

(19)



(11)

EP 3 163 586 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2017 Patentblatt 2017/18

(51) Int Cl.:
H01B 13/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15191926.3**

(22) Anmeldetag: **28.10.2015**

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

(72) Erfinder:
• **KEIL, Uwe**
42499 Hückeswagen (DE)
• **KAMPMANN, Roland**
58456 Witten (DE)

(74) Vertreter: **Patentbüro Paul Rosenich AG**
BGZ
9497 Triesenberg (LI)

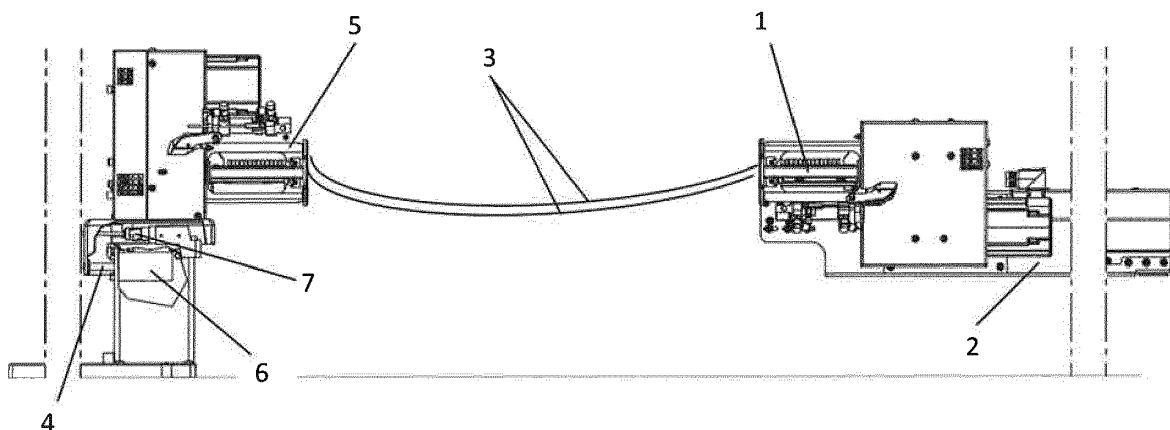
(71) Anmelder: **Schleuniger Holding AG**
3608 Thun (CH)

(54) VERDRILLVORRICHTUNG FÜR ELEKTRISCHE LEITUNGEN

(57) Eine Verdrillvorrichtung für Leitungen weist zumindest einen um eine Drehachse motorisch verdrehbaren Verdrillkopf (1) und eine Einspannvorrichtung für die Leitungen (3) auf. Der Verdrillkopf (1) ist zum Längenausgleich in Richtung seiner Drehachse auf die Einspannvorrichtung hin verfahrbar. Dazu sitzt er auf einem ersten, motorisch verfahrbaren Längenausgleichsschlitten (2) und sitzt die Einspannvorrichtung auf einem zum Längenausgleichsschlitten (2) parallel zur Drehachse beweglichen Wegausgleichsschlitten (4). Dieser ist über ein krafterzeugendes Element mit einer parallel zur Dreh-

achse wirkenden Kraft beaufschlagbar. Nach dem Ablängen der Leitungen (3) und Übergabe an den Verdrillkopf (1) und die Einspannvorrichtung werden die Leitungen (3) gespannt. Anschliessend wird der Verdrillkopf (1) zur Drehung um eine parallel zu den Leitungen (3) liegende Drehachse aktiviert, unter gleichzeitigem Verfahren in Richtung der Einspannvorrichtung gemäss einem Fahrprofil. Dabei wird die Einspannvorrichtung mit einer vom Verdrillkopf (1) weg gerichteten Kraft beaufschlagt und wird das Fahr- und / oder Kraftprofil für die Einspannvorrichtung ermittelt und ausgewertet.

FIG. 1

**EP 3 163 586 A1**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Verdrillvorrichtung für elektrische Leitungen, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie ein Verfahren dafür, gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 13.

[0002] In der WO2013068990A1 ist ein Verfahren zum Verdrillen von elektrischen oder optischen Leitungen, wie Drähten, Kabeln, Leitungsbündel, Lichtleitfasern, etc., in einer Verdrillvorrichtung mit zwei gegenläufig verdrehbaren Verdrillköpfen offenbart. Die Leitungen werden nacheinander in die Verdrillvorrichtung zwischen die Verdrillköpfe eingezogen und während des Verdrillvorganges wird der Abstand der Verdrillköpfe voneinander verringert, vorzugsweise in Abhängigkeit der Umdrehungen der Verdrillköpfe, um die Gesamtlängenverkürzung der verdrillten Leitungen beim Verdrillen auszugleichen. Vorteilhafte Varianten sehen vor, die Drehzahl der Verdrillköpfe während eines ersten Abschnittes des Verdrillvorganges sukzessive zu erhöhen und während eines zweiten Abschnittes des Verdrillvorganges sukzessive zu verringern oder auch die Drehzahlen der Verdrillköpfe separat zu erhöhen und zu verringern oder nach programmierbaren Drehzahlprofilen.

[0003] Bei derartigen Verfahren sind wesentliche Störgrößen die Längenschwankung der Einzelleitungen, Toleranzen durch Leitungsübergaben in der Maschine, Temperaturschwankungen und Toleranzen des Leitungsaußendurchmessers. Die Qualität der Verdrillung ist auch abhängig von der Kraft, die beim Verdrillen in der Leitungsachse aufgebracht wird. Die Leitungen beim Verdrillen entsprechend dem Verkürzungsprofil mit konstanter Kraft zu beaufschlagen, ist in einem automatisierten Prozess sehr anspruchsvoll. Eine rechnerische (theoretische) Bestimmung des Verkürzungsprofils muss bei jeder Verdrillung individuell angepasst werden, um die Störgrößen auszuschalten.

[0004] Dies gilt genauso bei einer Vorrichtung wie in der EP1032095B1 offenbart, wo eine Regelung des Verkürzungsprofils vorgesehen ist. Die Leitung ist beidseitig eingespannt, an einem festen Greifer ist ein Kraftsensor angebracht. Ein Verdrillrotor ist beweglich eingebaut und fährt die Verkürzung der Leitung möglichst synchron zur tatsächlichen Leitungsverkürzung ab, wobei seine Position unter Berücksichtigung der gemessenen Kraft geregelt wird. Die Zugkraft wird an der feststehenden Leitungsklemme ermittelt und davon abgeleitet der Vorschubweg des Verdrillmotors geregelt. Diese Lösung erfordert eine sehr schnelle Signal-Verarbeitung. Allerdings schwankt im Regelprozess die Kraft um einen vor-
eingestellten Wert, wobei aufgrund des äusserst dynamischen Prozesses nur verzögert reagiert werden kann, so dass auf einen Fehler nur schwer geregelt werden kann. Das Einhalten einer exakten Zugkraft ist fast unmöglich, was auch hier zu einem hohen Anteil an Ausschuss führen kann. Dies gilt insbesondere bei kurzen zu verdrillenden Leitungen, die axial kaum dämpfend wirken; es wird ein äusserst hoher Regelaufwand benötigt.

