. Dabei kommt der Stab **18** zum Einsatz, um in der Zeichnung nicht dargestellte Verankerungselemente, insbesondere Knochenschrauben, miteinander zu verbinden. Die Knochenschrauben sind insbesondere an Wirbelkörpern verankert und mittels des Stabes **18** relativ zueinander zu fixieren. Dies erfordert es, dem Stab **18** eine gewünschte Soll-Form durch Biegen zu verleihen. Erforderlich hierfür ist es, den Stab **18** mit der Biegevorrichtung **12** von einer Ausgangsform in die Soll-Form zu überführen. Dies erfolgt unter Einstellung und Beachtung von Biegeparametern, die die Biegeposition am Stab, den Biegewinkel, den Biegeradius und die Biegeebene umfassen.

[0038] Der Stab **18** ist im vorliegenden Fall längserstreckt ausgestaltet und in der Ausgangsform von zylindrischer Gestalt. Dabei definiert der Stab **18** eine Achse **20**.

[0039] Am Stab **18** sind Markierungen **22** aufgebracht. Die Markierungen **22** sind an einer Oberfläche **24** des Stabes **18** angeordnet und integral in dieser gebildet, zum Beispiel mittels anodischer Oxidation, Wasserdruckverfahren oder durch ein materialabtragendes Belichtungsverfahren, insbesondere durch einen Ultrakurzpuls-Laser (insbesondere ps-Laser). Die Markierungen **22** ragen vorzugsweise nicht oder im Wesentlichen nicht über die Oberfläche **24** hervor.

[0040] Günstigerweise beeinträchtigen die Markierungen am Biegeobjekt **14** und an der Biegevorrichtung **12** deren jeweilige Struktur und insbesondere Stabilität nicht, und/oder deren jeweilige Sterilisierbarkeit wird nicht durch die Markierungen beeinträchtigt.

[0041] Die Markierungen **22** sind ausgebildet als Umfangsringe **26**, die in axialer Richtung **20** voneinander beabstandet sind. Dabei sind die Umfangsringe **26** äquidistant zueinander angeordnet. An jeweiligen, einander gegenüberliegenden Endseiten **28** weist der Stab **18** ebenfalls Markierungen **22** auf.

[0042] Es kann vorgesehen sein, dass die Markierungen **22** des Stabes **18** identisch sind oder sich voneinander zumindest teilweise unterscheiden.

[0043] Günstig ist es, wenn die Markierungen **22**, insbesondere diejenigen an den Endseiten **28**, so beschaffen sind, dass von der Navigationseinrichtung **16** feststellbar ist, wenn eine Rotation des Stabes **18** um die Achse **20** erfolgt. Beispielsweise sind die Umfangsringe in der Umfangsrichtung unterbrochen.

[0044] Bei der Anwendung des Biegesystems **10** kann der Stab **18** aus einem Vorrat unterschiedlicher oder gleichartiger Stäbe ausgewählt werden, hierauf wird nachfolgend noch eingegangen.

[0045] Die Biegevorrichtung **10** ist im vorliegenden Fall handbetätigbar und umfasst zwei Schwenkelemente **30, 32**, die aneinander um eine Schwenkachse **34** schwenkbar gelagert sind. Zur Betätigung durch den Benutzer umfassen die Schwenkelemente **30, 32** Branchen **36** bzw. **38**, die vom Benutzer mit der Hand ergriffen werden können und relativ zueinander verschwenkt werden können, im Hinblick auf die Einstellung des Biege winkels als Biegeparameter.

[0046] An den Branchen **36, 38** sind Markierungen **40, 42** angeordnet, die vorliegend unterschiedlich voneinander sind. Die Markierungen **40, 42** sind integral auf eine der vorstehend am Beispiel der Markierungen **22** beschriebenen Weisen an Oberflächen **44** der Branchen **36, 38** gebildet. Dabei sind die Markierungen **40, 42** beispielsweise zweidimensional ausgestaltet und in der Oberfläche selbst gebildet.

[0047] Mittels der Navigationseinrichtung **16** besteht zum einen die Möglichkeit, die Biegevorrichtung **12** mittels zumindest einer der Markierungen **40, 42** zu erkennen. Die Biegevorrichtung **12** mit den Markierungen **40, 42** bildet dadurch eine Referenz zur Definition eines Referenzkoordinatensystems, in dem der Stab **18** hinsichtlich Relativposition und Relativorientierung zur Biegevorrichtung **12** erfasst werden kann.

[0048] Zum anderen kann die Navigationseinrichtung **16** die Relativorientierung der Markierungen **40, 42** abhängig von der Relativstellung der Branchen **36, 38** bei der Schwenkbewegung erfassen und hieraus den Biege winkel ableiten.

