



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**27.11.2013 Patentblatt 2013/48**

(51) Int Cl.:  
**E21B 19/16 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **13168558.8**

(22) Anmeldetag: **21.05.2013**

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

(72) Erfinder: **Nordbeck, Achim**  
**49843 Halle (DE)**

(74) Vertreter: **ten Brink, Carsten**  
**Werner & ten Brink**  
**Patentanwälte**  
**Am Berghang 61**  
**48555 Bad Bentheim (DE)**

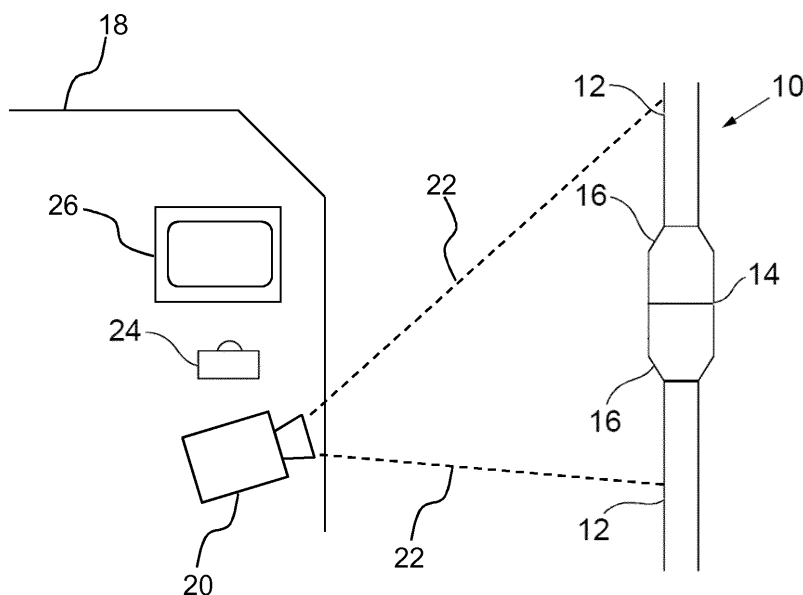
(30) Priorität: **23.05.2012 DE 102012208676**

(71) Anmelder: **BENTEC GMBH Drilling & Oilfield  
Systems**  
**48455 Bad Bentheim (DE)**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung**

(57) Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung, insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, also z.B. einem Zangensystem (44) für eine Bohranlage, angegeben, wobei ein Bediener in

einem mit einer Kamera (20) aufgenommenen Bild (28) eines Abschnitts eines Bohrstrangs (10) eine Verbindungsstelle (14) markiert und wobei eine Position der Markierung (30) in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt wird.



*Fig. 1*

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung, insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, und eine zur Ausführung des Verfahrens vorgesehene Vorrichtung.

**[0002]** Die Erfindung ist im Zusammenhang mit Überlegungen zur besseren Automatisierung von Vorgängen auf einer Bohranlage, nämlich einer Bohranlage für Tiefbohrungen, also zum Abteufen von Bohrungen auf fossile Energieträger oder zur Nutzung von Geothermie usw., und auf Basis der älteren, noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldung 10 2010 060 823.8 vom 26.11.2010 entstanden.

**[0003]** Ein Beispiel für eine beim Abteufen von Bohrungen zu positionierende Handhabungseinrichtung ist ein an sich bekanntes Zangensystem, das zum Verbinden und zum Trennen von Gestängeelementen eines Bohrstrangs und/oder eines sogenannten Casingstrangs mit als Casings bezeichneten Rohren zum Auskleiden des Bohrlochs vorgesehen ist. Im Betrieb einer Bohranlage ist es mitunter erforderlich, z.B. zum Wechseln des Bohrkopfs, den gesamten Bohrstrang aus dem Bohrloch zu entfernen.

**[0004]** Dabei müssen jeweils einzelne Gestängeelemente oder auch Gruppen von Gestängeelementen, z.B. zwei oder bis zu drei Gestängeelemente (sogenannte stands), jeweils vom Bohrstrang getrennt werden, so dass dieser sukzessive weiter aus dem Bohrloch heraufgezogen werden kann.

**[0005]** Zur Verbesserung der Lesbarkeit der folgenden Beschreibung werden im Folgenden nur noch die Begriffe Bohrstrang oder Bohrgestänge verwendet. Dies allerdings ohne Verzicht auf eine weitergehende Allgemeingültigkeit, so dass jede Verwendung des Begriffs Bohrstrang auch einen Casingstrang und jede Verwendung des Begriffs Bohrgestänge auch ein oder mehrere Rohre (Casings) zum Auskleiden des Bohrlochs umfassen soll.

**[0006]** Zum Trennen eines solchen Bohrgestänges ist das Zangensystem vorgesehen und die Justierung des Zangensystems in Bezug auf eine Verbindungsstelle des Bohrgestänges ist bisher manuell erfolgt. Dafür wird das Zangensystem zunächst über dem Bohrloch positioniert und für eine korrekte Ausrichtung in Bezug auf die zu lösende Verbindungsstelle ist eine geeignete Beweglichkeit des Zangensystems, z.B. eine translatorische Beweglichkeit, vorgesehen, so dass in dieser Hinsicht eine manuelle Justierung des Zangensystems bis zum Erreichen der jeweiligen Höhe der Verbindungsstelle erfolgt.

**[0007]** In der o.g. deutschen Patentanmeldung wird die Verwendung eines als Positionsanzeigevorrichtung fungierenden Laserpointers vorgeschlagen. Der Laserpointer erlaubt eine Schwenkbewegung in einer Ebene (Nickbewegung), um je nach Position des Bohrstrangs jeweils unterschiedliche Höhen der Verbindungsstelle bezeichnen zu können. Der Laserpointer als Positionsanzeigevorrichtung wird auf die jeweilige Verbindungsstelle ausgerichtet und nach erfolgter Positionierung wird die jeweilige Orientierung der Positionsanzeigevorrichtung bestätigt. Diese Orientierung der Positionsanzeigevorrichtung wird aufgenommen und in Bewegungsdaten zur Positionierung des Zangensystems umgewandelt.

**[0008]** Die Verwendung eines Laserpointers ist jedoch mitunter problematisch. Für Geräte, die in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden sollen, ist nämlich üblicherweise eine spezielle Zertifizierung erforderlich. Diese liegt für einfache und kostengünstige und als Laserpointer verwendbare Strahlquellen noch nicht vor und wäre auch nur mit dem bei solchen Zertifizierungsmaßnahmen üblichen Zeit- und Kostenaufwand erhältlich.

**[0009]** Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht entsprechend darin, ein alternatives Verfahren und eine alternative Vorrichtung anzugeben, mit dem/der eine Handhabungseinrichtung, also z.B. ein Zangensystem wie oben erwähnt, halbautomatisch justiert werden kann, ohne dass der Eingriff oder eine Anwesenheit eines Bedieners am Ort der jeweiligen Handhabungseinrichtung erforderlich ist, insbesondere darin, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, das bzw. die einen Laserpointer als Positionsanzeigevorrichtung und damit die Problematik der Zertifizierung vermeidet.

**[0010]** In der US 4,468,959 wird ein Verfahren beschrieben, um eine Länge von miteinander kombinierten Bohrgestängeelementen (stands) zu bestimmen.

**[0011]** In der US 2009/0314137 A wird ein Zangensystem zur Handhabung von Rohrgestänge beschrieben, wobei eine Möglichkeit zur Handhabung von Bohrgestänge mit unterschiedlichen Durchmessern im Vordergrund steht.

**[0012]** Aus der WO 2009/148304 A ist ein Verfahren zum Verschweißen von Rohrsegmenten für Unterwasserpipelines und konkret das Erkennen des Endes eines letzten Segments der Pipeline und eines damit zu verbindenden Endes eines weiteren Rohrsegments beschrieben. Die dazu vorgesehene Messeinrichtung ist relativ zu den zu erfassenden Enden der Rohrsegmente beweglich und die erfassten Daten dienen zur Ansteuerung einer Schweißeinrichtung.

**[0013]** Die oben genannte Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung, insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Dazu ist vorgesehen, dass bei einem solchen Verfahren mit einer ortsfesten und hinsichtlich ihrer Ausrichtung fixierten Kamera ein Abschnitt des Bohrstrangs erfasst wird und ein mit der Kamera von dem Bohrstrang aufgenommenes Bild auf einem Bildschirm angezeigt wird. In dem Bild wird sodann eine Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen des Bohrstrangs markiert. Dies erfolgt, indem eine dafür vorgesehene Markierung mit der

Verbindungsstelle zur Deckung gebracht oder zumindest im Wesentlichen zur Deckung gebracht wird. Eine Position der Markierung in dem Bild wird abschließend in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt. Mit diesen Bewegungsdaten, zum Beispiel einer aus der Position der Markierung abgeleiteten Höheninformation, kann schließlich eine Positionierung der Handhabungseinrichtung, insbesondere eines Zangensystems als Handhabungseinrichtung, erfolgen. Dazu wird zum Beispiel ein Abschluss des Vorgangs des Markierens der Verbindungsstelle bestätigt. Die im Zeitpunkt der Bestätigung gegebene Position der Markierung wird festgehalten und in Form eines Positionswerts für eine weitere Verarbeitung zur Verfügung gestellt. Der so ermittelte Positionswert kann anschließend in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt werden. Anhand dieser Bewegungsdaten kann als Handhabungseinrichtung ein Zangensystem in Bezug auf die Verbindungsstelle automatisch positioniert und eine Steuerung des Zangensystems aktiviert oder zur Aktivierung freigeschaltet werden. Die Aktivierung des Zangensystems umfasst dann nachfolgende Schritte, mit denen die Gestängeelemente an der Verbindungsstelle getrennt werden.