[0005] Eine andere Gruppe von Maschinen, die sogenannten halbautomatischen Leitungsverdriller, arbeiten im Bereich der Leitungsverkürzung gegen eine permanente Kraft, die typischerweise pneumatisch aufgebracht wird. Eine Qualitätsüberwachung wäre wegen der langen Wege des Verkürzens nur unter erheblichen Kostenaufwänden zu realisieren. Das Thema hat bei der manuellen Verarbeitung wenig Priorität, da der Bediener jede Leitung in der Produktion sieht und Fehler so relativ gut erkennen kann.

[0006] Ähnliche Probleme wie oben erläutert treten auch beim Verseilen auf. So offenbart beispielsweise die DE19631770A1 eine Verseilmaschine, in der vorbereitete Leitungen manuell eingespannt werden. Das Verseilen der beiden Leitungen erfolgt durch Rotieren der beiden Leitungen beginnend an den im Verdrillkopf eingespannten Leitungsenden bei gleichzeitigem gesteuerten Verfahren eines Drillschiffes, so dass der Abstand zwischen Drillschiff und Verdrillkopf bei fortschreitendem Prozess größer wird. Verdrillt werden bei diesem Prozess die Leitungsabschnitte, die sich zwischen Drillschiff und Verdrillkopf befinden. In der DE19631770A1 wird auch beschrieben, dass die Verdrillspannaufnahmen mittels einer Vorschubeinrichtung, z.B. ein Pneumatikzylinder mit Gegendrucksteuerung, entlang der Linearführungen verfahrbar angeordnet sind. Diese Vorschubeinrichtung mit Pneumatikzylinder und Gegendrucksteuerung, montiert unter dem Verdrillkopf mit den Verdrillspannaufnahmen verfährt den gesamten Verkürzungsweg, der beim Verdrillen entsteht.

[0007] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es daher, eine Verdrillvorrichtung derart auszubilden, dass damit der sehr dynamische und auch aufgrund von Störgrößen wie Materialtoleranzen nur schwer zu regelnde Verdrillprozess einfach zu überwachen ist, dass eine Prozessautomatisierung bei möglichst gleichbleibender Zugkraft ermöglicht ist, wobei Belastungsspitzen an den Leitungen vermieden werden können, und dass eine Möglichkeit zur unmittelbaren Qualitätskontrolle der verdrillten Leitungen geschaffen ist. Eine weitere Aufgabe der Erfindung war ein Verfahren zur Herstellung verdrillter Leitungen mit den genannten Vorteilen.

[0008] Die Aufgabe wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 und des unabhängigen Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Figuren und in den abhängigen Patentansprüchen dargelegt.

[0009] Ausgangspunkt ist eine Vorrichtung mit zumindest einem relativ zu einer Basis um eine Drehachse motorisch verdrehbaren Verdrillkopf und einer Einspannvorrichtung für die dem Verdrillkopf gegenüberliegenden Enden der Leitungen, wobei der Verdrillkopf in Richtung seiner Drehachse auf die Einspannvorrichtung hin verfahrbar ist. Die Einspannvorrichtung kann beispielsweise eine feststehende, d.h. nicht rotierende Leitungsklemme sein. Die motorische Bewegbarkeit des Verdrillkopfes kann durch beliebige Antriebe bewerkstelligt werden, wie beispielsweise Elektromotoren, Fluidmotoren auf pneu-

matischer oder hydraulischer Basis, etc.

[0010] Zur Lösung der gestellten Aufgabe ist eine derartige Vorrichtung dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrillkopf auf einem ersten, automatisch motorisch verfahrbaren Längenausgleichsschlitten sitzt, wobei die Einspannvorrichtung auf einem zum Längenausgleichsschlitten im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Verdrillkopfes beweglichen Wegausgleichsschlitten sitzt, der über ein krafterzeugendes Element mit einer im Wesentlichen parallel zur Drehachse wirkenden Kraft beaufschlagbar ist.

[0011] Bevorzugt ist dabei vorgesehen, dass auf dem Wegausgleichsschlitten als Einspannvorrichtung ein weiterer Verdrillkopf sitzt, welcher um eine mit dem ersten Verdrillkopf gemeinsame Drehachse gegenläufig verdrehbar ist.

[0012] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Wegausgleichsschlitten passiv verfahrbar und ist durch ein Vorspannelement mit einer vom ersten Verdrillkopf weg weisenden Kraft beaufschlagt. Auf diese Weise wird über den gesamten Verfahrbereich der während des Verdrillprozesses bewegten Elemente eine Zugkraft auf die Leitungen aufgebracht, um dadurch den Verdrillprozess und dessen Qualität zu verbessern.

[0013] Bevorzugt ist dabei die Vorspannkraft des Vorspannelementes zumindest vor Beginn der Aktivierung des Antriebs des Längenausgleichsschlittens einstellbar und bleibt vorzugsweise während des Verdrillvorganges konstant. Auf diese Weise kann über den gesamten Verfahrbereich eine konstante Zugkraft beim Verdrillen aufgebracht werden. Materialbedingte Toleranzen werden damit beim Verdrillen kompensiert, indem die axial bewegliche Einspannvorrichtung entsprechend der konstanten Zugkraft ihre axiale Halteposition anpasst.

[0014] Bei einfacher und gut regelbarer Bauweise ist gemäss einer vorteilhaften Ausführungsform das Vorspannelement ein über ein ansteuerbares Drucksteuerventil mit einer Druckquelle verbundener Fluidzylinder, vorzugsweise ein Pneumatikzylinder.

[0015] Ein weiteres optionales Merkmal gemäss der vorliegenden Erfindung liegt darin, dass die Kolbenstange des Fluidzylinders bzw. der Wegausgleichsschlitten mit einem Wegmesssensor versehen oder gekoppelt ist, welcher mit einer Auswerteeinrichtung zur Ermittlung und Auswertung des Fahrprofils des Kraftausgleichsschlittens verbunden ist. Beispielsweise kann die Position der Kolbenstange bzw. des Schlittens überwacht werden, welche der Halteposition der Einspannvorrichtung entspricht. Aufgrund der geringen axialen Bewegungen der Einspannvorrichtung während des Verdrillvorganges, die typischerweise im Bereich von 40mm liegen, ist damit der Verdrillprozess innerhalb der "normalen" Toleranzen gut überwachbar. Störungen und Fehler außerhalb dieses normalen Verdrill-Prozesses führen dazu, dass der Überwachungs-Toleranzschlauch verlassen wird. Damit ist eine Qualitätskontrolle des Verdrillvorganges realisierbar. Anstelle des Wegmesssensors sind auch Initiatoren denkbar, die bedämpft sind, solange der

Schlitten im zulässigen Überwachungs-Toleranzschlauch verfahren wird.