[0049] Die Schwenkelemente **30, 32** umfassen jeweils einen Vorsprung **46, 48**. An den Vorsprung **46, 48** sind Anlageelemente **50** bzw. **52** zum Anlegen des Stabes **18** angeordnet. Die Anlageelemente **50, 52** sind voneinander beabstandet. Beim Betätigen der Branchen **36, 38** verschwenken die Anlageelemente **50, 52** bezüglich der Schwenkachse **34**.

[0050] Die Biegevorrichtung **12** umfasst ein weiteres Anlageelement **54**. Das Anlageelement **54** ist vor-

liegend im Bereich eines Abschnittes **56** der Biegevorrichtung **12** angeordnet, an dem die Schwenkelemente **30, 32** schwenkbar aneinander gelagert und miteinander verbunden sind. Liegt der Stab **18** an den Anlageelementen **50, 52** und **54** an, ist das Anlageelement **54** an eine Seite des Stabes **18** angelegt, die derjenigen gegenüberliegt, welche die Anlageelemente **50, 52** kontaktiert. Der Stab **18** läuft dementsprechend zwischen den Anlageelementen **50, 52** auf der Seite und dem Anlageelement **54** auf der anderen Seiten hindurch.

[0051] Das Anlageelement **54** umfasst ein erstes Anlageglied **58** und ein zweites Anlageglied **60**. Die Anlageglieder **58, 60** können beispielsweise durch Verschiebung in einen unterschiedlichen Abstand (einschließlich Nullabstand) voneinander gebracht werden. Je weiter die Anlageglieder **58, 60** voneinander beabstandet sind, desto größer wird der Biegeradius, mit dem der Stab **18** beim Betätigen der Branchen **36, 38** gebogen wird.

[0052] An den Anlagegliedern **58, 60** sind Markierungen **62, 64** angeordnet. Diese sind auf die vorstehend am Beispiel der Markierungen **22** beschriebene Weise integral an den Oberflächen der Anlageglieder **58, 60** gebildet. Beispielsweise sind die Markierungen **62, 64** unterschiedlich ausgestaltet.

[0053] Über die Markierungen **62, 64** kann der Abstand der Anlageglieder **58, 60** voneinander bestimmt werden, im Hinblick auf die Ermittlung des Biegeradius als Biegeparameter.

[0054] Vorgesehen sein kann, dass die Anlageglieder **58, 60** zur Beeinflussung des Biegeradius mit festem Abstand voneinander gemeinsam an der Biegevorrichtung **12** bewegbar sind, insbesondere quer zur Richtung der Abstandsänderung. Die diesbezügliche Stellung der Anlageglieder **58, 60** kann beispielsweise mittels einer Markierung an der Biegevorrichtung **12** ermittelt und/oder überwacht werden, zum Beispiel einer Bezugsmarkierung an der Biegevorrichtung **12**.

[0055] Die Biegevorrichtung **12** umfasst im vorliegenden Fall ferner eine Rotationsaufnahme **66**. Die Rotationsaufnahme **66** umfasst ein eine Achse **68** definierendes Rotationselement **70**. Der Stab **18** kann durch das Rotationselement **70** hindurchgeführt werden. In diesem Fall fallen die Achsen **20, 68** zusammen. Das Rotationselement **70** ist handbetätigbar, wodurch der Stab **18** um die Achse **68** rotiert werden kann. Dies gibt die Möglichkeit, die Biegeebene zu verändern, in der die Biegung des Stabes **18** erfolgt.

[0056] Am Rotationselement **70** ist eine Markierung **72** angeordnet. Die Markierung **72** ist beispielsweise auf eine der vorstehend am Beispiel der Markierungen **22** erläuterte Weisen integral an der Oberflä-

che des Rotationselementes **70** gebildet. Dabei ist die Markierung **72** so beschaffen, dass von der Navigationseinrichtung **16** ermittelbar ist, welchen Drehwinkel das Rotationselement **70** und damit der Stab **18**, relativ zur Biegevorrichtung **12** einnimmt bzw. um welchen Drehwinkel der Stab **18** rotiert wird.

[0057] Im vorliegenden Fall ist die Rotationsaufnahme **66** am Vorsprung **48** zwischen den Anlageelementen **52** und **54** positioniert, wobei diese Positionierung nichteinschränkend ist.

[0058] Die Navigationseinrichtung **16** ist vorliegend als integrierte Navigationseinrichtung ausgebildet, insbesondere als Smartphone **74**.

[0059] Die Navigationseinrichtung **16** umfasst eine Datenverarbeitungseinheit **76**, die beispielsweise einen Mikroprozessor umfasst, eine Erfassungseinheit **78**, eine Speichereinheit **80** und eine Hinweiseinheit **82** mit einer Anzeigeeinheit **84**. Bei Letzterer handelt es sich insbesondere um den Touchscreen des Smartphones **74**. Die Erfassungseinheit **78** umfasst insbesondere die Kamera des Smartphones **74**.

[0060] Wie beispielsweise in der EP 2 910 206 A1 beschrieben ist, besteht die Möglichkeit für den Benutzer, die Relativpositionen der Verankerungselemente zu bestimmen. Auf diese Weise kann ermittelt werden, wie der Stab **18** geformt sein muss, damit die Verankerungselemente miteinander verbunden werden können.

