

(19)



(11)

EP 3 099 614 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

12.12.2018 Patentblatt 2018/50

(51) Int Cl.:

B65H 54/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15701478.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2015/000164

(22) Anmeldetag: **28.01.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2015/113763 (06.08.2015 Gazette 2015/31)

(54) **VERLEGEARM FÜR EINE VORRICHTUNG ZUM WICKELN EINES STRANGFÖRMIGEN WICKELGUTS**

LAYING ARM FOR AN APPARATUS FOR WINDING UP AN ENDLESS MATERIAL THAT IS TO BE WOUND UP

BRAS DE DÉPLACEMENT POUR UN DISPOSITIF D'ENROULEMENT D'UN PRODUIT À ENROULER EN FORME DE BOUDIN

(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

- **KARL, Markus**
94327 Bogen (DE)
- **SCHUHBAUER, Gerhard**
94327 Bogen (DE)
- **LEDERER, Roland**
94374 Schwarzach (DE)

(30) Priorität: **28.01.2014 DE 102014001057**
28.01.2014 DE 102014001135

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

07.12.2016 Patentblatt 2016/49

(74) Vertreter: **Schmid, Nils T.F.**

Bohmert & Boehmert
Anwaltpartnerschaft mbB
Pettenkoferstrasse 22
80336 München (DE)

(73) Patentinhaber: **gabo Systemtechnik GmbH**
94559 Niederwinkling (DE)

(72) Erfinder:

- **BINDER, Hans**
94469 Deggendorf (DE)

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A2- 0 147 619 DE-A1- 3 612 743
GB-A- 836 412 US-A- 3 951 355

EP 3 099 614 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verlegearm für eine Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine rotierende Wickeltrommel. Bei dem Wickelgut, wie einem extrudierten Kunststoffrohr, beispielsweise einem Kabelschutzrohr, in dem ein Glasfaserkabel geschützt verlegt werden kann, kommt es unter anderem darauf an, das Wickelgut in einer Länge von mehreren hundert Metern bei begrenztem Baustellenplatz vorrätig zu halten, um es insbesondere unterirdisch über weite Strecken zu verlegen.

[0002] Es ist bekannt, das Wickelgut auf eine Wickeltrommel oder -spule zu wickeln und die gewickelte Trommel zur Baustelle zu transportieren. Vor Ort kann es je nach Bedarf abgewickelt werden.

[0003] Der Aufwickelvorgang schließt aus fertigungsökonomischen Gründen unmittelbar an den Herstellprozess, insbesondere an das Extrudieren, des Wickelguts an, so dass das eben extrudierte Kunststoffwickelgut unabgelängt eine Kühlstation verlässt und der Wickelungsvorrichtung zugeführt wird. Der Wickelvorgang selbst wird dann üblicherweise von einer Bedienperson kontrolliert und gegebenenfalls manuell manipuliert.

[0004] Bei der Verwendung eines Kabelschutzrohres als Wickelgut wird üblicherweise eine Standard-Wickeltrommel aus Holz verwendet. Das auf die Holz-Wickeltrommel gewickelte Kabelschutzrohr wird an Baustellen geliefert, um es dort je nach Bedarf zu verbauen. Solche günstigen, genormten Holz-Wickeltrommeln oder auch andere Wickeltrommeln haben sich aufgrund eines relativ niedrigen Preises und der möglichen Wiederverwendbarkeit insbesondere im Einsatz auf Baustellen bewährt. Allerdings haben die Wickeltrommeln rotationsunsymmetrische Axial- und Radial-Schläge aufgrund von Unwuchten an den seitlichen Seitenflanschen und an dem Trommelkern. Wegen der geometrischen Unregelmäßigkeit der Wickeltrommel ist gemäß Stand der Technik eine ständig von einer Bedienperson überwachte und manipulierte Aufwicklung des Wickelguts notwendig. Eine Automatisierung ist neben unvorhersehbaren Geometrieunterschieden von Niedrigpreistrommeln auch insofern bisher nicht erreicht, als sich außerdem bei Kunststoffrohren die Materialeigenschaften erst nach längerer Aushärtezeit stabilisieren, so dass sich die Wickeleigenschaft des Kunststoffrohrs nach und während des Wickelns aufgrund von Änderungen der Materialeigenschaften nach dem Extrudieren kaum vorhersagen lässt. Derartige individuelle kaum vorprognostizierbare Wickelbedingungen erfordern ein Bedienpersonal mit langjähriger Wickelerfahrung beim Überwachen und Manipulieren des Wickelguts. Bisher konnte eine zumindest annähernd vollständig automatisierte Wickelung ohne manuelle Unterstützung einer Bedienperson insbesondere bei einer Wickelgeschwindigkeit von über 100 m pro Minute nicht erreicht werden.