[0016] Anstelle eines Vorspannelementes, das zum Ausgleich von unterschiedlichen axialen Wegen während des Verdrillvorganges mit einer konstanten Vorspannkraft beaufschlagt ist, kann gemäss einer weiteren erfindungsgemässen Ausführungsform der Kraftausgleichsschlitten mit einem Kraftmesssensor und einem motorischen Antrieb als krafterzeugendes Element ausgestattet sein. Dabei ist der Kraftausgleichsschlitten in Abhängigkeit von den Signalen des Kraftmesssensors durch den Antrieb zumindest während des Verdrillvorganges mit einer vom ersten Verdrillkopf weg weisenden und allenfalls veränderlichen Kraft beaufschlagt.

[0017] Für die Qualitätskontrolle des Verdrillvorganges kann in diesem Fall ebenfalls das - nun aber aktiv vorgebbare - Fahrprofil der Einspannvorrichtung herangezogen werden. Dazu ist erfindungsgemäss der Antrieb oder eine Steuereinrichtung des Kraftausgleichsschlittens für den Antrieb mit einer Auswerteeinrichtung zur Ermittlung und Auswertung des Fahrprofils des Kraftausgleichsschlittens verbunden.

[0018] Gemäss einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass ein Antrieb für den Längenausgleichsschlitten über eine programmierbare Steuerung aktivierbar ist, um ein für jede Leitung, Leitungsart und/oder Verdrillparameter vorgegebenes Fahrprofil überwiegend in Richtung auf die Einspannvorrichtung hin abzufahren, und wobei der maximal mögliche Verfahrweg des Wegausgleichsschlittens durch vorzugsweise einstellbare Anschläge geringer gehalten ist als der maximale Verfahrweg des Längenausgleichsschlittens. Durch den Verdrillprozess wird die Länge der verdrillten Leitung in Abhängigkeit von den Verdrillumdrehungen nach einer Parabel-Funktion verkürzt. Variable im Verdrillprozess sind z.B. Leitungsdurchmesser, Leitungsmaterial, Leitungslänge, Anzahl der Verdrillumdrehungen (vorwärts und anschließend rückwärts zum Entspannen), Zugkraft beim Verdrillen und Verdrillschlaglänge, die als Verdrillergebnis erzielt werden soll. Die Längen-Verkürzung im Verdrillprozess ist also mathematisch beschreibbar entsprechend der vorgenannten Variablen und kann als Datei (sog. Rezeptur) gespeichert werden. Die Basisdaten für diese Rezepturen werden in Vorversuchen für jeden Leitungsquerschnitt initial ermittelt. Von einmal ermittelten Basisdaten können die Daten für andere Leitungslängen mathematisch abgeleitet werden. Theoretisch würde die axiale Zugkraft in dem zu verdrillenden Leitungspaar entsprechend der Rezeptur weitgehend konstant bleiben, wenn dies nicht durch Störgrössen wie etwa Materialtoleranzen verhindert wäre. Der Ausgleich dieser Toleranzen durch eine konstante Haltekraft auf die Einspannvorrichtung ist jedoch durch eine viel geringere axiale Verschiebung möglich, als die Verdrillung an sich benötigt.

[0019] Um die möglichst weitgehend automatisierte Durchführung und auch Überwachung des Verdrillprozesses zu ermöglichen, ist bevorzugt zumindest der An-

trieb des Längenausgleichsschlittens mit einer Steuereinheit verbunden, in der für jede Kombination von Leitungen und Verdrillparametern ein Fahrprofil zur Ansteuerung des Antriebs des Längenausgleichsschlittens abgelegt ist.

[0020] Vorteilhafterweise ist dabei vorgesehen, dass in der Steuereinheit ein Ablauf implementiert ist, der die Auswerteeinrichtung und/oder den Wegmesssensor abfragt und abhängig vom ermittelten Fahrprofil des Wegausgleichsschlittens eine Qualitätsaussage generiert und/oder das Fahrprofil des Längenausgleichsschlittens adaptiert, allenfalls als neues Fahrprofil für diese Kombination von Leitungen und Verdrillparametern in der Steuereinheit hinterlegt, und/oder den Verdrillvorgang mit einer Fehlermeldung abbricht.

[0021] Die Überwachung des Verdrillvorganges kann auch dazu genutzt werden, die Parameter des Verdrillvorganges automatisiert anzupassen. Dazu ist besonders vorteilhaft eine Vorrichtung geeignet, die dadurch gekennzeichnet ist, dass in der Steuereinheit ein Ablauf implementiert ist, der den Längenausgleichsschlitten derart steuert, dass die vom Wegmesssensor gelieferten Werte in einem vorgegebenen Bereich liegen, und abhängig vom ermittelten Fahrprofil des Wegausgleichsschlittens eine Qualitätsaussage generiert und/oder das Fahrprofil des Längenausgleichsschlittens adaptiert, allenfalls als neues Fahrprofil für diese Kombination von Leitungen und Verdrillparametern in der Steuereinheit hinterlegt, und/oder den Verdrillvorgang mit einer Fehlermeldung abbricht.

[0022] Zur Lösung der eingangs gestellten Aufgabe kann auch ein Verfahren zum Verdrillen von elektrischen Leitungen angepasst werden. Die grundlegenden Schritte eines derartigen Verfahrens umfassen die Schritte:

- Ablängen einer ersten Leitung und Übergabe an einen aktiv verfahrbaren Verdrillkopf und eine gegenüberliegende verschiebbare Einspannvorrichtung,
- Spannen der Leitung zwischen Verdrillkopf und Einspannvorrichtung durch Verfahren zumindest des Verdrillkopfes weg von der Einspannvorrichtung,
- Aktivieren des Verdrillkopfes zur Drehung um eine parallel zu den eingespannten Leitungen liegende Drehachse, unter gleichzeitigem Verfahren des Verdrillkopfes in Richtung der Einspannvorrichtung gemäß einem vorgegebenen Fahrprofil.

[0023] Ein derartiges Verfahren ist erfindungsgemäss gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Beaufschlagung zumindest der Einspannvorrichtung mit einer vom Verdrillkopf weg gerichteten Kraft, allenfalls unterschiedlicher Stärke, zumindest während des Verdrillvorganges, und
- Ermittlung und Auswertung eines Fahr- oder Kraftprofils für die verschiebbare Einspannvorrichtung.

[0024] Bevorzugt sind als weitere optionale Schritte

vorgesehen:

- motorisch angetriebenes Verschieben des Verdrillkopfes weg von der Einspannvorrichtung nach Einspannen der Leitung und vor Beginn des eigentlichen Verdrillvorganges, solange bis die Einspannvorrichtung um einen vordefinierten Fahrweg verschoben ist oder eine vordefinierte Kraft anliegt,
- Messung oder zumindest mittelbare Bestimmung eines für die Länge der Leitung charakteristischen Wertes aus der dann eingenommenen Position des Verdrillkopfes,
- Wiederholung der obigen Schritte mit einer zweiten oder jeder weiteren, zusammen mit der ersten Leitung zu verdrillenden Leitung, wobei aus den Messwerten oder charakteristischen Werten ein Korrekturwert für das Ablängen der zweiten oder jeder weiteren Leitung bestimmt wird.