[0061] Zu letzterem Zweck kann vorzugsweise die Navigationseinrichtung **16** verwendet werden. Eine Sensoreinheit der Navigationseinrichtung **16**, die beispielsweise die Kamera oder Winkel- oder Inertialsensoren umfasst, dient zur Erfassung der Positionen der Verankerungselemente. Die Soll-Form des Stabes **18** kann von der Datenverarbeitungseinheit **76** berechnet und dann beispielsweise in der Speichereinheit **80** gespeichert werden.

[0062] In der Speichereinheit **80** können Informationen zu einer Mehrzahl von Stäben gespeichert sein. Die Datenverarbeitungseinheit **76** kann dem Benutzer an der Hinweiseinheit **82** Vorschläge unterbreiten, welcher der Stäbe bevorzugt für die Verbindung der Verankerungselemente herangezogen werden sollte und für den Biegevorgang ausgewählt werden sollte.

[0063] In der Speichereinheit **80** ist ein Benutzeranwendungsprogramm beispielsweise in Form einer sogenannten „App“ ausführbar gespeichert, um den Benutzer handhabungsfreundlich und intuitiv zum Biegen des Stabes **18** anzuleiten.

[0064] Die von der Datenverarbeitungseinheit **76** errechneten Biegeparameter können während des Bie-

gevorgangs überwacht werden, indem die Biegevorrichtung **12** und der Stab **18** anhand der Markierungen **22**, **40**, **42**, **62**, **64** und **72** getrackt werden. Dies gibt insbesondere die Möglichkeit festzustellen, ob der Ist-Wert eines Biegeparameters einen berechneten Soll-Wert annimmt oder von diesem abweicht. Darüber hinaus kann durch die zeitabhängige Ermittlung der Ist-Werte der Biegeparameter mittels Tracken der Markierungen **22**, **40**, **42**, **62**, **64** und **72** insbesondere deren jeweilige Änderungen festgestellt werden. Der Benutzer kann über die Hinweiseinheit **82** optisch und/oder akustisch und/oder haptisch über die Entwicklung des Wertes des Biegeparameters informiert werden.

[0065] Vorgesehen sein kann, dass die Datenverarbeitungseinheit **76** Materialeigenschaften (zum Beispiel aufgrund der möglichen elastischen Verformung) des Stabes **18** bei der Bestimmung der Biegeparameter berücksichtigt.

[0066] Vorgesehen sein kann, dass der Benutzer mindestens ein Parameter an der Navigationseinrichtung **16** ändert. Beispielsweise kann die Position von Knochenschrauben verändert werden, und die geänderte Form des Stabes **18** wird berechnet. Alternativ oder ergänzend kann vorgesehen sein, dass der Benutzer mindestens einen Biegeparameter ändert.

[0067] Beispielhaft zeigt **Fig. 3** unter dem Stichwort „Winkelmessung“ die Überwachung des Biegeparameters „Biegewinkel“. Hierzu kann die Navigationseinrichtung **16** die Markierungen **40**, **42** erkennen und anhand derer die Relativstellung der Branchen **36**, **38** auswerten. Im Beispiel ist der Stab **18** ausgehend von dem Ist-Wert von 180° für den Biegewinkel auf einen Soll-Wert von 140° zu biegen. Der Benutzer wird darauf hingewiesen, die Branchen **36**, **38** zu betätigen.

[0068] Beispielhaft zeigt **Fig. 4** unter dem Stichwort „Radiusmessung“ die Überwachung des Biegeparameters „Biegeradius“. Ausgehend von einem anfänglichen Ist-Wert des Biegeradius von 56 mm ist der Biegeradius im Beispiel auf einen Soll-Wert von 50 mm einzustellen. Die diesbezügliche Information stammt aus der Auswertung der erfassten Markierungen **62**, **64**. Der Benutzer wird darauf hingewiesen, den Abstand der Anlageglieder **58**, **60** solange zu variieren, bis der gewünschte Soll-Wert des Biegeradius erzielt werden kann.

[0069] **Fig. 6** stellt einen vergleichbaren Sachverhalt für einen unterschiedlichen Ist-Wert und einen unterschiedlichen Soll-Wert des Biegeradius dar. Darüber hinaus sind die Anlageglieder **58**, **60** gemeinsam verschoben, quer und insbesondere senkrecht zur Richtung der Abstandsänderung.

[0070] **Fig. 5** zeigt beispielhaft unter dem Stichwort „Distanzmessung“ die Überwachung einer Biegepo-

sition als Biegeparameter, wobei der Stab **18** an der Biegeposition gebogen wird.