**[0014]** Dieses Verfahren kommt speziell zur Verwendung auf einer Bohranlage, also einer Bohranlage zum Abteufen von Tiefbohrungen, in Betracht, so dass der oben erwähnte Bediener einer solchen Bohranlage, z.B. ein Bohrmeister, der seine Aufgaben üblicherweise von einem als Kabine ausgebildeten Führerstand (der Drillerkabine) verrichtet, in einfacher und unkomplizierter Art und Weise für eine korrekte Positionierung der Handhabungseinrichtung und damit für eine schnelle und reibungslose Aufteilung des Bohrstrangs sorgen kann.

**[0015]** Genauso wie für eine Aufteilung des Bohrstrangs ist der hier vorgestellte Ansatz auch beim Verbinden von Gestängeelementen (Bohrstangen oder Casings) mit dem Bohr- oder Casingstrang verwendbar. Wenn sich nämlich das jeweils oberste Segment des Bohrstrangs dem Drillfloor nähert, muss ein neues Gestängeelement mit dem Bohrstrang kombiniert werden. Dafür wird mit einer Bohreinrichtung, zum Beispiel einem sogenannten Topdrive, oder einem sogenannten Pipe Manipulator - zusammenfassend als Bohreinrichtung bezeichnet - ein neues Gestängeelement geholt und oberhalb des Bohrstrangs positioniert um dann mit dem Zangensystem mit dem Bohrstrang verbunden zu werden. Dabei sind Vertikalbewegungen der Bohreinrichtung erforderlich, um das neue Gestängeelement vertikal über dem Bohrstrang aufzurichten und um das untere Ende des neuen Gestängeelements in die Nähe des Bohrstrangs oder in Kontakt mit dem Bohrstrang zu bringen. Vor allem diese letzte Vertikalbewegung kann automatisiert werden, wenn die vertikale Position des oberen Endes des Bohrstrangs bekannt ist. Die vertikale Position des oberen Endes des Bohrstrangs kann genauso wie eine Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen in einem von dem jeweiligen Abschnitt des Bohrstrangs aufgenommenen Bild markiert werden. Die vertikale Position des oberen Endes des Bohrstrangs kann dann in Bewegungsdaten für eine Bohreinrichtung der oben genannten Art umgewandelt werden. Danach kann die Bohreinrichtung mit dem neuen Gestängeelement automatisch an das obere Ende des Bohrstrangs heranfahren, also das neue Gestängeelement in Richtung auf das obere Ende des Bohrstrangs absenken. Mit der jetzt bekannten vertikalen Position des oberen Ende des Bohrstrangs kann dies in einem ausreichenden Abstand vom oberen Ende des Bohrstrangs mit hoher Geschwindigkeit erfolgen, die dann in der Nähe des oberen Endes des Bohrstrangs für eine genaue Positionierung reduziert wird (Schleichgang). Eine solche Bohreinrichtung ist insoweit ein weiteres Beispiel für nach dem hier beschriebenen Ansatz justierbare Handhabungseinrichtungen. Das obere Ende des Bohrstrangs stellt eine mögliche Verbindungsstelle mit einem neuen Gestängeelement dar und sobald das neue Gestängeelement mit dem Bohrstrang kombiniert ist, befindet sich an der jeweiligen Position eine tatsächliche Verbindungsstelle. Daher rechtfertigt sich auch, wenn für den weiteren Verlauf der Beschreibung angenommen wird, dass jede Verwendung des Begriffs Verbindungsstelle auch solche potentiellen Verbindungsstellen einschließt.

**[0016]** Die oben genannte Aufgabe wird auch mit einer Vorrichtung zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung, insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, mit den Merkmalen des zweiten unabhängigen Anspruchs gelöst. Dazu ist vorgesehen, dass die Vorrichtung Mittel zur Ausführung des Verfahrens oder seiner Ausgestaltungen, insbesondere eine Kamera sowie Mittel zum Bestätigen einer Position der Markierung in dem von der Kamera aufgenommenen Bild und Mittel zum Erfassen einer Position der Markierung in dem Bild sowie Mittel zur Umwandlung der erfassten Position in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung, umfasst.

**[0017]** Einzelne Vorteile des hier beschriebenen Ansatzes bestehen darin, dass auf einen Laserpointer als Positionsanzeigevorrichtung verzichtet werden kann. Indem die Kamera ortsfest positioniert und auch in ihrer Ausrichtung fixiert ist, sind auch keine Aktoren erforderlich, mit denen eine Kamera etwa in einer Ebene schwenkbar wäre. Ein als Aktor verwendbarer Motor hat im Zusammenhang mit der oben bereits beschriebenen Problematik, in explosionsgefährdeten Bereichen nur entsprechend zertifizierte Geräte einsetzen zu können, den Nachteil, dass solche Motoren teuer sind. Auch eine alternativ zu einem zertifizierten Motor mögliche Kapselung eines nicht zertifizierten Motors in einem zertifizierten Gehäuse ist aufwendig und stellt aufgrund des zusätzlich erforderlichen zertifizierten Gehäuses keine oder allenfalls eine minimale Möglichkeit zur Kosteneinsparung dar. Diese Kostenproblematik wird mit der ortsfesten und in ihrer Ausrichtung fixierten Kamera umgangen. Zudem sind bei einer solchen Anbringung der Kamera keine Lager oder dergleichen erforderlich, so dass Verschleißteile entfallen und der Wartungsaufwand reduziert ist.

**[0018]** Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei verwendete Rückbeziehungen weisen auf die weitere Ausbildung des Gegenstandes des Hauptanspruches durch die Merkmale des

jeweiligen Unteranspruches hin; sie sind nicht als ein Verzicht auf die Erzielung eines selbständigen, gegenständlichen Schutzes für die Merkmalskombinationen der rückbezogenen Unteransprüche zu verstehen. Des Weiteren ist im Hinblick auf eine Auslegung der Ansprüche bei einer näheren Konkretisierung eines Merkmals in einem nachgeordneten Anspruch davon auszugehen, dass eine derartige Beschränkung in den jeweils vorangehenden Ansprüchen nicht vorhanden ist.

**[0019]** Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass der Bediener in dem Bild die Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen des Bohrstrangs mittels einer in dem Bild beweglichen Markierung bezeichnet (markiert). Als Markierung kommt dabei eine in dem Bild bewegliche horizontale Linie in Betracht. Diese horizontale Linie wird in dem Bild vertikal bewegt, bis eine Deckung oder eine ausreichende Deckung mit der Verbindungsstelle zweier Gestängeelemente erreicht ist. Die damit erreichte vertikale Position der Markierung kann in Bewegungsdaten zur Justierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt werden. Diese Ausführungsform des Verfahrens hat den Vorteil einer leichten Umsetzbarkeit. Die Kamera nimmt genau ein Bild von dem Bohrstrang auf und in diesem Bild wird die Markierung bewegt. Zur Ausführbarkeit dieses Aspekts der Erfindung ist lediglich erforderlich, dass der von dem Bild erfasste Abschnitt des Bohrstrangs durch die Kamera mit einer ausreichend hohen Auflösung aufgenommen wird, so dass sich in dem aufgenommenen Bild eine ausreichende Detailtiefe ergibt, die es erlaubt, eine Verbindungsstelle zwischen zwei Bohrgestängeelementen zu erkennen und die Markierung mit dieser Verbindungsstelle zur Deckung zu bringen.

**[0020]** Um im Folgenden Formulierungen wie "Markieren mit einer Markierung" zu vermeiden, wird ausgehend von der oben beschriebenen Ausführungsform, bei der eine horizontale Linie als Markierung fungiert, im Folgenden die Markierung im Hinblick auf eine bessere Lesbarkeit des Textes, aber ohne Verzicht auf eine weitergehende Allgemeingültigkeit, als Liniencursor bezeichnet. Für eine Auslegung des Begriffs Liniencursor gilt aber nach wie vor, dass damit jede Form einer am Bildschirm vom sonstigen Bildinhalt unterscheidbaren Markierung gemeint ist.

**[0021]** Bei einer alternativen Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass dem Bediener ein Ausschnitt des aufgenommenen Bildes angezeigt wird und dass der Bediener die Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen des Bohrstrangs markiert, indem der Ausschnitt relativ zu dem aufgenommenen Bild bewegt wird. Dieser Aspekt der Erfindung berücksichtigt, dass heute auch für den industriellen Einsatz geeignete Kameras verfügbar sind, die Digitalbilder mit einer sehr hohen Auflösung erzeugen können; bei acht Megapixel zum Beispiel 3.264 x 2.448 Bildpunkte (Pixel), bei 14 Megapixel zum Beispiel 4.536 x 3.024 Bildpunkte. Solche Bilddimensionen und zukünftig zu erwartende noch höhere Bilddimensionen lassen sich auf üblichen Bildschirmen nur darstellen, wenn das Bild mit einem Verlust der dargestellten Detailtiefe verkleinert wird. Ein Verlust an Detailtiefe ist jedoch mitunter problematisch, wenn es wie hier darum geht, vergleichsweise kleine Einzelheiten sicher zu erkennen. Die Verbindungsstelle zweier Gestängeelemente erscheint in dem aufgenommenen Bild im weitesten Sinne wie eine horizontale Linie. Eine zur Darstellung eines Bildes auf einem Bildschirm vorgenommene Verkleinerung des jeweils aufgenommenen Bildes kann demnach dazu führen, dass eine solche Linie nicht mehr oder nicht mehr sicher erkennbar ist. Indem auf dem Bildschirm nicht das gesamte aufgenommene Bild, sondern jeweils nur ein Ausschnitt dargestellt wird, lässt sich dieses Problem vermeiden. Die Darstellung des Ausschnitts ist dabei bevorzugt auf die Auflösung des jeweiligen Bildschirms abgestimmt. Wenn dieser eine Auflösung von zum Beispiel 1.024 x 768 Bildpunkten erlaubt, sind dadurch die Ausmaße des Ausschnitts vorgegeben. Dies führt dazu, dass innerhalb des Ausschnitts jedes sogenannte Pixel des aufgenommenen Bildes durch genau ein Pixel des Bildschirms dargestellt wird. Sämtliche aufgenommenen Details des Bildes sind damit auch am Bildschirm darstellbar. Ein Verlust an Detailtiefe ergibt sich nicht. Weil allerdings die gesuchte Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen in jedem Abschnitt des aufgenommenen Bildes liegen kann, lässt sich der jeweils dargestellte Ausschnitt relativ zu dem aufgenommenen Bild bewegen. Eine für den Bediener besonders praktische Ausführungsform besteht dabei darin, dass der dargestellte Ausschnitt eine fixe Markierung, zum Beispiel in Form einer horizontalen Linie (Liniencursor) in der Bildmitte, aufweist und dass zum Markieren einer erkannten Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen der Ausschnitt relativ zu dem Gesamtbild so bewegt wird, bis der ortsfeste Liniencursor und die im Bild dargestellte Verbindungsstelle zur Deckung gebracht sind. Dies hat den Vorteil, dass eine geeignete Bewegung des Ausschnitts zur Bezeichnung der Verbindungsstelle ausreicht. Die ansonsten ebenfalls mögliche Bewegung des Ausschnitts so lange, bis dieser die Verbindungsstelle zwischen zwei Gestängeelementen erfasst und eine anschließende Verschiebung eines Linien cursors innerhalb des Ausschnitts bedeutet zwei unabhängige Positionierungsvorgänge und es besteht die Erwartung, dass zwei unabhängige Positionierungsvorgänge mehr Zeit beanspruchen als die Bewegung eines Ausschnitts mit einem ortsfesten Linien cursor relativ zu dem Gesamtbild.