[0025] Eine weitere erfindungsgemässe Variante des Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrillkopf ein für jede Leitungsart und/oder Verdrillparameter programmgesteuert vorgegebenes Fahrprofil in Richtung auf die Einspannvorrichtung hin abfährt, während diese durch die bei Verkürzung der verdrillten Leitungen bewirkte Kraft entgegen der Wirkung eines kraftzeugenden Elementes auf den Verdrillkopf hin verschoben wird.

[0026] Eine vorteilhafte Vorbereitung des eigentlichen Verdrillvorganges ist möglich durch eine Erfindungsvariante, bei welcher vor Beginn des eigentlichen Verdrillvorganges die zu verdrillenden Leitungen locker eingespannt werden, wonach die Leitungen nach einer losen Anfangsverdrillung durch Verfahren des Verdrillkopfes auf Spannung gebracht werden, bis die Einspannvorrichtung etwa um die Hälfte des maximalen Fahrwegs verschoben wurde, wobei die Einspannvorrichtung mit einer Kraft vom Verdrillkopf weg beaufschlagt wird.

[0027] Eine Qualitätsüberwachung des Verdrillvorganges insbesondere bei automatisiertem Prozessablauf ist vorteilhaft dann möglich, wenn das Fahrprofil der Einspannvorrichtung während der Verdrillung ausgewertet wird, wobei vorzugsweise das Überschreiten einer vorgegebenen Grenze für den Fahrweg und die zugeordnete Umdrehung überwacht wird, so dass ein Überwachungsschlauch darstellbar ist, der bei Bedarf eine detaillierte Zuordnung der Grenzwertüberschreitung in Zuordnung zur Umdrehung zulässt.

[0028] Vorzugsweise kann eine erfindungsgemässe Variante vorsehen, dass das Fahrprofil des Verdrillkopfes in Abhängigkeit vom Fahrprofil der Einspannvorrichtung adaptiert wird, vorzugsweise für eine vorgebbare Anzahl von Verdrillvorgängen mit gleichartigen Leitungen und Verdrillparametern.

[0029] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnungen Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben

sind. Dabei können die in den Ansprüchen und in der Beschreibung erwähnten Merkmale jeweils einzeln für sich oder in beliebiger Kombination erfindungswesentlich sein.

[0030] Die Bezugszeichenliste ist wie auch der technische Inhalt der Patentansprüche und Figuren Bestandteil der Offenbarung. Die Figuren werden zusammenhängend und übergreifend beschrieben. Gleiche Bezugszeichen bedeuten gleiche Bauteile, Bezugszeichen mit unterschiedlichen Indices geben funktionsgleiche oder ähnliche Bauteile an.

[0031] Es zeigen dabei:

Fig. 1 beispielhaft eine schematische Seitenansicht einer erfindungsgemässen Verdrillvorrichtung mit zwei Verdrillköpfen,

Fig. 2 eine vergrösserte Einzeldarstellung der Baugruppe der Verdrillvorrichtung der Fig. 1 mit der zum Wegausgleich verschiebbaren Einspannvorrichtung in komplett zurückgefahrener Stellung,

Fig. 3 eine vergrösserte Einzeldarstellung der Baugruppe der Fig. 2 in komplett ausgefahrener Stellung, und

Fig. 4 ein Beispiel für einen pneumatischen Schaltplan für die Ansteuerung des Vorspannelementes für die Einspannvorrichtung.

[0032] Die in Fig. 1 dargestellte Verdrillvorrichtung mit Ausgleich der theoretischen Längenverkürzung beim Verdrillprozess weist einen Verdrillkopf 1 auf. Auf der dem Verdrillkopf 1 gegenüberliegenden Seite wird ein zu verdrillendes Leitungspaar 3 durch einen zweiten Verdrillkopf 5 gehalten, wobei die beiden Verdrillköpfe 1, 5 in entgegengesetztem Sinn um eine gemeinsame Drehachse in Drehung versetzt werden können. Anstelle des zweiten Verdrillkopfes 5 kann auch eine nicht-rotative Einspannvorrichtung vorgesehen sein. Die nicht-rotative Einspannvorrichtung kann als Variante auch anstelle des ersten Verdrillkopfes 1 vorgesehen sein, wobei dann der zweite Verdrillkopf 5 in Drehung versetzt wird. Prinzipiell ist auch das Verdrillen von drei oder mehr Leitungen denkbar, wenn die Verdrillköpfe 1, 5 bzw. die Einspannvorrichtung, insbesondere deren Einspannmechanismen, entsprechend ausgelegt sind.

[0033] Nach Übergeben des Leitungspaares 3 an die Verdrillköpfe 1, 5 sind die Leitungen zunächst nebeneinander parallel angeordnet und an den Enden in den Greifern der Verdrillköpfe 1, 5 eingespannt. Sobald der Verdrillprozess gestartet wird, werden die beiden Leitungen durch die Wirkung zumindest des Verdrillkopfes 1 umeinander verdrillt, wobei die axiale Zugkraft beim Verdrillen konstant sein sollte. Eventuell ist aber auch eine variable Zugkraft in Abhängigkeit vom fortschreitenden Verdrillprozess sinnvoll. Durch den Verdrillprozess wird die Länge der verdrillten Leitung 3 zwischen den Verdrill-

köpfen 1, 5 verkürzt. Die Verkürzung erfolgt in Abhängigkeit von den Verdrillumdrehungen nach einer Parabel-Funktion. Die Anzahl der für den Verdrillauftrag erforderlichen Verdrillumdrehungen ist annäherungsweise gleich der Länge der verdrillten Leitung 3 (lt. Zeichnung/Auftrag) geteilt durch Schlaglänge. Zusätzlich müssen beispielsweise ca. 40% Überdrillung gerechnet werden, die dann wieder zurück zu drillen sind.

[0034] Die Längen-Verkürzung im Verdrillprozess ist mathematisch mit Hilfe der Variablen im Verdrillprozess (z.B. Leitungsdurchmesser, Leitungsmaterial, Leitungslänge, Anzahl der Verdrillumdrehungen (vorwärts und anschließend rückwärts zum Entspannen), Zugkraft beim Verdrillen und Verdrillschlaglänge, die als Verdrillergebnis erzielt werden soll, etc) beschreibbar. Die Parameter des Verdrillprozesses für eine bestimmte Konfiguration dieser Variablen kann als Datei (sog. "Rezeptur") gespeichert werden. Die Basisdaten für diese Rezepturen werden in Vorversuchen für jeden Leitungsquerschnitt initial ermittelt. Von einmal ermittelten Basisdaten können die Daten für andere Leitungslängen mathematisch abgeleitet werden.

[0035] Die theoretische Längen-Verkürzung wird beim Verdrillprozess umgesetzt, indem der erste Verdrillkopf 1 auf einem Längenausgleichsschlitten 2 sitzt, der über einen programmierbaren Servoantrieb entsprechend der erforderlichen Rezeptur beim Verdrillen aktiv und vorzugsweise entsprechend den Verdrillumdrehungen verfahren werden kann und damit die Verkürzung der zu verdrillenden Leitungen 3 beim Verdrillprozess kompensiert. Theoretisch müsste dabei die axiale Zugkraft in dem zu verdrillenden Leitungspaar 3 weitgehend konstant bleiben, wie dies auch für die meisten Verdrillprozesse erwünscht ist. Über die geeignete Rezeptur könnte aber auch ein über die Verdrillung variabler Zugkraftverlauf programmiert werden.