[0071] Zu diesem Zweck kann die Navigationseinrichtung **16** anhand der erfassten Markierungen **22**, **62** und **64** die Position des Stabes **18** relativ zur Biegevorrichtung **12** heranziehen. Beispielsweise wird der Abstand einer Endseite **28** von den Anlagegliedern **58**, **60** bestimmt und hieraus die Position am Stab **18** ermittelt, an dem der Biegevorgang erfolgt. Der Ist-Wert für die Biegeposition von 50 mm weist den Benutzer darauf hin, den Stab **18** relativ zur Biegevorrichtung **12** so zu verschieben, dass der Soll-Wert von 39 mm für die Biegeposition erreicht wird.

[0072] Fig. 7 zeigt unter dem Stichwort „Rotationsmessung“ die Überwachung der Biegeebene, um die der Stab **18** gebogen wird. Dabei kann die Navigationseinrichtung **16** anhand der erfassten Markierung **72**, und vorzugsweise der Markierung **22**, den Drehwinkel des Rotationselementes **70** an der Biegevorrichtung **12** berechnen.

[0073] Im vorliegenden Fall wird der Benutzer darauf hingewiesen, dass der Stab **18** mittels des Rotationselementes **70** zu rotieren ist, bis der Ist-Wert für die Biegeebene als Biegeparameter von 0° auf den Soll-Wert von 90° geändert worden ist.

[0074] Der Benutzer wird insbesondere anhand eines definierten Ablaufplans, beispielsweise eines Workflows, vom Anwendungsprogramm geführt um sicherzustellen, dass am Ende des Biegevorgangs sämtliche Biegeparameter korrekt eingehalten worden sind und der Stab **18** die Soll-Form aufweist.

[0075] Die Anzeigen der Fig. 3 bis Fig. 8 können reale Darstellungen der Biegevorrichtung **12** und des Stabes **18** sein, die anhand der Kamera erstellt werden, und/oder exemplarische, nicht-reale Abbildungen. Die Verknüpfung exemplarischer Darstellungen und realer Darstellungen und/oder Hinweisen zu Augmented-Reality-Darstellungen ist möglich.

[0076] Fig. 8 stellt beispielhaft unter dem Stichwort „Krümmungsvergleich“ dar, wie die Navigationseinrichtung **16** einen Vergleich der anhand der Markierungen **22** ermittelten Ist-Form des Stabes **18** mit der gewünschten Soll-Form des Stabes **18** vornimmt.

[0077] Die ermittelte Ist-Form (durchgezogene Linien mit den Bildern der Markierung **22**) wird dabei an der Anzeigeeinheit **84** der Soll-Form (gestrichelte Linien) gegenübergestellt. Für den Benutzer ist unmittelbar ersichtlich, dass der Stab **18** noch nicht ordnungsgemäß verformt worden ist und weitere Biegevorgänge erforderlich sind.

[0078] Die Biegevorrichtung **12** umfasst weiter Anzeigeelemente **86**, **88**, **90** und **92**. Anhand der Anzei-

geelemente **86**, **88**, **90** und **92**, die insbesondere Skalen umfassen, kann der Benutzer Werte für die Biegeparameter ablesen und ermitteln.

[0079] Das Anzeigeelement **86** erlaubt es dem Benutzer, die Winkelstellung der Branchen **36**, **38** zueinander zu ermitteln, um den Biegewinkel zu bestimmen.

[0080] Das Anzeigeelement **88** erlaubt es dem Benutzer, die Relativposition des Stabes **18** zum Anlageelement **54** zu ermitteln, um die Biegeposition als Biegeparameter zu bestimmen.

[0081] Das Anzeigeelement **90** erlaubt es dem Benutzer, die Relativstellung der Anlageglieder **58**, **60** zu ermitteln, um den Biegeradius als Biegeparameter zu bestimmen. Vorgesehen sein kann ferner, dass mittels des Anzeigeelementes **90** oder eines separaten Anzeigeelementes die Position der Anlageglieder **58**, **60** bei gemeinsamer Verschiebung quer zur Richtung der Abstandsänderung ermittelt werden kann.

[0082] Das Anzeigeelement **92** erlaubt es dem Benutzer, die Rotationsstellung des Rotationselementes **70** zu bestimmen, um die Biegeebene als Biegeparameter zu bestimmen.

Bezugszeichenliste

10	Biegesystem
12	Biegevorrichtung
14	Biegeobjekt
16	Navigationseinrichtung
18	Stab
20	Achse
22	Markierung
24	Oberfläche
26	Umfangsring
28	Endseite
30	Schwenkelement
32	Schwenkelement
34	Schwenkachse
36	Branche
38	Branche
40	Markierung
42	Markierung
44	Oberfläche
46	Vorsprung
48	Vorsprung

50	Anlageelement
52	Anlageelement
54	Anlageelement
56	Abschnitt
58	Anlageglied
60	Anlageglied
62	Markierung
64	Markierung
66	Rotationsaufnahme
68	Achse
70	Rotationselement
72	Markierung
74	Smartphone
76	Datenverarbeitungseinheit
78	Erfassungseinheit
80	Speichereinheit
82	Hinweiseinheit
84	Anzeigeeinheit
86	Anzeigeelement
88	Anzeigeelement
90	Anzeigeelement
92	Anzeigeelement