[0005] In der Automatisierungstechnik sind Wickelungsverfahren sowie Wickelungsvorrichtungen an sich bekannt, bei denen Elektrokabel auf geometriepräzise Rollen aufgewickelt werden. EP 0203046 B1 offenbart beispielsweise einen Kabelwickler, bei dem ein Führungsarm, der zur Wickelrolle gerichtet ist, mehrere Armglieder aufweist, die mittels mehrerer Armgelenkstellen miteinander verbunden sind. Es zeigte sich allerdings, dass bei den bekannten Wickelungsautomatisierungsprozessen sowohl für das Kabel als auch für die rotationsymmetrische Wickeltrommel Idealbedingungen vorliegen, was die Geometrie der Wickeltrommel als auch die Materialeigenschaften des Wickelguts betrifft. Gerade bei Drahtwicklern handelt es sich um Produkte hoher Werkstoffgüte und gleichmäßiger und konstanter Materialeigenschaften. Für derartige Wickelgüter wird ein höherer Kostenaufwand betrieben, um idealgeometrische, unwuchtfreie Wickelspulen bereitzustellen. Es zeigte sich, dass die bekannten automatisierten Wickelungstechniken dann nicht erfolgreich eingesetzt werden können, wenn ein Wickelgut sowie eine Wickeltrommel verwendet werden, deren Material- bzw. Geometrieigenschaften nicht vorhersehbar sind.

[0006] EP 0 147 619 A2 zeigt eine Führungsvorrichtung für einen Kabelförderer zum Abwickeln eines Kabels auf eine durch Flansche begrenzte und rotatorisch angetriebene Kabeltrommel. Mithilfe einer Verfahrenheit wird ein Verlegearm zwischen den Flanschen hin- und herbewegt, um das Kabel über die Trommelbreite aufzuwickeln. Der Verlegearm weist an seinem trommelseitigen Ende jeweils einen dem jeweiligen Seitenwandflansch zugewandten Anlagebereich auf, mit dem der Verlegearm jeweils bei Erreichen der Endlage mit dem jeweiligen Flansch in Kontakt kommt.

[0007] US 3,951,355 A offenbart eine automatische Kabelwickelvorrichtung, bei der ein Kabel mittels einer Traversiereinrichtung auf eine rotatorisch angetriebene Trommel aufgewickelt wird, wobei über ein Traversierbett ein Traversierarm parallel zur Rotationsachse der Trommel oszillierend verfahren wird und mittels in den Endlagen vorgesehenen Annäherungsschaltern das Erreichen des jeweiligen Seitenwandflanschs signalisiert wird.

[0008] Es ist Aufgabe der Erfindung, die Nachteile des Stands der Technik zu überwinden, insbesondere einen Verlegearm für eine Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel bereitzustellen, wobei ein höherer Automatisierungsgrad zu erreichen ist, bei dem ein manueller Eingriff durch eine Bedienperson weitestmöglich unnötig ist.

[0009] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale von Anspruch 1 gelöst.

[0010] Danach ist ein Verlegearm für eine Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts (Changieren), wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine

drehangetriebene Wickeltrommel, wie einen Spulenkern, vorgesehen. Der Verlegearm kann vorzugsweise von einem Stellgerät, wie einem Roboter, vorzugsweise gemäß einer Steuerungs- und/oder Regelungsroutine getragen und gestellt werden. Der Verlegearm dient dazu, das Strang- oder Wickelgut an die Wickeltrommel kanalisiert heranzuführen und dieser zum Aufwickeln zu übergeben, während der Verlegearm insbesondere im Wesentlichen quer zu seiner Längserstreckung und linear zwischen den axialen Enden, wie den Seitenwandflanschen, der Wickeltrommel hin und her bewegt wird. Der Verlegearm folgt dabei insbesondere schrittweise dem axialen Wickelungsfortschritt des auf die Wickeltrommel gewickelten Wickelguts.