**[0022]** Bei einer Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Position des Linien cursors in dem Bild auf Basis eines Abstands zwischen der Kamera und dem Bohrstrang in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt wird. Die Ermittlung von Bewegungsdaten für die Handhabungseinrichtung ist damit auf einfache trigonometrische Verhältnisse in einem rechtwinkligen oder einem allgemeinen Dreieck zurückgeführt. Zur Kalibrierung ist lediglich eine Ermittlung des Abstands zwischen dem Anbringungsort der Kamera und dem Bohrstrang notwendig.

**[0023]** Bei einer besonderen Ausführungsform des Verfahrens ist vorgesehen, dass eine Position des Linien cursors in dem Bild auf Basis einer Korrelationstabelle in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung

umgewandelt wird. In einer solchen Korrelationstabelle kann im Rahmen einer Kalibrierung hinterlegt werden, welche Höhe am Bohrstrang zum Beispiel durch die unterste und die oberste Zeile des Bildes erfasst wird. Durch Interpolation kann dann zu jeder Zeile des Bildes ein korrespondierender Höhenwert ermittelt werden. Genauso kann auf dieser Basis zu einer Position des Liniencursors ein korrespondierender Höhenwert ermittelt werden. Der jeweils ermittelte Höhenwert

kann zur Ansteuerung der Handhabungseinrichtung verwendet werden.  
**[0024]** Zur Bewegung und Positionierung des Liniencursors kommt ein Bedienelement nach Art eines Trackballs oder dergleichen in Betracht. Zudem kommt in Betracht, dass als Bedienelement eine Bedieneinrichtung verwendet wird, die an einem Steuerstand, z.B. in einer Kabine des Bohrmeisters, bereits vorhanden ist und dort für andere Steuerungs- oder Positionieraufgaben verwendet wird, zum Beispiel ein sogenannter Meisterschalter. Dann kann durch Umschalten auf die Funktionalität zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung die bereits vorhandene Bedieneinrichtung als Bedienelement zur Bewegung und Positionierung des Liniencursors wirksam werden.

**[0025]** Auf Basis der Position der Markierung in dem Bild und daraus erhältlicher Bewegungsdaten zur Positionierung einer Handhabungseinrichtung ist die Handhabungseinrichtung relativ zu der Verbindungsstelle automatisch justierbar und eines diesbezügliche Fortbildung des Verfahrens und seiner Ausgestaltungen besteht darin, dass die jeweilige Handhabungseinrichtung automatisch relativ zu der Verbindungsstelle justiert wird.

**[0026]** Als Handhabungseinrichtung kann ein Zangensystem zum Trennen zweier Gestängeelemente, aber auch ein sogenannter Topdrive oder ein sogenannter Pipe Manipulator relativ zu der Verbindungsstelle justiert werden. Wenn mit einem Topdrive, einem Pipe Manipulator oder dergleichen ein neues Gestängeelement relativ zu einem oberen Ende des Bohrstrangs als markierter Verbindungsstelle justiert wird, ist der hier vorgestellte Ansatz nicht nur bei Ausbauen von Gestängeelementen und Aufteilen des Bohrstrangs, sondern auch beim Einbauen von Gestängeelementen, also dem Kombinieren neuer Gestängeelemente mit dem im Bohrloch befindlichen Bohrstrang verwendbar.

**[0027]** Wenn als Handhabungseinrichtung eine Bohreinrichtung, insbesondere ein Topdrive, ein Pipe Manipulator oder dergleichen, fungiert, ist bei einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Ermittlung von Bewegungsdaten für die notwendigen Justiervorgänge oder für die automatische Ausführung der für die Justierung erforderlichen Bewegungen oder Bewegungsabläufe vorgesehen, dass die Justierung des neuen Gestängeelements zunächst mit einer ersten vorgegebenen oder vorgebbaren Geschwindigkeit und unterhalb eines vorgegebenen oder vorgebbaren Abstands des neuen Gestängeelements zum oberen Ende des Bohrstrangs mit einer im Vergleich zur ersten Geschwindigkeit reduzierten, vorgegebenen oder vorgebbaren zweiten Geschwindigkeit erfolgt. Die erste Geschwindigkeit kann vergleichsweise hoch gewählt werden, damit das Einbauen neuer Gestängeelemente so schnell wie möglich ablaufen kann. Zudem kann aufgrund der bekannten vertikalen Position des oberen Endes des Bohrstrangs auch bei einer hohen Geschwindigkeit eine Kollision des neuen Gestängeelements mit dem oberen Ende des Bohrstrangs ausgeschlossen werden, so dass ansonsten zu besorgende Beschädigungen sicher vermieden werden. Für die genaue Positionierung des neuen Gestängeelements in Bezug auf das obere Ende des Bohrstrangs kann anschließend auf die geringere zweite Geschwindigkeit, also eine Art Schleichgang, umgeschaltet werden.

**[0028]** Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform eines Verfahrens zum Verbinden von Bohrgestängeelementen mit dem Bohrstrang berücksichtigt, dass im Bohrstrang normalerweise Flüssigkeit, insbesondere Spülflüssigkeit mit Bohrrückständen, steht. Dann kann das freie Gewinde des das obere Ende des Bohrstrangs bildenden Gestängeelements nicht gereinigt werden. Üblicherweise ist neben der Reinigung auch eine Fettung (zum Beispiel mit dem sogenannten drill dope) vorgesehen oder erforderlich. Um zumindest die Reinigung, ggf. die Reinigung und die anschließende Fettung, vornehmen zu können, ist notwendig, dass ein Teil der im Bohrstrang stehenden Flüssigkeit entfernt wird. Dafür kommt bisher ein Verdrängungskörper zum Einsatz, der in das obere Ende des Bohrstrangs eingeführt und anschließend wieder entnommen wird. Dabei wird aus dem Bohrstrang ein Teil der dort stehenden Flüssigkeit verdrängt, so dass nach der Entnahme des Verdrängungskörpers das Gewinde gereinigt und/oder gefettet werden kann. Auch dieser Vorgang lässt sich auf Basis des hier beschriebenen Ansatzes automatisieren. Wenn die Position der Oberkante des Bohrstrangs bekannt ist, kann diese auch in Bewegungsdaten zur automatischen Positionierung einer Handhabungseinrichtung mit einem Verdrängungskörper relativ zum oberen Ende des Bohrstrangs als markierter Verbindungsstelle umgewandelt werden, so dass der Verdrängungskörper mit der Handhabungseinrichtung automatisch zum Verdrängen von Flüssigkeit aus dem Bohrstrang in das obere Ende des Bohrstrangs eingeführt wird und die Handhabungseinrichtung nach der automatischen Entnahme des Verdrängungskörpers aus dem Bohrstrang anschließend aus dem Bereich des Bohrstrangs wegbewegt wird.

**[0029]** Beide automatischen Positioniervorgänge lassen sich auch zu einem automatischen Bewegungsablauf anhand einer bekannten vertikalen Position der Oberkante des Bohrstrangs kombinieren: Dann erfolgt vor der Justierung des neuen Bohrgestängeelements in Bezug auf den im Bohrloch befindlichen Bohrstrang eine automatische Verdrängung von Flüssigkeit aus dem Bohrstrang mit Hilfe des automatisch mit einer entsprechenden Handhabungseinrichtung bewegten Verdrängungskörpers, ggf. auch eine anschließende automatische Reinigung und/oder Fettung mit derselben Handhabungseinrichtung oder einer ein Reinigungswerkzeug führenden Handhabungseinrichtung und anschließend automatisch die Justierung des neuen Bohrgestängeelements in Bezug auf das obere Ende des Bohrstrangs.

**[0030]** Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Einander

entsprechende Gegenstände oder Elemente sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

**[0031]** Das oder jedes Ausführungsbeispiel ist nicht als Einschränkung der Erfindung zu verstehen. Vielmehr sind im Rahmen der vorliegenden Offenbarung auch Abänderungen und Modifikationen möglich, die zum Beispiel durch Kombination oder Abwandlung von einzelnen in Verbindung mit den im allgemeinen oder speziellen Beschreibungsteil beschriebenen sowie in den Ansprüchen und/oder der Zeichnung enthaltenen Merkmalen oder Verfahrensschritten für den Fachmann im Hinblick auf die Lösung der Aufgabe entnehmbar sind und durch kombinierbare Merkmale zu einem neuen Gegenstand oder zu neuen Verfahrensschritten bzw. Verfahrensschrittfolgen führen, auch soweit sie Prüf- und Arbeitsverfahren betreffen.