ZITATE ENHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2012/0047980 A1 [0004]
- US 5490409 [0004]
- EP 3287093 A1 [0004]
- DE 10045375 A1 [0004]
- US 2007/0227216 A1 [0004]
- US 2005/0262911 A1 [0004]
- WO 2016/088130 A1 [0004]
- EP 3261564 A1 [0004]
- EP 2910206 A1 [0004, 0018, 0060]

Patentansprüche

1. Medizintechnisches Biegesystem zum Biegen eines Biegeobjekts (14), insbesondere eines Stabes (18),

umfassend mindestens ein Biegeobjekt (14), eine Biegevorrichtung (12), mit der das Biegeobjekt (14) biegebar ist, und eine Navigationseinrichtung (16) mit einer Erfassungseinheit (78) und einer Datenverarbeitungseinheit (76),

dadurch gekennzeichnet, dass das Biegeobjekt (14) und die Biegevorrichtung (12) an deren jeweiliger Oberfläche (24, 44) angeordnete oder gebildete Markierungen (22, 40, 42, 62, 64, 72) umfassen, die optisch von der Erfassungseinheit (78) erfassbar sind, wobei die Datenverarbeitungseinheit (76) ausgebildet ist, anhand diesbezüglicher Informationen der Erfassungseinheit (78) mindestens einen Biegeparameter während des Biegevorgangs zu ermitteln.

2. Biegesystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierungen (22, 40, 42, 62, 64, 72) integral in die Oberfläche (24, 44) des Biegeobjektes (14) und/oder der Biegevorrichtung (12) eingebracht oder daran ausgebildet sind, vorzugsweise durch anodische Oxidation, ein formänderndes Belichtungsverfahren oder Wasserdruckbeschichtung.

3. Biegesystem nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierungen separat vom Biegeobjekt (14) und/oder der Biegevorrichtung (12) gebildet und mit diesem bzw. dieser verbunden sind.

4. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Navigationseinrichtung (16) eine integrierte Navigationseinrichtung (16) ist oder umfasst, die die Erfassungseinheit (78), die Datenverarbeitungseinheit (76) und eine Hinweiseinheit (82) umfasst, insbesondere dass die Navigationseinrichtung (16) ein Smartphone (74), einen Tabletcomputer oder ein am Kopf getragenes Gerät (HMD, head mounted device) ist oder umfasst.

5. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass von der Datenverarbeitungseinheit (76) anhand von Daten einer Sensoreinheit der Navigationseinrichtung (16) eine Soll-Form des Biegeobjektes (14) ermittelbar ist, um eine Mehrzahl von in definierter Relativanordnung angeordneten Verbindungselementen über das Biegeobjekt (14) verbinden zu können.

6. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Speichereinheit (80) der Navigationseinrichtung (16) eine vorgebbare Soll-Form des Biegeobjektes (14) gespeichert

ist und dass an einer Hinweiseinheit (82) der Navigationseinrichtung (16) Hinweise an den Benutzer im Hinblick auf mindestens eines der Folgenden ausgegeben werden:

- Hinweise zur Bedienung der Biegevorrichtung (12), wobei Werte des mindestens einen Biegeparameters ermittelt werden und anhand dessen die Ist-Form des Biegeobjektes (14) bestimmt und mit der Soll-Form verglichen wird, wobei vorzugsweise Hinweise bereitgestellt werden, wenn der Wert des mindestens einen Biegeparameters einen Soll-Wert aufweist oder sich von diesem unterscheidet;

- Hinweise betreffend die Auswahl eines Biegeobjektes (14) aus einer Menge verfügbarer Biegeobjekte (14).

7. Biegesystem nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierungen von der Erfassungseinheit (78) während des Biegevorgangs erfasst werden und von der Datenverarbeitungseinheit (76) Hinweise an den Benutzer bereitgestellt werden betreffend die Ist-Form des Biegeobjektes (14), insbesondere den Ist-Wert mindestens eines Biegeparameters und den gewünschten Soll-Wert mindestens eines Biegeparameters.

8. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Biegeobjekt (14) Markierungen (22) in Form von Umfangsringen (26) umfasst, die in einer Längsrichtung des Biegeobjektes (14) voneinander beabstandet am Biegeobjekt (14) angeordnet sind.

9. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegevorrichtung (12) Markierungen (40, 42, 62, 64, 72) in Form von zumindest einem der Folgenden umfasst:

- flächig erstreckte Markierungen (40, 42) an Oberflächen von Branchen (36, 38) der Biegevorrichtung (12);

- mindestens eine Markierung (72) an einer Rotationsaufnahme, mit der das Biegeobjekt (14) an der Biegevorrichtung (12) um eine Achse (68) drehbar gehalten ist;

- mindestens eine Markierung (62, 64) an einem Anlagenelement (54) zum Anlegen des Biegeobjektes (14) während des Biegevorgangs.

10. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenverarbeitungseinheit (76) mindestens eine Markierung der Biegevorrichtung (12) heranzieht zur Definition eines Referenzkoordinatensystems im Raum, in dem die Position des Biegeobjektes (14) relativ zur Biegevorrichtung (12) bestimmbar ist.

11. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Datenverarbeitungseinheit (76) anhand erfasster Mar-

kierungen (22, 40, 42, 62, 64, 72) am Biegeobjekt (14) und an der Biegevorrichtung (12):

- die Relativposition des Biegeobjektes (14) und der Biegevorrichtung (12) bestimmt; und/oder
- die Position des Biegeobjektes (14) an mindestens einem Anlageelement (50, 52, 54) der Biegevorrichtung (12) im Hinblick auf die Biegeposition als Biegeparameter bestimmt.

12. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eines der Folgenden gilt:

- die Datenverarbeitungseinheit (76) bestimmt anhand einer Markierung (72) einer Rotationsaufnahme (66) der Biegevorrichtung (12) die Orientierung des Biegeobjektes (14) relativ zur Biegevorrichtung (12) im Hinblick auf die Biegeebene als Biegeparameter;
- die Datenverarbeitungseinheit (76) bestimmt anhand von Markierungen des Biegeobjektes (14) dessen Ist-Form, insbesondere zum Vergleich mit einer Soll-Form des Biegeobjektes (14).

13. Biegesystem nach einem der voranstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegevorrichtung (12) Anlageelemente (50, 52) für das Biegeobjekt (14) umfasst, die im Abstand zueinander positioniert und relativ zueinander verschwenkbar sind, wobei die Anlageelemente (50, 52) an zueinander schwenkbaren Schwenkelementen (30, 32) angeordnet oder gebildet sind, und dass die Datenverarbeitungseinheit (76) anhand von Markierungen an den Schwenkelementen (30, 32) den Biegewinkel als Biegeparameter bestimmt.

14. Biegesystem nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenkelemente (30, 32) Branchen (36, 38) sind, die schwenkbar aneinander gelagert sind, insbesondere dass die Biegevorrichtung (12) handbetätigbar ist.

15. Biegesystem nach Anspruch 13 oder 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Biegevorrichtung (12) ein Begrenzungselement umfasst, mit dem ein Umfang der Verschwenkung der Schwenkelemente (30, 32) relativ zueinander begrenzt ist, und dass an einer Hinweiseinheit (82) ein Hinweis an den Benutzer zum Einstellen des Begrenzungselementes bereitstellbar ist im Hinblick auf die Erzielung eines vorgegebenen Biegewinkels, wenn die Schwenkelemente (30, 32) bis zum Wirksamwerden des Begrenzungselementes verschwenkt werden.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