[0036] Der zweite Verdrillkopf 5 - bzw. auch jede nicht-rotative Einspannvorrichtung - sitzt auf einem weiteren Linearschlitten, einem Wegausgleichsschlitten 4, der von einem einstellbaren Vorspannelement mit einer einstellbaren Vorspannkraft beaufschlagbar ist, welche Kraft in einer dem ersten Verdrillkopf 1 entgegengesetzten und parallel zur gemeinsamen Drehachse der Verdrillköpfe 1, 5 orientierten Richtung wirkt. Vorzugsweise wird der Schlitten 4 mit einer konstanten und vor allem unabhängig von der Schlittenposition konstanten Zugkraft beaufschlagt. Die beim Verdrillen auf die Leitungen 3 über den Verdrillkopf 1 beaufschlagte axiale Zugkraft entspricht der am Wegausgleichsschlitten 4 wirkenden Zugkraft.

[0037] Wenn bedingt durch z.B. Material-Toleranzen im Prozeß das Verkürzungsmaß der verdrillten Leitung nicht exakt dem gemäß Fahrprofil programmierten und verfahrenen Soll-Weg des Längenausgleichsschlittens unter Verdriller 1 entspricht, soll der Wegausgleichsschlitten 4 unter dem Verdrillkopf 5 diesen Differenzweg ausgleichen. Die Zugkraft bleibt dieselbe.

[0038] Als Vorspannelement kann beispielsweise ein

Pneumatikzylinder 6 zum Einsatz kommen, dessen einer Arbeitsraum mit einstellbarem und unabhängig von der Kolbenstellung konstantem Druck beaufschlagt ist. Auf diese Weise kann über den gesamten Verfahrbereich des Längenausgleichsschlittens 2 durch die ausgleichende Wirkung des Wegausgleichsschlittens 4 eine definierte Zugkraft, beispielsweise konstant über den gesamten Verfahrbereich beider Schlitten 2, 4 auf das zu verdrellende Leitungspaar 3 beim Verdrellen aufgebracht werden. Der Pneumatikdruck zur Versorgung des Zylinders 6 wird - wie dies in Fig. 4 in einem beispielhaften Pneumatikschaltplan dargestellt ist - mittels eines programmierbaren Druckregelventils, vorzugsweise eines 5/2-Wegeventils 44 per Benutzeroberfläche eingestellt. Das Pneumatiksystem umfasst insgesamt die Druckluftquelle 41, einen zwischen dieser und dem Druckluftspeicher 42 eingesetzten elektropneumatischen Regler 43, als auch zwei Schalldämpfer 47 an den Auslassöffnungen des Ventils 44. Ein Stopfen 45 verschliesst einen zum Zylinder 6 parallelen Pfad des Ventils 44. Der Pneumatikzylinder 6 wird mit dem Pneumatikdruck einseitig versorgt, so dass die an der Kolbenstange vorhandene Zugkraft über den gesamten Verfahrbereich des Kolbens konstant vorhanden ist. Materialbedingte Toleranzen werden dadurch beim Verdrellen kompensiert, indem der nun axial bewegliche Verdrillkopf 2 entsprechend der konstanten Zugkraft seine axiale Halteposition anpasst.

[0039] Alternativ ist es auch möglich, in Zuordnung zu den Verdrellumdrehungen den Pneumatikdruck und damit die auf die Leitungen 3 wirkende Zugkraft zu variieren, so dass z.B. zu Beginn des Verdrellprozesses eine geringere Zugkraft wirkt, danach eine größere. Weiters sind alternative Ausführungsformen möglich, bei welchen der Pneumatikdruck und damit die Vorspannkraft des Zylinders 6 nach einem programmierten Profil gefahren wird. Das betrifft auch den anschliessenden Rückverdrellprozess.

[0040] Die durch Toleranzen zu kompensierende Verdrell-Verkürzung erfordert nur einen relativ kurzen Verfahrweg des unter Verdrillkopf 5 montierten Wegausgleichsschlittens 4, insbesondere im Vergleich zum Verfahrweg des Längenausgleichsschlittens 2 für den ersten Verdrillkopf 1, typischerweise im Bereich von ca. 40 mm. Dies ist auch durch Vergleich der Fig. 2 und 3 zu erkennen. Wenn die Position der Kolbenstange, des Schlittens 4 bzw. des Verdrillkopfes 5, also die Verdrillkopf-Halteposition, mittels eines Wegsensors 7 überwacht wird, ist damit der Verdrellprozess innerhalb der "normalen" Toleranzen gut überwachbar. Störungen und Fehler außerhalb dieses normalen Verdrell-Prozesses führen dazu, dass der Überwachungs-Toleranzschlauch verlassen wird. Dies kann durch eine Auswerteeinheit detektiert, verarbeitet und angezeigt werden. Auch können weitere Aktionen - Abbrechen des Verdrellvorganges, Ausscheiden des Leiterpaares als fehlerhaft, etc. - davon ausgelöst werden, so dass damit ein Monitoring bzw. eine Qualitätskontrolle realisierbar ist. Vorteilhafterweise ist der maximal mögliche Verfahrweg des Wegausgleichsschlittens

4 durch vorzugsweise einstellbare Anschläge 8a, 8b geringer gehalten als der maximale Verfahrweg 8 des Längenausgleichsschlittens 2.

[0041] Gemäss der Erfindung wird der Verdrellprozess also in zwei Bewegungen aufgeteilt. Nachdem die Leitung 3 in beide Verdrillköpfe 1, 5 locker eingespannt wurde, wird die Leitung 3 sofort oder nach einer losen Anfangsverdrellung mit dem Längenausgleich servomotorisch auf Spannung gebracht, bis der Verdrillkopf 5 oder eine andere, dem Verdrillkopf 1 gegenüberliegende Einspannvorrichtung etwa die Mitte des möglichen Verfahrwegs des Wegausgleichsschlittens erreicht hat. Der Pneumatikzylinder 6 beaufschlagt die Leitung 3 nun mit der eingestellten Kraft konstant. Dann wird die Verdrellung gestartet und vom Längenausgleich des Verdrillkopfes 1 mit einem vorgegebenen Fahrprofil abgefahren, wobei der Verdrillkopf 1 eine rechnerisch ermittelte Ausgleichsfahrt durchführt, um die Verkürzung der zu verdrellenden Leitungen 3 nachzuempfinden.

[0042] Die zweite Einspannvorrichtung, hier also der zweite Verdrillkopf 5, fährt dem ersten Verdrillkopf 1 über eine Führung entgegen (sie kann unter bestimmten Bedingungen auch vom Verdrillkopf 1 weg fahren), wobei der Verfahrweg abhängig ist von der am Vorspannelement 6 voreingestellten Kraft zum Spannen der Leitungen 3 beim Verdrellen. Der Verdrillkopf 5 bzw. der ihn tragende Wegausgleichsschlitten 4 kompensiert lediglich kleine Abweichungen vom idealen, programmierten Leitungsverkürzungsweg.