**[0032]** Es zeigen

Fig. 1 eine schematisch vereinfachte Darstellung einzelner Teile einer Bohranlage, nämlich einen Bohrstrang und eine Kamera zur Aufnahme eines Digitalbilds von einem Abschnitt des Bohrstrangs,

Fig. 2 bis Fig. 4 ein von der Kamera aufgenommenes Bild mit einem in dem Bild als Markierung fungierenden Liniencursor,

Fig. 5 eine Darstellung zur Erläuterung einer Ermittlung einer Positionsinformation für eine Handhabungseinrichtung anhand einer Position der Markierung relativ zu dem von der Kamera aufgenommenen Bild sowie

Fig. 6 und Fig. 7 ein Zangensystem als Beispiel für eine anhand des von der Kamera aufgenommenen Bildes positionierbare Handhabungseinrichtung in zwei Betriebszuständen.

**[0033]** Fig. 1 zeigt schematisch stark vereinfacht einen Bohrstrang 10 einer selbst nicht näher dargestellten, aber an sich bekannten Bohranlage. Von dem Bohrstrang 10 sind die Enden zweier Gestängeelemente 12 dargestellt. Die Gestängeelemente 12 sind in an sich bekannter Art und Weise durch Verschrauben verbunden. Damit ergibt sich eine Verbindungsstelle 14 im Bereich einer Kontaktstelle zweier Muffen 16 jeweils eines Gestängeelements 12. Die Verbindungsstelle 14 wird in der Fachterminologie auch als Tooljointtrennstelle bezeichnet.

**[0034]** Des Weiteren zeigt Fig. 1 schematisch stark vereinfacht einen Steuerstand 18 (Drillerkabine) zur Bedienung der Bohranlage oder einzelner Aggregate der Bohranlage.

**[0035]** Üblicherweise umfasst ein solcher Steuerstand 18 eine Vielzahl von Anzeigen und Bedienelementen, mit denen der jeweilige Bediener, also z.B. der Bohrmeister, auf den Betrieb der Bohranlage Einfluss nehmen kann oder mit denen der Bediener über den Status der Bohranlage und/oder des Bohrvorgangs informiert wird. Solche Einzelheiten sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Dargestellt sind demgegenüber eine Kamera 20 und ein mit gestrichelten Linien verdeutlichter Erfassungsbereich 22 der Kamera 20. Die Kamera 20 ist hier leicht schräg gestellt gezeigt. Die konkrete Ausrichtung der ortsfest angebrachten Kamera 20 kann dem Einzelfall überlassen bleiben. Wesentlich ist nur, dass ein erwarteter Ort der Verbindungsstelle 14 in den Erfassungsbereich 22 fällt. Wenn dies gewährleistet ist, kann bei der ohnehin ortsfest angebrachten Kamera 20 auch deren Ausrichtung fixiert werden, so dass im Betrieb sowohl die Position der Kamera 20 wie auch deren Ausrichtung fix und unveränderlich sind. Im Übrigen kann die Kamera 20 auch außerhalb des Steuerstands 18 an jeder sonst geeigneten Stelle auf dem sogenannten Drilffloor angebracht sein.

**[0036]** Zur Markierung der Verbindungsstelle 14 sind ein hier als Trackball dargestelltes Bedienelement 24 und ein Bildschirm 26 gezeigt. Deren Verwendung und die eigentliche Markierung der Verbindungsstelle 14 werden im Folgenden mit weiteren Details näher erläutert.

**[0037]** Fig. 2 zeigt den Bildschirm 26 in einer schematisch vereinfachten Darstellung und als Beispiel eine Anzeigeeinheit allgemeiner Art. Auf dem Bildschirm 26 wird ein von der Kamera 20 aufgenommenes Bild 28 dargestellt. Die von dem Bild 28 umfassten Einzelheiten entsprechen denjenigen Teilen und Elementen der Bohranlage, die in den Erfassungsbereich 22 der Kamera 20 fallen. Jedenfalls werden in dem Bild 28 ein Teil des Bohrstrangs 10 mit den Enden zweier Gestängeelemente 12 und der sich dazwischen ergebenden Verbindungsstelle 14 dargestellt. Die tatsächliche Höhe der Verbindungsstelle 14 kann beim segmentweisen Herausziehen des Bohrstrangs 10 variieren. Damit variiert auch die Position der Darstellung der Verbindungsstelle 14 in dem von der Kamera 20 aufgenommenen Bild 28.

**[0038]** Durch Betätigen des Trackballs oder eines sonst geeigneten Bedienelements 24 kann eine vertikale Position eines Liniencursors 30 in dem Bild 28 beeinflusst werden. Die Veränderbarkeit der vertikalen Position des Liniencursors 30 ist durch die beiden Blockpfeile veranschaulicht, die selbst nicht Teil des auf dem Bildschirm 26 dargestellten Bildes 28 sind.

**[0039]** Zum Darstellen einer Bewegung des Liniencursors 30 in Abhängigkeit von Bedienhandlungen am jeweiligen Bedienelement 24 ist eine Steuereinheit 32 mit einem Mikroprozessor 34 oder dergleichen und einem Speicher 36 vorgesehen. In den Speicher 36 ist ein Computerprogramm 38 geladen, das durch den Mikroprozessor 34 ausführbar ist und im Betrieb der Steuereinheit 32 durch den Mikroprozessor 34 ausgeführt wird.

**[0040]** Unter Kontrolle des Computerprogramms 38 wird mit der Kamera 20 ein Bild 28 eines Teils des Bohrstrangs 10 aufgenommen und auf dem Bildschirm 26 dargestellt (dies ist durch den ersten abwärts gerichteten Pfeil von der Steuereinheit 32 zum Bildschirm 26 verdeutlicht). Weiterhin unter Kontrolle des Computerprogramms 38 wird ein vom Bedienelement 24 erhältliches Positionssignal empfangen und ausgewertet (dies ist durch den aufwärts gerichteten Pfeil vom Bedienelement 24 zur Steuereinheit 32 verdeutlicht). In Abhängigkeit von diesem Positionssignal erfolgt eine Darstellung des Liniencursors 30 als Teil des Bildes 28, wobei die dargestellte Position des Liniencursors 30 durch Bedienhandlungen am Bedienelement 24 beeinflussbar ist (dies ist durch den zweiten abwärts gerichteten Pfeil von der Steuereinheit 32 zum Bildschirm 26 verdeutlicht).

**[0041]** Sobald durch Bedienhandlungen am Bedienelement 24 der Liniencursor 30 mit der im Bild 28 dargestellten Position der Verbindungsstelle 14 zur Deckung gebracht ist, kann die resultierende vertikale Position des Liniencursors 30 in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt werden.

**[0042]** Fig. 3 zeigt in Verbindung mit Fig. 4 eine alternative Ausführungsform des Verfahrens. Anders als bei der in Fig. 2 dargestellten Situation wird das von der Kamera 20 aufgenommene Bild 28 nicht komplett am Bildschirm 26 dargestellt, sondern die Darstellung am Bildschirm 26 beschränkt sich auf einen Ausschnitt 40 (Fig. 4).

**[0043]** Fig. 4 zeigt das von der Kamera 20 gemäß dem jeweiligen Erfassungsbereich 22 (Fig. 1) aufgenommene Bild 28. Dieses aufgenommene Bild 28 ist mit dem am Bildschirm 26 dargestellten Bild nicht identisch. Am Bildschirm 26 wird nur ein Ausschnitt 40 aus dem aufgenommenen Bild 28 gezeigt. Das bei dieser Ausführungsform am Bildschirm 26 dargestellte Bild beschränkt sich auf die von dem Ausschnitt 40 jeweils umfassten Bildinformationen. Der Ausschnitt 40 ist allerdings - wie dies in Fig. 4 mit den nach unten und nach oben weisenden Blockpfeilen angedeutet ist - relativ zu dem von der Kamera 20 aufgenommenen Bild 28 beweglich, so dass von diesem nach einer zum Beispiel vertikalen Bewegung andere Bildinformationen umfasst sind. Der Ausschnitt 40 lässt sich auf dem von der Kamera 20 aufgenommenen Bild 28 hin und her schieben, so dass auf diese Weise bestimmbar ist, welcher Teil des von der Kamera 20 aufgenommenen Abschnitts des Bohrstrangs 10 am Bildschirm 26 erscheint.

**[0044]** Fig. 3 zeigt insoweit exemplarisch als am Bildschirm 26 dargestelltes Bild 28 die von dem Ausschnitt 40 entsprechend dessen momentaner Position umfassten Bildinformationen. Die Darstellung des Ausschnitts 40 umfasst eine Darstellung des Liniencursors 30 in einer fixen relativen Position zu dem Ausschnitt, beispielsweise in der Mitte des Ausschnitts 40. Mit einer Verschiebung des Ausschnitts 40 relativ zu dem von der Kamera 20 aufgenommenen Gesamtbild verschiebt sich damit auch der Liniencursor 30 relativ zu den von dem Ausschnitt 40 umfassten Bildinformationen und relativ zu dem von der Kamera 20 aufgenommenen Gesamtbild. Die Verschiebung des Ausschnitts 40 erfolgt solange, bis eine Position des Ausschnitts 40 relativ zu dem von der Kamera 20 aufgenommenen Gesamtbild erreicht ist, bei der der Liniencursor 30 mit der Darstellung der Verbindungsstelle 14 zur Deckung gebracht ist.

**[0045]** Sobald die Positionierung des Liniencursors 30 abgeschlossen ist, entweder durch direkte Bewegung (Fig. 2) oder durch indirekte Bewegung mit dem Ausschnitt 40 (Fig. 3, Fig. 4), kann der Bediener die aktuelle Position des Liniencursors 30 bestätigen. Dafür umfasst das Bedienelement 24 zum Beispiel eine entsprechende Taste oder dergleichen. Jede andere denkbare Art der Bestätigung ist alternativ oder zusätzlich ebenso möglich.

**[0046]** Nachdem die Position des Liniencursors 30 aufgenommen worden ist, können dabei gewonnene Daten in Bewegungsdaten für eine Handhabungseinrichtung umgewandelt werden. Als Ergebnis einer solchen Umwandlung kommen insbesondere Koordinaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung in Betracht.