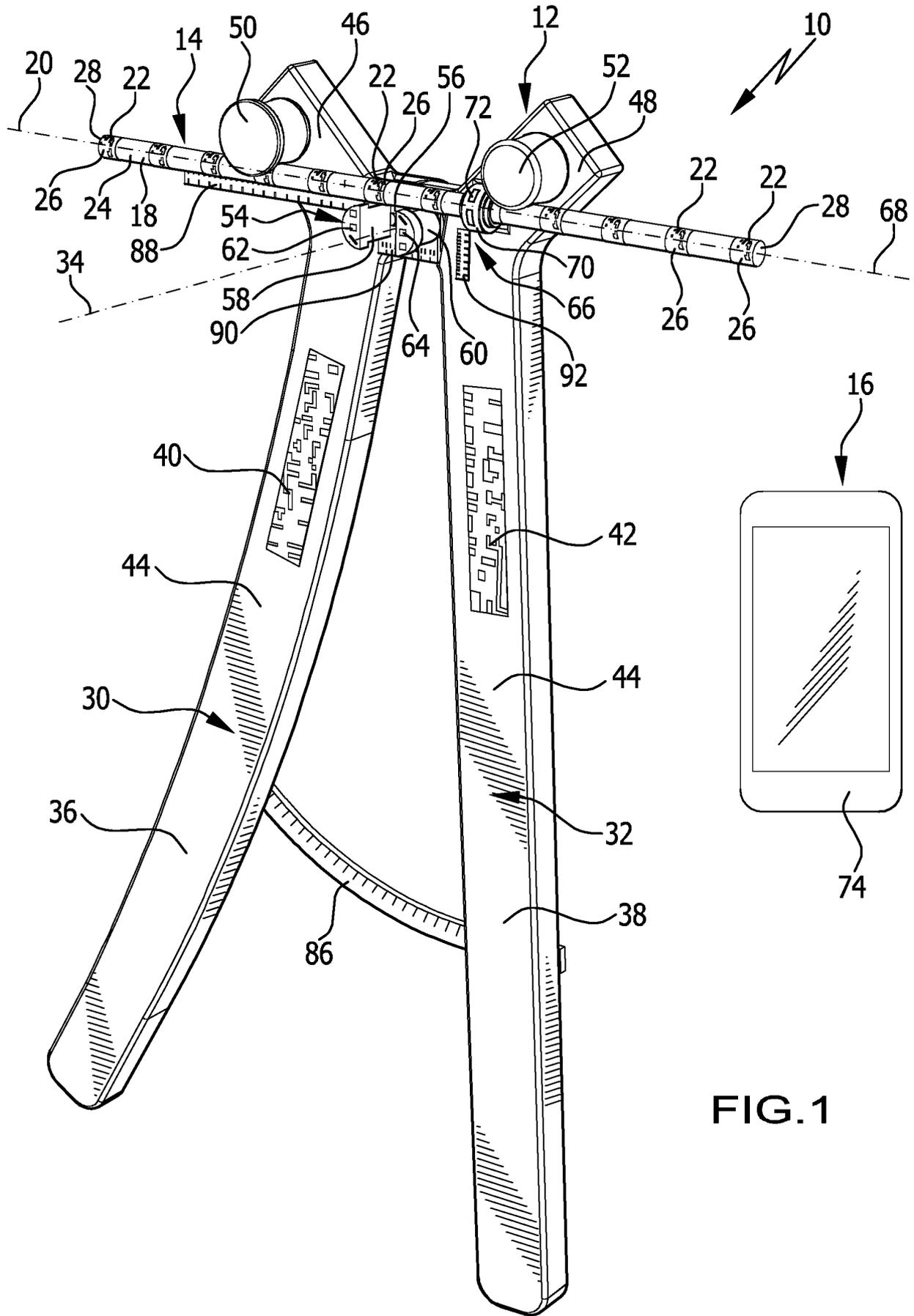


FIG. 1

FIG.3

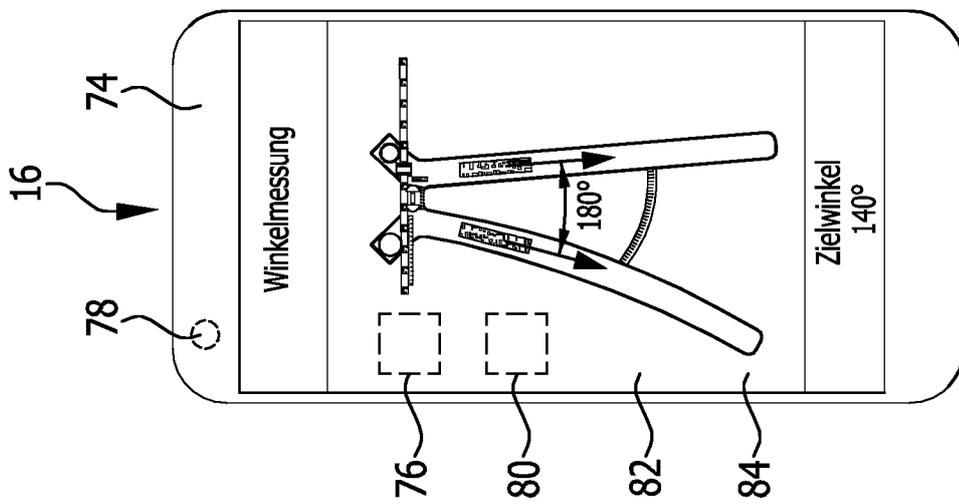


FIG.4

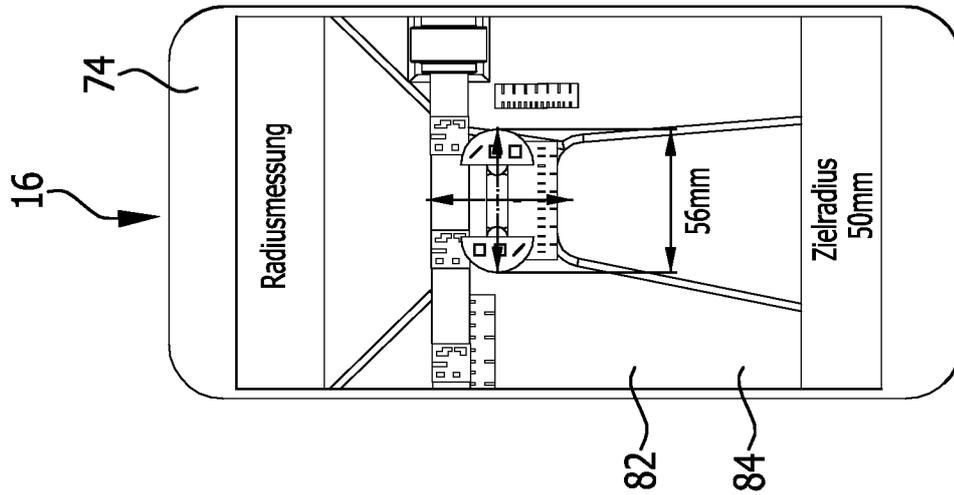