[0043] Ein Wegmesssensor 7 oder beliebige andere Signalgeber in Verbindung mit dem zweiten Verdrillkopf 5 ermittelt dessen Fahrprofil während einer Verdrellung und in einer Auswerteeinheit wird die Abweichung der Leitungsverkürzung ermittelt. Für eine Qualitätsüberwachung wird das Fahrprofil des Verdrillkopfes 5 über die Verdrellung der Leitung 3 aufgezeichnet und ausgewertet. Eine fehlerhafte Verdrellung kann so über den gesamten Verlauf erkannt werden, auch eine statistische Auswertung ist möglich.

[0044] Weiters ist eine Optimierung des Maschinenprozesses möglich. Dazu wird das Fahrprofil des Längenausgleichs von Verdrillkopf 1 unter Berücksichtigung des Ausgleichsweges von Verdrillkopf 5 im Zuge der ersten Verdrellungen für gleichartige Leitungen 3 bzw. gleichartige Verdrellparameter schrittweise nachgesteuert.

[0045] Weitere Vorteile der Vorrichtung und des Verfahrens gemäss der oben beispielhaft erläuterten Erfindung:

Überwachungsfähigkeit der Verdrellung bei exakt gleichbleibender Zugkraft im Automatikprozess.

Prüfung / Überwachung der fertig verdrellten Länge

Überwachung der Verkürzung bei Verdrellen als Qualitätsmerkmal

Sehr sensibles Ansprechen der Längenkorrektur verhindert Belastungsspitzen der Leitungen

Qualitätssteigerung der Verdrillung durch absolut gleichbleibende Zugkraft im automatischen Verdrillprozess

Zugkraftprofil programmierbar im automatischen Verdrillprozess, mit Zugkraft zugeordnet zu den Verdrillumdrehungen bei fortschreitendem Verdrillprozess und/oder beim anschliessenden Rückverdrillen

Verbesserte Erkennung einer Schlechtverdrillung

Die Leitungen werden beim Verdrillen in axialer Richtung nicht überlastet.

Prüfung / Überwachung der unverdrillten Leitungslänge

[0046] Eine Variante der Erfindung sieht vor, dass der Wegausgleichsschlitten 4 oder jede gleichartig wirkende Anordnung eine automatische Ermittlung des Fahrprofils für den ersten Verdrillkopf 1 ermöglicht. Das Fahrprofil folgt typischerweise einer Parabel-Funktion. Wenn die Ist-Werte für den Anfangsbereich der Parabel bekannt sind, kann daraus die komplette Parabel berechnet werden.

[0047] Erfindungsgemäss werden zwei alternativ auch drei oder mehr zu verdrillende Leitungen 3 abgelängt und zwischen den Verdrillköpfen 1, 5 eingespannt. Dazu wird die Leitungslänge vorgegeben, vorzugsweise über eine graphische Benutzerschnittstelle, so dass der Längenausgleichsschlitten 2 positioniert werden kann. Die gewünschte Zugkraft auf die Leitungen 3 wird dann am Druckregelventil 44 des Wegausgleichsschlittens 4 eingestellt. Typische Werte liegen bei ca. 50N. Danach wird der Schlitten 1 soweit zurückgefahren, dass der Schlitten 4 des Verdrillkopfes 5 durch die eingespannten Leitungen 3 in den pneumatisch geregelten Verfahrensbereich gezogen wird.

[0048] Anschliessend wird der Verdrillvorgang mit langsamer Drehzahl des Verdrillkopfes 1 oder der Verdrillköpfe 1, 5 gestartet und solange durchgeführt, bis der Schlitten 4 sein Verfahrenswegende erreicht hat. Gleichzeitig wird über den Wegmesssensor 7 des Schlittens 4 der Verfahrensweg in Zuordnung zu den Umdrehungen erfasst. Damit sind die Ist-Daten für den Beginn der Fahrprofil-Parabel erfasst. Aus diesen Daten kann die Parabel berechnet werden inklusive des weiterführenden Fahrprofils. Damit ist das Fahrprofil für den Verdrillkopf 1 bzw. den Längenausgleichsschlitten 2 programmierbar. Das berechnete Fahrprofil basiert auf einer relativ kleinen Anzahl an Ist-Daten, so dass die Abweichungen aller weiteren Verdrillvorgänge bei Bedarf korrigiert werden müssen. Die notwendigen Korrekturen können mittels des Wegesensors 7 des Wegausgleichsschlittens 4 ermittelt und für die Korrektur der Fahrprofil-Parabel herangezogen werden.

gen werden.

[0049] Eine weitere vorteilhafte Anwendung der Erfindung ist es, den Wegausgleichsschlitten 4 zum automatisierten vergleichenden Messen der Ist-Längen der beiden oder mehrerer einzeln nacheinander abgelängten Einzelleitungen 3 zu nutzen, um für beide oder mehr zu verdrillenden Leitungen 3 die gleiche Länge im Verdrillbereich zu gewährleisten.

[0050] Nach dem Ablängen der ersten Leitung mittels des Leitungseinzugs und Übernahme in die Greifer der beiden Verdrillköpfe 1, 5 wird der Längenausgleichsschlitten 2 von der gegenüberliegenden Einspannvorrichtung weg verfahren, bis die Leitung 3 gestrafft ist und weiter der Wegausgleichsschlitten 4 bewegt wird und damit seine eingestellte Zugkraft axial auf die Einzelleitung 3 wirkt. Der Längenausgleichsschlitten 2 wird dann noch weiter verfahren bis zu einem definierten Referenzpunkt des Schlittens 4, welcher als Referenzpunkt mittels eines Wertes des Wegesensors 7 oder eines fixen Signalgebers festgestellt wird. Der an diesem Punkt erreichten Wegpunkt des Längenausgleichsschlittens 2 (ermittelt aus Resolver-Daten seines Servomotors) wird dann gespeichert.

[0051] Der Längenausgleichsschlitten 2 wird dann in Ausgangsposition zurückgefahren, wobei die auf die Leitung 3 axial wirkende Zugkraft wieder auf Null reduziert wird und der Wegausgleichsschlitten 4 auf seine Ausgangsposition zurückfährt und die vermessene Leitung aus den Verdrillköpfen 1, 5 entnommen bzw. ausgeworfen werden kann.

[0052] Danach wird dieselbe Prozedur mit der zweiten Leitung 3 durchgeführt. Durch Vergleich der Wegpunkt-Positionen des Längenausgleichsschlittens 2 für erste und zweite und eventuell weitere Einzelleitung 3 kann nun die Differenz-Länge der beiden Leitungen berechnet werden. Dieses Differenzmaß kann nun für die Korrektur des Ablängvorganges der Leitungen 3 genutzt werden

Patentansprüche

1. Verdrillvorrichtung für elektrische Leitungen, mit zumindest einem relativ zu einer Basis um eine Drehachse motorisch verdrehbaren Verdrillkopf (1) und einer Einspannvorrichtung für die dem Verdrillkopf (1) gegenüberliegenden Enden der Leitungen (3), wobei der Verdrillkopf (1) in Richtung seiner Drehachse auf die Einspannvorrichtung hin verfahrbar ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verdrillkopf (1) auf einem ersten, automatisch motorisch verfahrbaren Längenausgleichsschlitten (2) sitzt, wobei die Einspannvorrichtung auf einem zum Längenausgleichsschlitten (2) im Wesentlichen parallel zur Drehachse des Verdrillkopfes (1) beweglichen Wegausgleichsschlitten (4) sitzt, der über ein krafterzeugendes Element mit einer im Wesentlichen parallel zur Drehachse wirkenden Kraft beaufschlagbar ist.

2. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf dem Wegausgleichsschlitten (4) als Einspannvorrichtung ein weiterer Verdrillkopf (5) sitzt, welcher um eine mit dem ersten Verdrillkopf (1) gemeinsame Drehachse gegenläufig verdrehbar ist. 5
3. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wegausgleichsschlitten (4) passiv verfahrbar und durch ein Vorspannelement mit einer vom ersten Verdrillkopf (1) weg weisenden Kraft beaufschlagt ist. 10
4. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorspannkraft des Vorspannelementes zumindest vor Beginn der Aktivierung des Antriebs des Längenausgleichsschlittens (2) einstellbar ist und vorzugsweise während des Verdrillvorganges konstant bleibt. 15
5. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Vorspannelement ein über ein ansteuerbares Drucksteuerventil (44) mit einer Druckquelle (41, 42, 43) verbundener Fluidzylinder, vorzugsweise ein Pneumatikzylinder (6) ist. 20 25
6. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kolbenstange des Fluidzylinders (6) bzw. der Wegausgleichsschlitten (4) mit einem Wegmesssensor (7) versehen oder gekoppelt ist, welcher mit einer Auswerteeinrichtung zur Ermittlung und Auswertung des Fahrprofils des Wegausgleichsschlittens (4) verbunden ist. 30 35
7. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wegausgleichsschlitten (4) mit einem Kraftmesssensor und einem motorischen Antrieb als krafterzeugendes Element ausgestattet ist, wobei der Wegausgleichsschlitten (4) in Abhängigkeit von den Signalen des Kraftmessensors durch den Antrieb zumindest während des Verdrillvorganges mit einer vom ersten Verdrillkopf (1) weg weisenden und allenfalls veränderlichen Kraft beaufschlagt ist. 40 45
8. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Antrieb oder eine Steuereinrichtung des Wegausgleichsschlittens (4) für den Antrieb mit einer Auswerteeinrichtung zur Ermittlung und Auswertung des Fahrprofils des Wegausgleichsschlittens (4) verbunden ist. 50
9. Verdrillvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Antrieb für den Längenausgleichsschlitten (2) über eine programmierbare Steuerung aktivierbar ist, um ein für jede Leitung (3), Leitungsart und/oder Verdrillparameter vorgegebenes Fahrprofil überwiegend in Richtung auf die Einspannvorrichtung hin abzufahren, und wobei der maximal mögliche Verfahrweg des Wegausgleichsschlittens (4) durch vorzugsweise einstellbare Anschläge (8a, 8b) geringer gehalten ist als der maximale Verfahrweg (8) des Längenausgleichsschlittens (2).
10. Verdrillvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest der Antrieb des Längenausgleichsschlittens (2) mit einer Steuereinheit verbunden ist, in der für jede Kombination von Leitungen (3) und Verdrillparametern ein Fahrprofil zur Ansteuerung des Antriebs des Längenausgleichsschlittens (2) abgelegt ist.
11. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinheit ein Ablauf implementiert ist, der die Auswerteeinrichtung und/oder den Wegmesssensor (7) abfragt und abhängig vom ermittelten Fahrprofil des Wegausgleichsschlittens (4) eine Qualitätsaussage generiert und/oder das Fahrprofil des Längenausgleichsschlittens (2) adaptiert, allenfalls als neues Fahrprofil für diese Kombination von Leitungen (3) und Verdrillparametern in der Steuereinheit hinterlegt, und/oder den Verdrillvorgang mit einer Fehlermeldung abbricht.
12. Verdrillvorrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in der Steuereinheit ein Ablauf implementiert ist, der den Längenausgleichsschlitten (2) derart steuert, dass die vom Kraftmesssensor gelieferten Werte in einem vorgegebenen Bereich liegen, und abhängig vom ermittelten Fahrprofil des Wegausgleichsschlittens (4) eine Qualitätsaussage generiert und/oder das Fahrprofil des Längenausgleichsschlittens (2) adaptiert, allenfalls als neues Fahrprofil für diese Kombination von Leitungen (3) und Verdrillparametern in der Steuereinheit hinterlegt, und/oder den Verdrillvorgang mit einer Fehlermeldung abbricht.
13. Verfahren zum Verdrillen von elektrischen Leitungen (3), umfassend die Schritte:
 - Ablängen der Leitungen (3) und Übergabe an einen aktiv verfahrbaren Verdrillkopf (1) und eine gegenüberliegende verschiebbare Einspannvorrichtung,
 - Spannen der Leitungen (3) zwischen Verdrillkopf (1) und Einspannvorrichtung durch Verfahren zumindest des Verdrillkopfes (1) weg von der Einspannvorrichtung,
 - Aktivieren des Verdrillkopfes (1) zur Drehung um eine parallel zu den eingespannten Leitungen (3) liegende Drehachse, unter gleichzeitigem aktivem Verfahren des Verdrillkopfes (1) in

Richtung der Einspannvorrichtung gemäss einem vorgegebenen Fahrprofil,

gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- Beaufschlagung zumindest der Einspannvorrichtung mit einer vom Verdrillkopf (1) weg gerichteten Kraft, allenfalls unterschiedlicher Stärke, zumindest während des Verdrillvorganges, und
- Ermittlung und Auswertung eines Fahr- und / oder Kraftprofils für die verschiebbare Einspannvorrichtung.