[0011] Der Verlegearm hat ein wickeltrommelseitiges Ende, das zu einem großen Teil des gesamten Wicklungsprozess in einem Kontakt, insbesondere Abrollkontakt, mit der Wickeltrommel bzw. der bereits darauf gewickelten Wicklungslage steht und an dem jeweils ein dem jeweiligen Seitenflansch der Wickeltrommel zugewandter Anlagebereich gebildet ist, an dem der Verlegearm insbesondere bei Ausführung einer Wendeoperation an einem der beiden Seitenflansche in Anlagekontakt kommt. Der Anlagekontakt kann als Anlageschleif- oder Abrollkontakt gebildet sein. Des Weiteren hat die erfindungsgemäße Vorrichtung einen an dem wickelseitigen Ende angeordneten Wegsensor, wie einen Kontaktgeber, der zumindest bei Erreichen wenigstens einer vordefinierten Wickelposition, wenigstens einer Auslöseposition für die Wendeoperation, des wickeltrommelseitigen Endes ein Steuersignal, wie ein Wendeoperationsauslösesignal, abgibt. Das Steuersignal geht an eine elektronische Steuer- und/oder Regeleinrichtung, wodurch eine Regelung zum Ändern einer bestimmten Regelungsgröße des Wicklungsverfahrens ausgelöst werden kann. Vorzugsweise führt die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung eine Wendeoperation aus, bei der die alte Wicklungslage abgeschlossen und die neue Wicklungslage auf der alten Wicklungslage begonnen wird. Bei der Wendeoperation geht ein Richtungswechsel der Verlegebewegung des Verlegearms einher. Erfindungsgemäß hat der Wegsensor im Bereich jedes Anlagebereichs jeweils einen Betätigungsvorsprung, der in einer unbetätigten Stellung von dem jeweiligen Anlagebereich in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vorsteht und vorzugsweise derart beweglich, insbesondere schwenkbar, an dem Verlegearm gelagert ist, dass der jeweilige Betätigungsvorsprung in seiner Freigabestellung den jeweiligen Anlagebereich für den Anlagekontakt mit dem Seitenwandflansch freigibt. Die Erfinder haben herausgefunden, dass für die wicklungstechnisch diffizile Wende- oder Wandoperation das Stellen des wickeltrommelseitigen Endes und damit des Verlegearms relativ zur Wickeltrommel essentiell ist, um höhere Wickelgeschwindigkeiten von mehr als 80 m/min realisieren zu können. Vor allem das Timing, in welchem Abstand zu dem Seitenwandflansch der Wickeltrommel sowie wann die Wendeoperation ausgelöst und beendet wird,

ist von Bedeutung, um ein fehlerfreies Abschließen der Wendel- oder Wickelage und Neubilden einer soliden Wickellagenbasis zu realisieren. Der Kontaktgeber mit seinem Betätigungsvorsprung, der in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vorsteht, realisiert ein Auslösen des Steuersignals vor dem Erreichen der in die Verlegebewegung begrenzenden Außenposition des Verlegearms, die dann erreicht ist, wenn das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms in Kontakt mit dem Seitenwandflansch der Wickeltrommel steht. Der nachgebende, insbesondere drehbewegliche Betätigungsvorsprung lässt die Kontaktaufnahme des wickeltrommelseitigen Endes mit dem Seitenwandflansch zu.

[0012] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist in seiner Freigabestellung der betreffende Betätigungsvorsprung in einer Vertikalbetrachtung in den Verlegearm versenkt, insbesondere in eine Gehäusestruktur des Verlegearms. Der Verlegearm kann ein insbesondere durch Platten begrenzten, vorzugsweise vollständig geschlossenen Transportraum umfassen, in dem eine Schwenkachse des Betätigungsvorsprungs angeordnet ist, und der jeweilige Betätigungsvorsprung bei Erreichen der Seitenflanschwand verschwunden ist. Vorzugsweise gelangt eine Betätigungsaußenseite des Betätigungsvorsprungs in einen Schleifkontakt mit der Seitenflanschwand, wobei insbesondere die Betätigungsaußenseite des jeweiligen Betätigungsvorsprungs im Wesentlichen flach und eben ist. Die Betätigungsaußenseite des jeweiligen Betätigungsvorsprungs ist an eine Außenfläche des Anlagebereichs konturangepasst, so dass in der Freigabestellung die Betätigungsaußenseite im Wesentlichen in der Ebene der Außenfläche des insbesondere planen Anlagebereichs vorsprungsfrei liegt.