**[0047]** Im Falle einer Bohranlage und einer Markierung einer Verbindungsstelle 14 zwischen zwei Gestängeelementen 12 liegt eine x-Koordinate und eine y-Koordinate mit der bekannten Position des Bohrstrangs 10, nämlich über dem Bohrloch, fest. Die vertikale Position des Liniencursors 30 gibt also ein Maß für die dritte Raumkoordinate, also ein Maß für eine Höhe über einem auch als Drillfloor bezeichneten Boden- oder Arbeitsflächenniveau an. Die Berechnung der zugehörigen z-Koordinate aus der vertikalen Position des Liniencursors 30 ist als Ergebnis einfacher Berechnungen erhältlich.

**[0048]** Eine einfache Möglichkeit zur Bestimmung dieser dritten Raumkoordinate ist anhand der Darstellung in Fig. 5 veranschaulicht. Fig. 5 zeigt zum Einen auf der rechten Seite einen Abschnitt des Bohrstrangs 10 und zum Anderen auf der linken Seite das davon mit der Kamera 20 aufgenommene Bild 28. Der reale Bohrstrang 10 und der innerhalb des Erfassungsbereichs 22 der Kamera 20 aufnehmbare Teil kann im Rahmen eines Kalibrierungsvorgangs vermessen werden. Dabei können zum Beispiel eine Höhe einer untersten Kante und einer obersten Kante des Erfassungsbereichs 22 ermittelt werden. Diese Positionen sind in der Darstellung in Fig. 5 symbolisch mit  $h_1$  bzw.  $h_2$  bezeichnet. Das von der Kamera 20 aufgenommene Bild 28 ist ein Digitalbild und Digitalbilder sind bekanntlich aufgrund der matrixartigen Struktur der bei Digitalkameras verwendeten Sensoren in Zeilen und Spalten organisiert. Ein Digitalbild 28 hat bei einer einfachen Kamera 20 zum Beispiel 768 Zeilen. Die unterste Zeile des Digitalbildes 28 stellt die untere Kante des Erfassungsbereichs 22 bildlich dar. Die oberste Zeile des Digitalbildes 28 stellt entsprechend die obere Kante des Erfassungsbereichs 22 bildlich dar. Die unterste Zeile kann symbolisch mit  $y_1$  und die oberste Zeile symbolisch mit  $y_2$  bezeichnet werden. Der tatsächliche Wert dieser Bezeichner ist dann - je nach Auflösung des Bildes 28 - zum Beispiel "1" bzw. "768".

**[0049]** Die Zahlenwerte der oben erwähnten Bezeichner können in einer Korrelationstabelle 42, die als Datenstruktur

im Speicher 36 der Steuereinheit 32 angelegt ist, abgelegt werden (in der Darstellung in Fig. 5 sind jeweils nur die symbolischen Bezeichner gezeigt). Die Korrelationstabelle 42 kann weitere Zeilen umfassen, um zum Beispiel für eine noch bessere Linearisierung der anhand der Korrelationstabelle 42 vorgenommenen Interpolation zu sorgen. Wenn nach Abschluss der Positionierung des Liniencursors 30 dessen vertikale Position in dem Bild 28 ermittelt wird, entspricht die jeweilige vertikale Position derjenigen Zeile des Bildes 28, in welcher der Liniencursor 30 dargestellt wird. Die betreffende Zeile ist in Fig. 5 symbolisch mit  $y$  bezeichnet.

**[0050]** Für das anhand von Fig. 5 beschriebene Ausführungsbeispiel kann die Position des Liniencursors 30 in dem Bild 28 anhand der Korrelationstabelle 42 und einer damit möglichen Interpolation wie folgt in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt werden:

$$h = h1 + y * (h2-h1) / (y2-y1) .$$

**[0051]** Dabei ist  $h$  die Höhe der Verbindungsstelle 14, wenn  $y$  die in Form einer Zeilennummer ausgedrückte vertikale Position des Liniencursors 30 in dem Bild 28 ist und der Liniencursor 30 in dem Bild 28 mit der Darstellung der Verbindungsstelle 14 zur Deckung gebracht ist. Diese Beziehung kann als Bestandteil des Computerprogramms 38 in Software implementiert sein, so dass sich nach der Bestätigung der Abschlusses der Positionierung des Liniencursors 30 mit dem Wert  $h$  unmittelbar die Höhe der Verbindungsstelle 14 ergibt, die in Bewegungsdaten zur Positionierung der jeweiligen Handhabungseinrichtung umgewandelt werden kann.

**[0052]** Bei Verwendung eines Ausschnitts 40 (Fig. 3, Fig. 4) lautet die Formel für die Berechnung der Höhe  $h$ , wenn  $f1$  und  $f2$  jeweils in Form von Zeilennummern die untere und die obere Kante des Ausschnitts 40 (frame) in dem Gesamtbild bezeichnen und der Liniencursor 30 mittig im Ausschnitt 40 positioniert ist:

$$h = h1 + [(f2-f1)/2 + f1] * [(h2-h1) / (y2-y1)] .$$

**[0053]** Alternativ zur Ermittlung der beiden Höhenwerte  $h1$  und  $h2$  in Bezug auf den Erfassungsbereich 22 der Kamera 20 kann auch der mit den Positionen  $h1$  und  $h2$  korrelierte Winkel vom Ort der Kamera 20 bestimmt werden. Je nach Ausrichtung der Kamera 20 ergeben sich dabei Verhältnisse wie in einem rechtwinkligen Dreieck oder einem allgemeinen Dreieck. Wenn der Abstand zwischen dem Ort der Kamera 20 und dem Ort des Verlaufs des Bohrstrangs 10 bekannt ist, kann zwischen den dann in der Korrelationstabelle 42 abgelegten Winkelwerten interpoliert werden und mit dem Abstand zwischen Kamera 20 und Ort des Bohrstrangs 10 nach den trigonometrischen Verhältnissen im rechtwinkligen Dreieck oder nach dem Kosinussatz die Höhe der Verbindungsstelle 14 ermittelt werden.

**[0054]** Die Darstellungen in Fig. 6 und Fig. 7 zeigen abschließend hinsichtlich des Bohrstrangs 10 die bereits anhand von Fig. 1 erläuterten Einzelheiten und zusätzlich als Beispiel für eine Handhabungseinrichtung ein Zangensystem 44 mit einer oberen und einer unteren Zange 46, 48.

**[0055]** Das dargestellte Zangensystem 44 ist an sich bekannt und nur teilweise und auch nur schematisch vereinfacht gezeigt. Dargestellt ist noch, dass das Zangensystem 44 z.B. ein Element umfasst, das eine translatorische Bewegung der Zangen 46, 48 erlaubt. Das translatorische Element kann z.B. mit einem Hubzylinder 50 oder einer Zahnstange realisiert sein. Das translatorische Element ermöglicht eine Positionierung beider Zangen 46, 48 derart, dass die obere und die untere Zange 46, 48 auf verschiedenen Seiten der Verbindungsstelle 14 am Bohrstrang 10 angreifen. Eine Aktivierung des Zangensystems 44 bewirkt sodann ein Trennen des Bohrstrangs 10 an der Verbindungsstelle 14, indem die beiden an der Verbindungsstelle 14 zusammentreffenden Gestängeelemente 12 mit dem Zangensystem 44 in unterschiedliche Richtungen rotiert werden. Vorher wird das Zangensystem 44 in eine Position gebracht, die für die Zangen 46, 48 ein Angreifen am Bohrstrang 10 erlaubt. Aufgrund der konstanten Position des Bohrstrangs 10 über dem Bohrloch sind für eine Automatisierung dieser Bewegung keine anderen Daten als die Koordinaten des Bohrlochs erforderlich. Die zum Trennen der Gestängeelemente 12 erforderliche Höhe der Zangen 46, 48 ergibt sich mit den oben erwähnten Bewegungsdaten.

**[0056]** Das translatorische Element zur Positionierung der Zangen 46, 48 ist hier nur exemplarisch erwähnt. Relevant ist, dass eine Positionierung der Zangen 46, 48 - oder allgemein eine Positionierung der Handhabungseinrichtung - möglich ist. Die Positionierung der Handhabungseinrichtung erfolgt dabei anhand der zuvor aufgenommenen Position des Liniencursors 30, insbesondere anhand der aus dessen Position und der Korrelationstabelle 42 ermittelten Höhe  $h$ . Bei einem Zangensystem 44 als Handhabungseinrichtung ist damit dessen Positionierung derart möglich ist, dass als Ergebnis der Positionierung die obere Zange 46 oberhalb der Verbindungsstelle 14 und die untere Zange 48 ent-



sprechend unterhalb der Verbindungsstelle 14 am Bohrstrang 10 angreift. Mit dem Liniencursor 30 wird also gleichsam die Verbindungsstelle 14 aufgesucht und markiert und das Zangensystem 44 im Wesentlichen so positioniert, dass die beiden Zangen 46, 48 mittig um die Verbindungsstelle 14 positioniert werden, so dass jede Zange 46, 48 an einer der an der Verbindungsstelle 14 zusammentreffenden Muffen 16 angreift.

**[0057]** Eine Aktivierung des Zangensystems 44 bewirkt also dessen Positionierung und die Positionierung der Zangen 46, 48 und sodann eine entgegengesetzte Rotation der Muffen 16, so dass auf diese Weise die beiden an der Verbindungsstelle 14 zusammentreffenden Gestängeelemente 12 getrennt werden können. Fig. 6 und Fig. 7 zeigen insoweit Momentaufnahmen beim Trennen zweier Gestängeelemente 12, wobei Fig. 6 eine Situation zeigt, bei der das Zangensystem 44 bereits in Bezug auf die Verbindungsstelle 14 positioniert ist und wobei Fig. 7 eine Situation zeigt, bei der das Zangensystem 44 an den an der Verbindungsstelle 14 zusammentreffenden Gestängeelementen 12 angreift, um diese nachfolgend zu trennen.