14. Verfahren nach Anspruch 13, gekennzeichnet, durch

- motorisch angetriebenes Verschieben des Verdrillkopfes (1) weg von der Einspannvorrichtung nach Einspannen der Leitung (3) und vor Beginn des eigentlichen Verdrillvorganges, solange bis die Einspannvorrichtung um einen vordefinierten Fahrweg verschoben ist oder eine vordefinierte Kraft anliegt,
- Messung oder zumindest mittelbare Bestimmung eines für die Länge der Leitung (3) charakteristischer Wertes aus der dann eingenommenen Position des Verdrillkopfes (1),
- Wiederholung der obigen Schritte mit einer zweiten oder jeder weiteren, zusammen mit der ersten Leitung (3) zu verdrillenden Leitung (3), wobei aus den Messwerten oder charakteristischen Werten ein Korrekturwert für das Ablängen der zweiten oder jeder weiteren Leitung (3) bestimmt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdrillkopf (1) ein für jede Leitungsart und/oder Verdrillparameter programmgesteuert vorgegebenes Fahrprofil in Richtung auf die Einspannvorrichtung hin abfährt, während diese durch die bei Verkürzung der verdrillten Leitungen (3) bewirkte Kraft entgegen der Wirkung eines krafterzeugenden Elementes auf den Verdrillkopf (1) hin verschoben wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass vor Beginn des eigentlichen Verdrillvorganges die zu verdrillenden Leitungen (3) locker eingespannt werden, wonach die Leitungen vorzugsweise nach einer losen Anfangsverdrillung durch Verfahren des Verdrillkopfes (1) auf Spannung gebracht werden, bis die Einspannvorrichtung etwa um die Hälfte des maximalen Fahrwegs verschoben wurde, wobei die Einspannvorrichtung mit einer Kraft vom Verdrillkopf (1) weg beaufschlagt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrprofil der Einspannvorrichtung während der Verdrillung ausgewertet wird, wobei vorzugsweise das Überschreiten einer vorgegebenen Grenze für den Fahrweg und die zugeordnete Umdrehung überwacht wird, so dass ein Überwachungsschlauch darstellbar ist, der bei Bedarf eine detaillierte Zuordnung der Grenzwertüberschreitung in Zuordnung zur Umdrehung zulässt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Fahrprofil des Verdrillkopfes (1) in Abhängigkeit vom Fahrprofil der Einspannvorrichtung adaptiert wird, vorzugsweise für eine vorgegebene Anzahl von Verdrillvorgängen mit gleichartigen Leitungen (3) und Verdrillparametern.

FIG. 1

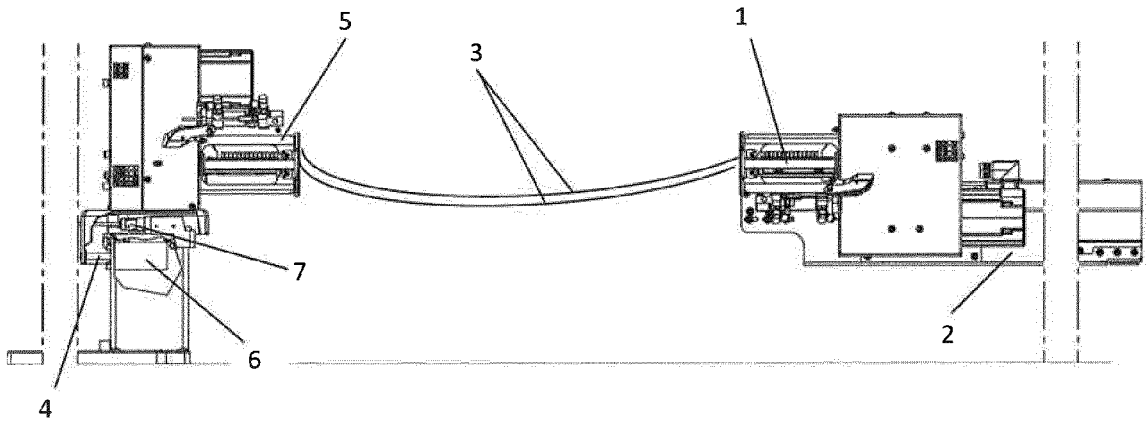


FIG. 2

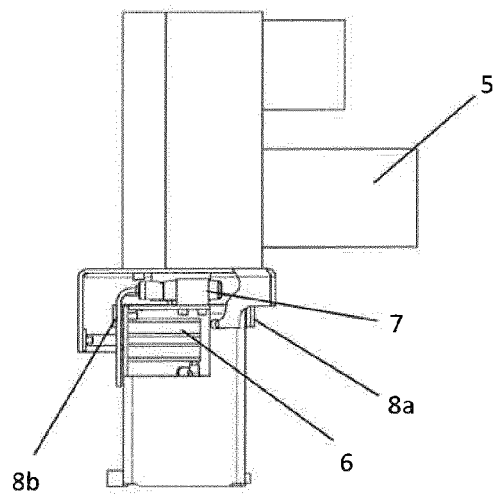


FIG. 3

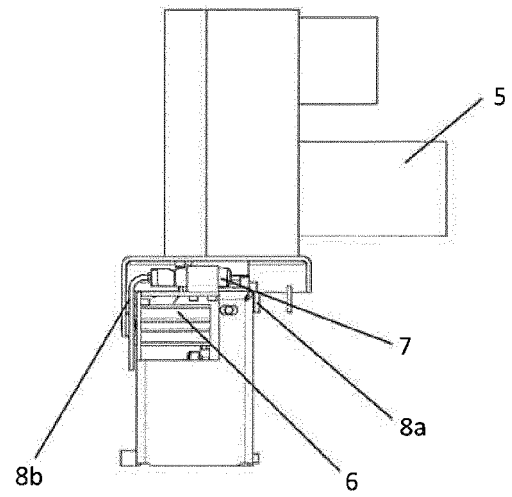
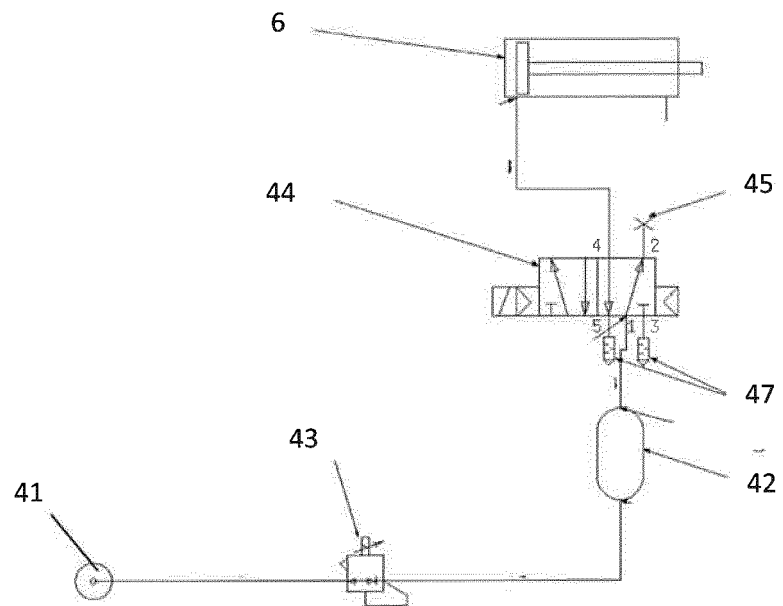


FIG. 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 19 1926

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A,D	DE 196 31 770 A1 (GLUTH SYSTEMTECHNIK GMBH [DE]; DRAEXLMAIER LISA GMBH [DE]) 12. Februar 1998 (1998-02-12) * das ganze Dokument * -----	1,13	INV. H01B13/02
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 9. März 2016	Prüfer Salm, Robert
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C03)

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

EP 15 19 1926

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

09-03-2016

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	DE 19631770	A1	12-02-1998	DE	19631770 A1	12-02-1998
				EP	0917746 A1	26-05-1999
15				ES	2154468 T3	01-04-2001
				US	6167919 B1	02-01-2001
				WO	9806155 A1	12-02-1998

20						
25						
30						
35						
40						
45						
50						
55						

EPO FORM P0461

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

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- WO 2013068990 A1 [0002]
- EP 1032095 B1 [0004]
- DE 19631770 A1 [0006]