FIG.5

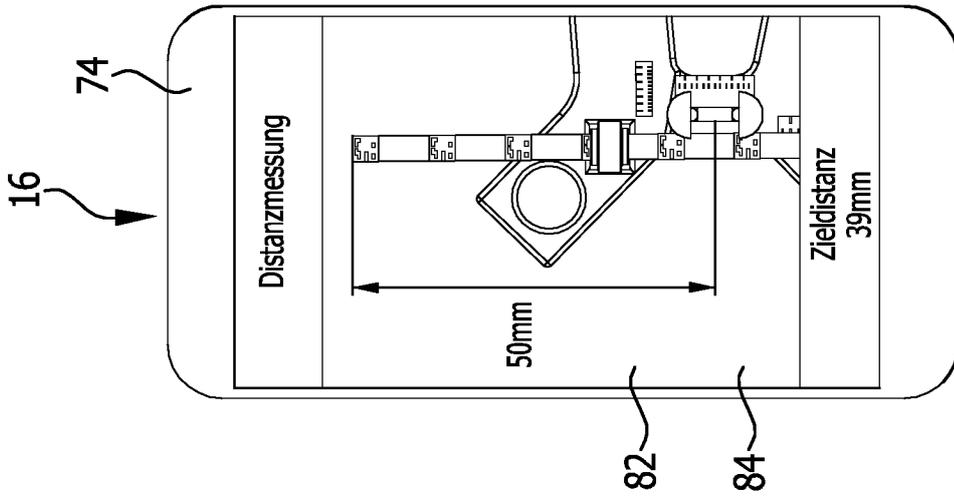


FIG.6

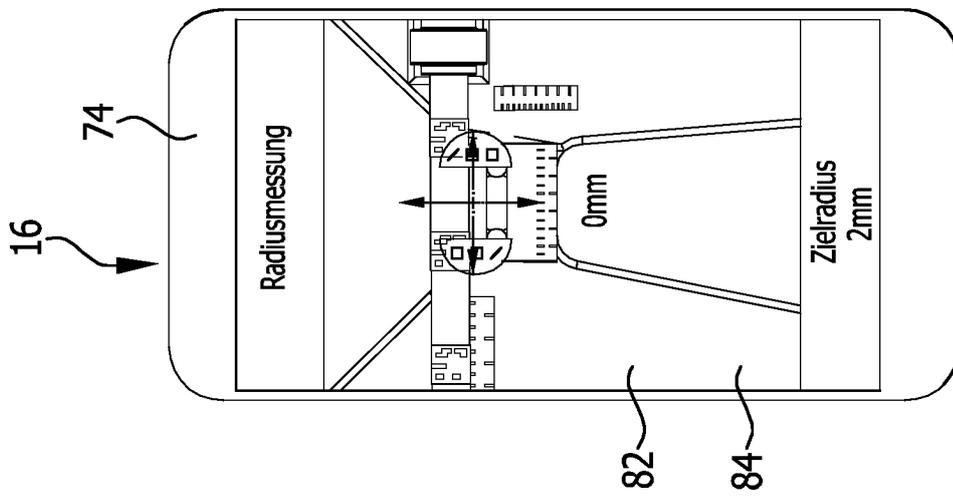


FIG.7

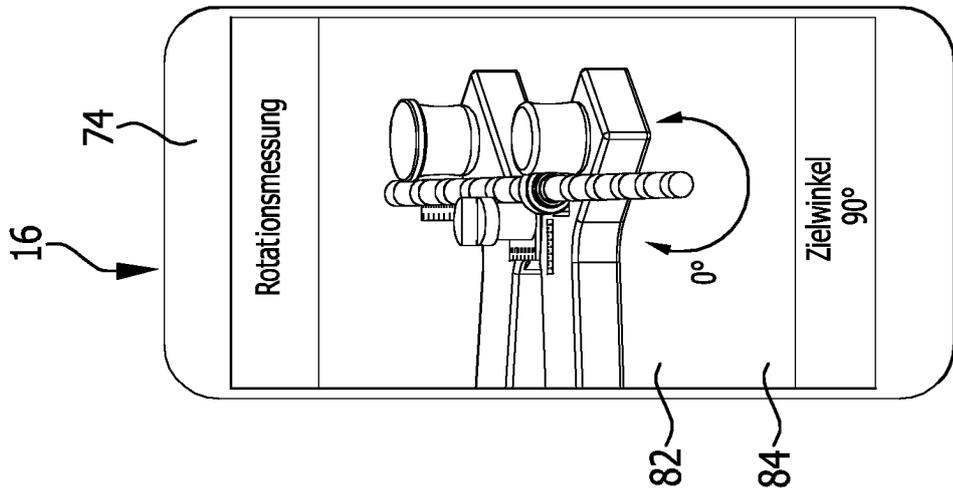


FIG.8