**[0058]** Die Darstellung in Fig. 6 zeigt dabei auch eine mögliche Ausrichtung der Kamera 20, so dass die Kamera 20 nicht nur einen Abschnitt des Bohrstrangs 10, sondern auch noch die Positionierung des Zangensystems 44 und das Öffnen und Schließen der Zangen 46, 48 erfasst. Die Kamera 20 ist dann nicht nur zum Auffinden der Verbindungsstelle 14, sondern auch noch zum weiteren Überwachen des Trennens der Gestängeelemente 12 wirksam.

**[0059]** Die Positionierung des Zangensystems 44 und/oder dessen Aktivierung kann automatisch aufgrund einer Bestätigung, dass der Liniencursor 30 mit der Darstellung der Verbindungsstelle 14 zur Deckung gebracht wurde, erfolgen. Eine Möglichkeit besteht insoweit darin, dass diese Bestätigung unmittelbar oder nach einer vorgegebenen oder vorgebbaren Wartezeit die Positionierung des Zangensystems 44 und unmittelbar anschließend oder nach nochmaligem Abwarten einer weiteren vorgegebenen oder vorgebbaren Wartezeit die Aktivierung des Zangensystems 44 bewirkt. Alternativ kann vorgesehen sein, dass die o.g. Bestätigung eine Aktivierungsmöglichkeit des Zangensystems 44 freischaltet. Die eigentliche Positionierung und/oder Aktivierung des Zangensystems 44 erfolgt dann später und z.B. aufgrund einer manuellen Freigabe durch einen Bediener, also z.B. den Bohrmeister oder ein anderes Mitglied des Personals der Bohranlage. Zur Aktivierung des Zangensystems 44 oder zur Freischaltung der Aktivierung des Zangensystems 44 kommt eine Übermittlung eines Aktivierungs- bzw. Freischaltsignals und im Weiteren eine Übermittlung zumindest eines Bewegungsdatums in Betracht. Als Bewegungsdatum wird bei dem hier erläuterten Beispiel der als Höhe h der Verbindungsstelle 14 ermittelte Wert übergeben.

**[0060]** Anstelle des Zangensystems 44 als Beispiel für eine Handhabungseinrichtung kommt grundsätzlich auch jede andere Handhabungseinrichtung in Betracht, also zum Beispiel Handhabungseinrichtungen nach Art des oben bereits erwähnten Topdrives und/oder nach Art des ebenfalls oben bereits erwähnten Pipe Manipulators.

**[0061]** Alle hier beschriebenen Markierungs-, Bewegungs- und Positionierungsvorgänge gelten in gleicher Weise auch in Bezug auf das sogenannte mouse hole, also eine Stelle zum Abstellen von Bohrgestänge für eine baldige Kombination mit dem Bohrstrang, denn systematisch handelt es sich bei einem im mouse hole abgestellten Gestängeelement um nichts anderes als einen "kurzen" Bohrstrang. Mit dem hier vorgestellten Ansatz kann demnach auch das Abholen eines neuen Gestängeelements aus dem mouse hole und/oder das Reinigen eines neuen Gestängeelements im mouse hole automatisiert werden, indem automatisch eine korrekte Justierung der jeweiligen Handhabungseinrichtung, zum Beispiel Topdrive oder Pipe Manipulator, in Bezug auf ein oberes Ende des im mouse hole bereitgestellten Gestängeelements erfolgt.

**[0062]** Eventuell kann dafür eine weitere, ebenfalls ortsfest montierte und in ihrer Ausrichtung fixierte Kamera erforderlich sein. Der Bediener kann dann mittels des Bedienelements 24 oder einer weiteren Bedieneinrichtung zwischen einer ersten, den Bohrstrang 10 im Bohrloch erfassenden Kamera 20 und einer zweiten, das mouse hole erfassenden Kamera umschalten. Zum Bewegen der Markierung 30 kann der gleiche Bildschirm und das gleiche Bedienelement 24 verwendet werden.

**[0063]** Wesentliche Aspekte der obigen Beschreibung lassen sich damit kurz wie folgt darstellen: Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung, insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, also z.B. einem Zangensystem 44 für eine Bohranlage, angegeben, wobei ein Bediener eine Markierung 30, insbesondere einen Liniencursor 30 als Markierung, in einem mit einer ortsfesten und hinsichtlich ihrer Ausrichtung fixierten Kamera 20 aufgenommenen Bild 28 eines Abschnitts eines Bohrstrangs 10 so positioniert, dass der Liniencursor 30 mit einer Verbindungsstelle 14 zwischen zwei Gestängeelementen 12 des Bohrstrangs 10 zur Deckung gebracht wird und die Verbindungsstelle so markiert wird. Eine dabei resultierende Position des Liniencursors 30 kann abschließend in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt werden. Die korrespondierende Vorrichtung weist Mittel zur Ausführung eines solchen Verfahrens auf, also z.B. eine Kamera 20, einen Bildschirm 26 zum Anzeigen eines mit der Kamera 20 aufgenommenen Bildes, ein Bedienelement 24 zum Bewegen des Liniencursors 30 und zum Markieren der Verbindungsstelle 14, Mittel zum Bestätigen der Position des Liniencursors 30 sowie Mittel zum Ableiten von Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung aus der Position des Liniencursors 30. Als Mittel zum Ableiten von Bewegungsdaten aus der Position des Liniencursors 30 kommt eine Steuereinheit 32 mit einer Verarbeitungseinrichtung nach Art eines Mikroprozessors 34 oder dergleichen in Betracht. Insoweit ist auch eine Realisierung des Verfahrens in Software, nämlich in Form eines Computerprogramms

38 mit Programmcodemitteln, umfasst. Zur Implementierung von automatischen Bewegungen oder Bewegungsvorgängen im Anschluss an die automatische Ermittlung einer Position der Verbindungsstelle 14 kommt ein Automatisierungsgerät in Form von oder nach Art einer speicherprogrammierbaren Steuerung in Betracht. Die Erfindung ist insoweit auch ein solches Automatisierungsgerät, in dessen Speicher ein Steuerungsprogramm mit Programmcodeanweisungen zur Implementierung der weitergehenden Automatisierungsaspekte geladen oder ladbar ist.

#### Bezugszeichenliste

#### [0064]

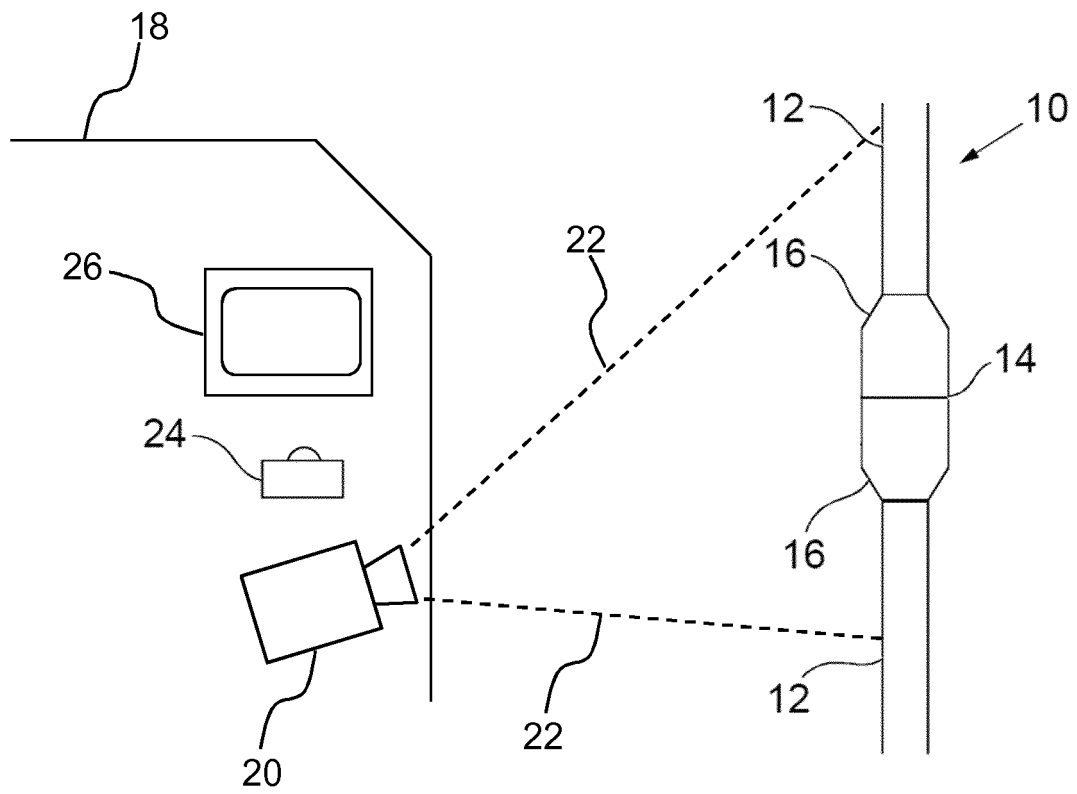
- 10 Bohrstrang
- 12 Gestängeelement
- 14 Verbindungsstelle
- 16 Muffe
- 18 Steuerstand
- 20 Kamera
- 22 Erfassungsbereich der Kamera
- 24 Bedienelement
- 26 Bildschirm
- 28 Bild
- 30 Markierung / Liniencursor
- 32 Steuereinheit
- 34 Mikroprozessor
- 36 Speicher
- 38 Computerprogramm
- 40 Ausschnitt
- 42 Korrelationstabelle
- 44 Zangensystem
- 46 (obere) Zange
- 48 (untere) Zange
- 50 Hubzylinder

#### Patentansprüche

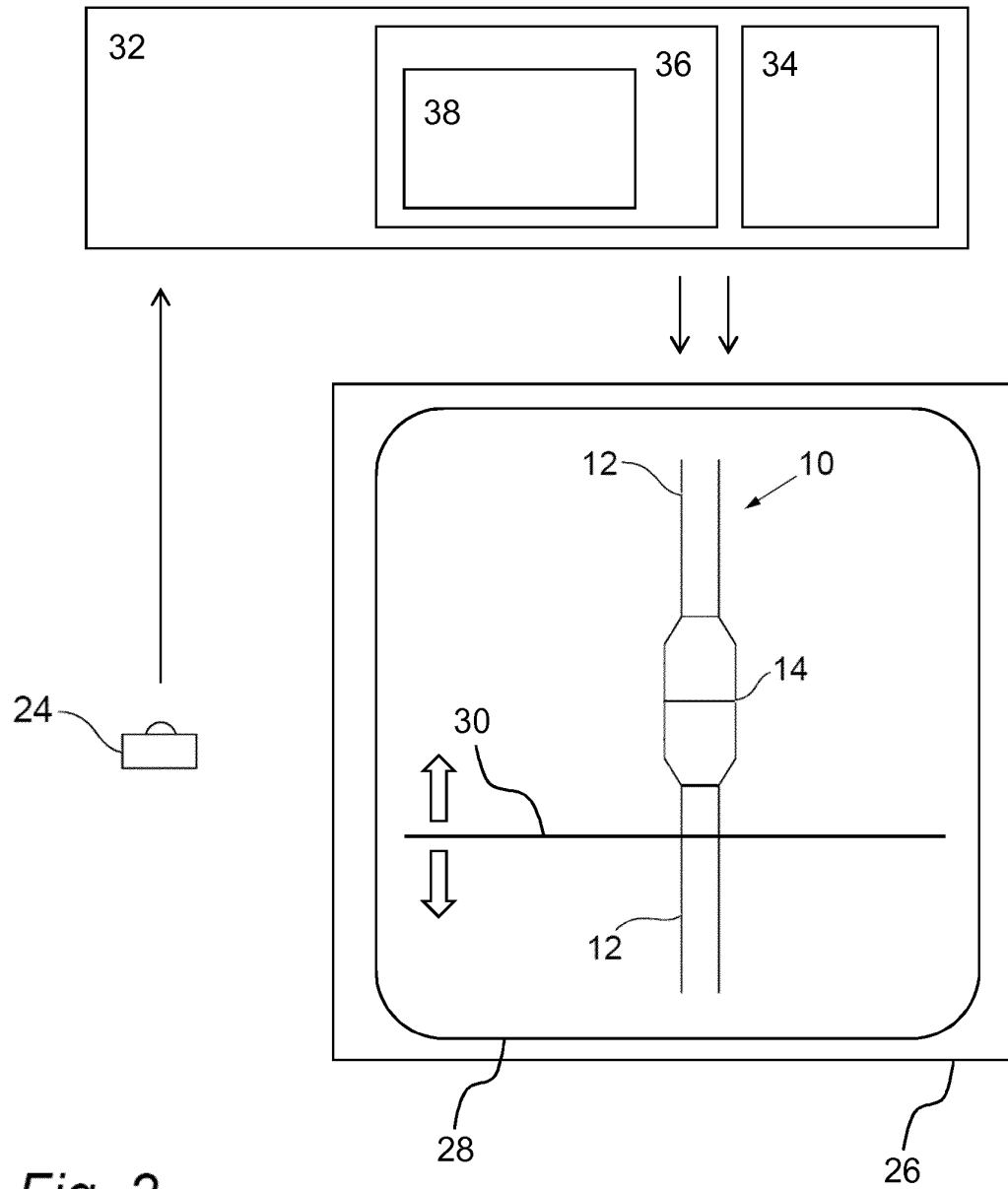
1. Verfahren zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung in Bezug auf einen Bohrstrang (10), insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, wobei mit einer ortsfesten und hinsichtlich ihrer Ausrichtung fixierten Kamera (20) ein Abschnitt des Bohrstrangs (10) erfasst wird, wobei ein mit der Kamera (20) von dem Bohrstrang (10) aufgenommenes Bild (28) auf einem Bildschirm (26) angezeigt wird, wobei in dem Bild (28) eine Verbindungsstelle (14) zwischen zwei Gestängeelementen (12) des Bohrstrangs (10) markiert wird, wobei eine Position der Markierung (30) in dem Bild (28) in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der Bediener in dem Bild (28) die Verbindungsstelle (14) zwischen zwei Gestängeelementen (12) des Bohrstrangs (10) mittels einer in dem Bild (28) beweglichen Markierung (30) markiert.
3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei dem Bediener ein Ausschnitt (40) des aufgenommenen Bildes (28) angezeigt wird und wobei der Bediener die Verbindungsstelle (14) zwischen zwei Gestängeelementen (12) des Bohrstrangs (10) markiert, indem der Ausschnitt (40) relativ zu dem aufgenommenen Bild (28) bewegt wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Position der Markierung (30) in dem Bild (28) auf Basis eines Abstands zwischen der Kamera (20) und dem Bohrstrang (10) in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt wird.
5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei eine Position der Markierung (30) in dem Bild (28)

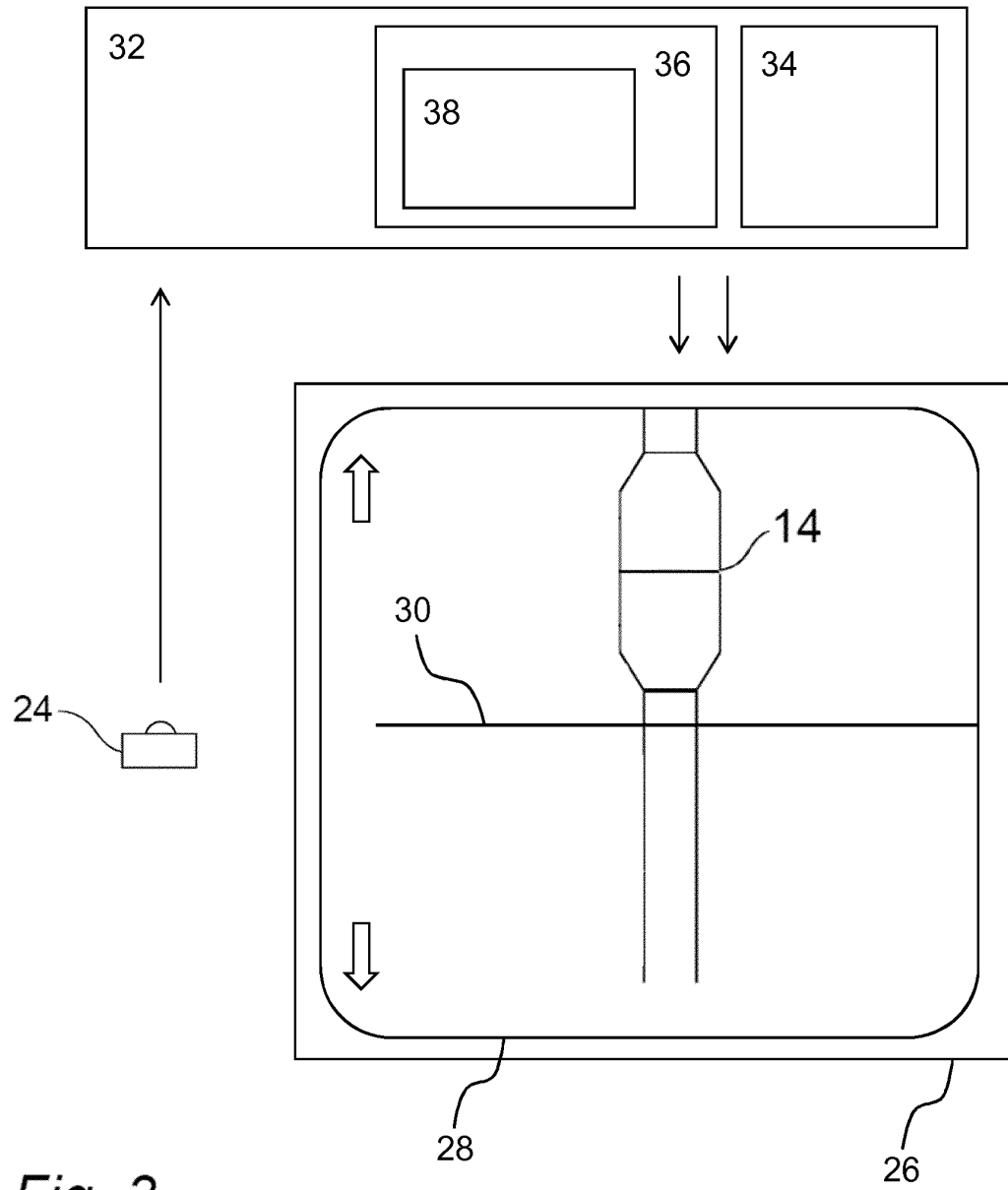
auf Basis einer Korrelationstabelle (42) in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umgewandelt wird.

- 5 6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei auf Basis der Position der Markierung (30) in dem Bild (28) und daraus erhältlicher Bewegungsdaten zur Positionierung einer Handhabungseinrichtung die Handhabungseinrichtung relativ zu der Verbindungsstelle (14) justiert wird.
- 10 7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei mit der Handhabungseinrichtung ein neues Gestängeelement (12) relativ zu einem oberen Ende des Bohrstrangs (10) als markierter Verbindungsstelle (14) justiert wird.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, wobei die Justierung des neuen Gestängeelements (12) zunächst mit einer ersten vorgegebenen oder vorgebbaren Geschwindigkeit und unterhalb eines vorgegebenen oder vorgebbaren Abstands des neuen Gestängeelements (12) zum oberen Ende des Bohrstrangs (10) mit einer im Vergleich zur ersten Geschwindigkeit reduzierten, vorgegebenen oder vorgebbaren zweiten Geschwindigkeit erfolgt.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, wobei vor der Kombination eines neuen Gestängeelements (12) mit dem Bohrstrang (10) eine Handhabungseinrichtung mit einem Verdrängungskörper relativ zum oberen Ende des Bohrstrangs (10) als markierter Verbindungsstelle (14) justiert wird, wobei der Verdrängungskörper mit der Handhabungseinrichtung zum Verdrängen von Flüssigkeit aus dem Bohrstrang (10) in das obere Ende des Bohrstrangs (10) eingeführt wird und wobei die Handhabungseinrichtung anschließend aus dem Bereich des Bohrstrangs (10) wegbewegt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8 und Anspruch 9, wobei vor der Justierung des neuen Bohrgestängeelements (12) der Verdrängungskörper automatisch in das obere Ende des Bohrstrangs (10) eingeführt wird und wobei anschließend automatisch die Justierung des neuen Bohrgestängeelements (12) in Bezug auf das obere Ende des Bohrstrangs (10) erfolgt.
- 30 11. Vorrichtung zur halbautomatischen Justierung einer Handhabungseinrichtung in Bezug auf einen Bohrstrang (10), insbesondere einer automatischen Handhabungseinrichtung, wobei die Vorrichtung eine ortsfeste und hinsichtlich ihrer Ausrichtung fixierte Kamera (20) umfasst, mit der ein Bild (28) eines Abschnitts eines Bohrstrangs (10) aufnehmbar und einem Bediener darstellbar ist, wobei in dem Bild (28) eine Verbindungsstelle (14) zwischen zwei Gestängeelementen (12) des Bohrstrangs (10) markierbar ist und wobei eine Position der Markierung (30) in dem Bild (28) in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung umwandelbar ist.
- 35 12. Vorrichtung nach Anspruch 11 mit Mitteln (24) zum Bestätigen einer Position der Markierung (30) in dem Bild (28) und mit Mitteln (32, 34, 36, 38) zum Erfassen einer Position der Markierung (30) in dem Bild (28) sowie Mitteln (32, 34, 36, 38) zur Umwandlung der erfassten Position in Bewegungsdaten zur Positionierung der Handhabungseinrichtung.
- 40 13. Computerprogramm (38) oder Computerprogrammprodukt mit durch einen Computer (32) ausführbaren Programmcodeanweisungen zur Implementierung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wenn das Computerprogramm (38) auf einem Computer (32) ausgeführt wird.
- 45 14. Bohranlage, insbesondere Bohranlage für Tiefbohrungen, mit einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 oder 12, insbesondere einer Vorrichtung, in die ein Computerprogramm nach Anspruch 13 geladen oder ladbar ist.

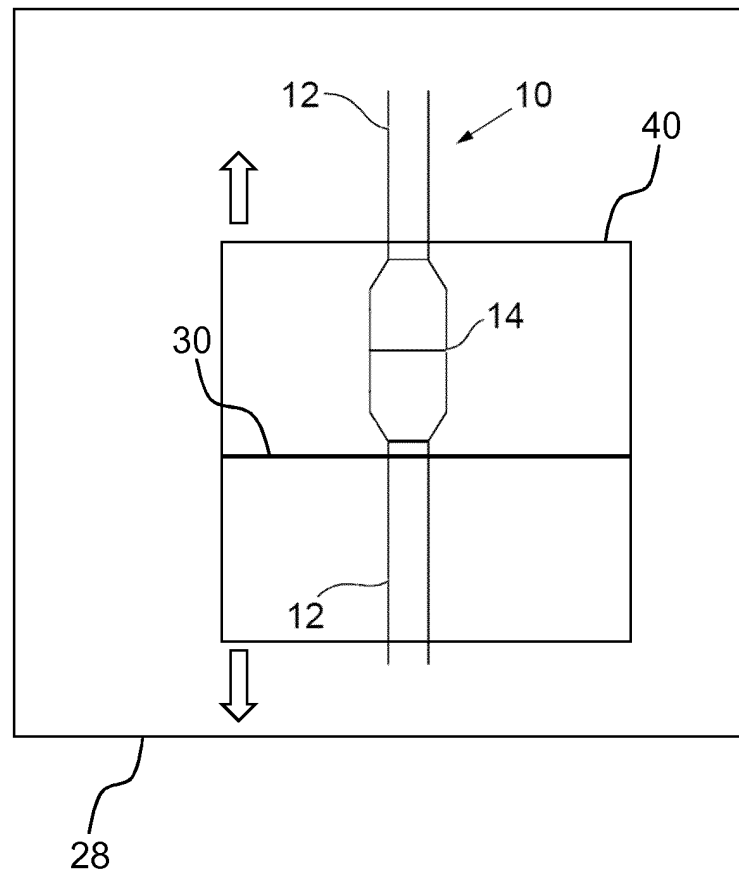


*Fig. 1*

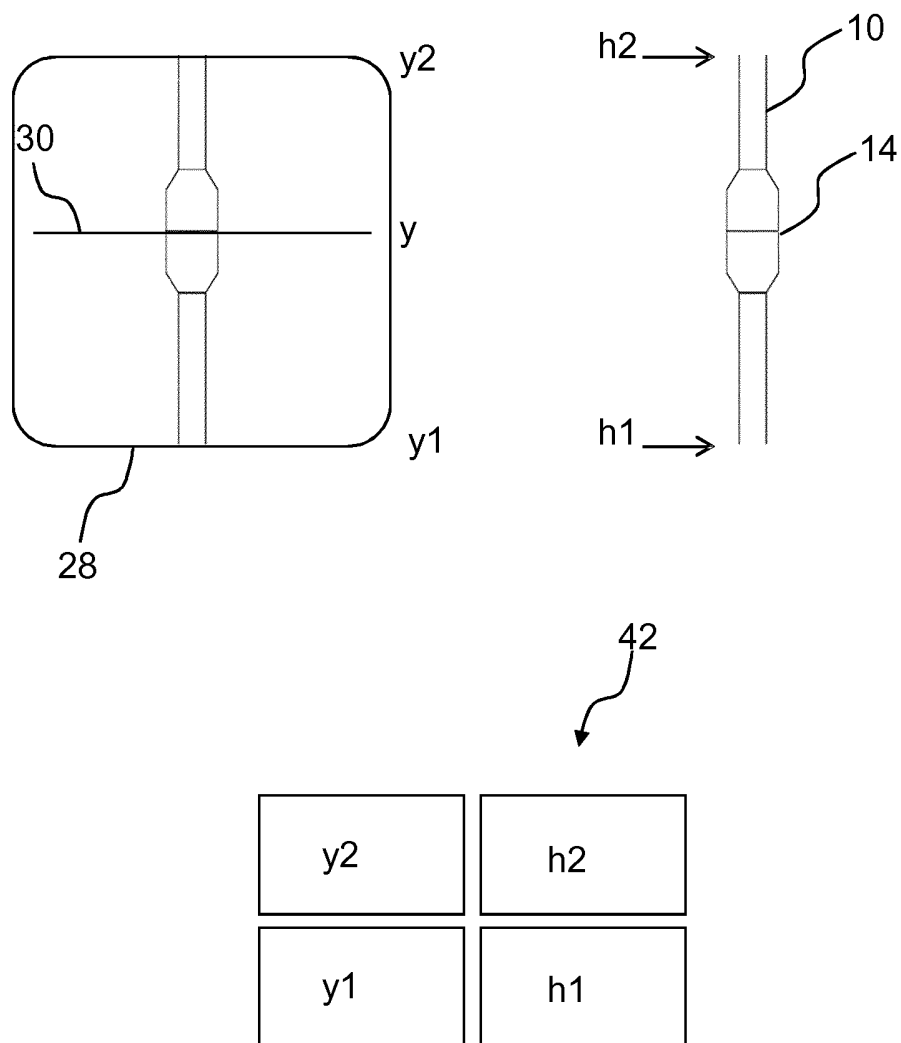




*Fig. 3*

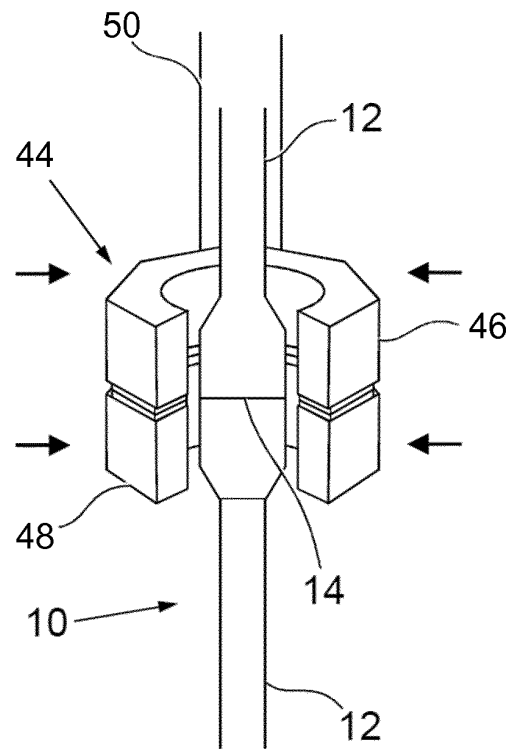


*Fig. 4*

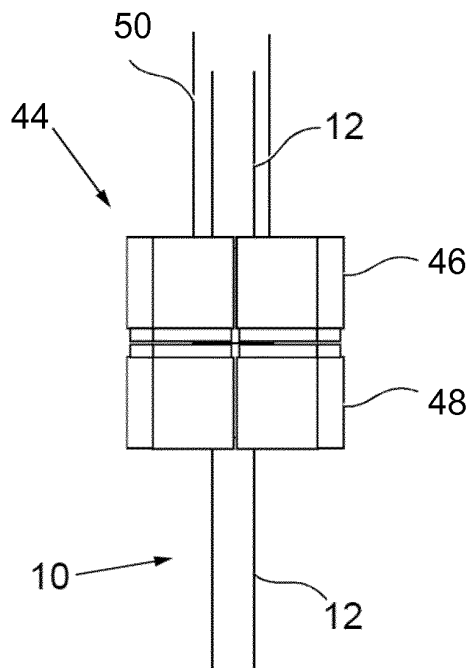


*Fig. 5*





*Fig. 6*



*Fig. 7*

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102010060823 [0002]
- US 4468959 A [0010]
- US 20090314137 A [0011]
- WO 2009148304 A [0012]