[0013] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung steht der Betätigungsvorsprung in dessen unbetätigter Stellung (Neutralstellung) wenigstens um eine halbe oder um eine ganze Wickelgutstärke und höchstens um zwei Wickelgutstärken von der jeweiligen Anlagefläche in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vor. Auf diese Weise kann ein optimiertes, vorlaufendes Auslösen des Steuersignals erreicht werden, bevor der Anlagebereich des Verlegearms in Kontakt mit dem Seitenwandflansch kommt. Es sei klar, dass der Zeitraum und/oder die Wickelstrecke zwischen Auslösen des Steuersignals und Kontaktaufnahme des Anlagebereichs dadurch eingestellt werden können, dass ein Auslösen des Steuersignals erst nach Überschreitung einer einstellbaren Bewegungsamplitude des Betätigungsvorsprungs von dessen unbetätigter Stellung aus verändert wird.

[0014] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat der Verlegearm eine Wickelgutabgabeöffnung an seinem wickeltrommelseitigen Ende, an der das Wickelgut den Transportraum des Verlegearms verlässt, um anschließend insbesondere führungs- oder kontaktlos der Wickeltrommel übergeben zu werden. Vorteilhafterweise ist der Wegsensor an dem Verlegearm einem im Wesentlichen zylindrischen Trommelkern der Wickeltrommel nä-

her angeordnet als die Wickelgutabgabe, an der das Wickelgut den Verlegearm führungslos, unter dem ausschließlichen Einfluss der Schwerkraft und der internen Wicklungskraft des Wickelguts verlässt. Vorzugsweise ist der Wegsensor in Vertikalrichtung unterhalb der Wickelgutabgabe angeordnet, wobei insbesondere das Wickelgut kontaktfrei an den Bestandteilen des Wegsensors vorbei hin zur Wickeltrommel verläuft.

[0015] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst der erfindungsgemäße Verlegearm ein schwertförmiges Gehäuse, das vorzugsweise aus zwei parallel zueinander angeordneten, sich in Längsrichtung des Verlegearms erstreckende Gehäuseplatten gebildet ist, die einen Transportraum des Verlegearms begrenzen, der sich von einem stellgeräteseitigen Basisabschnitt bis zum wickeltrommelseitigen Ende des Verlegearms erstreckt. Das Wickelgut wird durch den sich in Längsrichtung vollständig durch den Verlegearm erstreckenden Transportraum hindurch bis zu einer Wickelgutabgabeöffnung hindurchgeführt. Die Gehäuseplatten haben insbesondere eine Außenfläche, die vorzugsweise in einer Vertikalebene liegt. Der Anlagebereich, an dem das wickeltrommelseitige Ende in Anlagekontakt mit dem Seitenwandflansch der Wickeltrommel kommt, ist an einem axialen Endabschnitt der Außenfläche der jeweiligen Gehäuseplatte ausgebildet.

[0016] Der Anlagebereich kann durch eine insbesondere demontierbare Verschleißplatte insbesondere aus einem Material geringerer Reibung, wie Polyamid, gebildet sein. Die Verschleißplatte ist vorzugsweise an dem axialen Endabschnitt der beiden Gehäuseplatten austauschbar angeordnet, insbesondere verschraubt.

[0017] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat der Kontaktgeber eine relativ zum Verlegearm ortsfest gelagerte Schwenkachse. Die Schwenkachse ist an dem Gehäuse des Verlegearms im Inneren des Transportraums drehbar gelagert. Die Schwenkachse verbleibt in jeder Betriebsstellung des Betätigungsvorsprungs innerhalb des Transportraums des Verlegearms ortsfest. Die Schwenkachse erstreckt sich vorzugsweise im Wesentlichen in Vertikalrichtung, so dass der jeweilige Betätigungsvorsprung des Kontaktgebers im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene verschwenkt wird.

[0018] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung greift ein zusätzlicher Drehbewegungssensor auf die Schwenkachse des Kontaktgebers zu, so dass insbesondere nach Überschreitung einer vorbestimmten Schwenkbewegungsamplitude des jeweiligen Betätigungsvorsprungs das Steuersignal erzeugt und abgegeben werden kann.

[0019] Zur Erzeugung des Steuersignals ist ein Schwenkbewegungsübertragungsmechanismus insbesondere innerhalb des Transportraums des Verlegearms untergebracht. Der Schwenkbewegungsübertragungsmechanismus dient dazu, die Schwenkbewegung des Kontaktgebers von dem wickeltrommelseitigen Ende weg hin zum basisseitigen Ende des Verlegearms zu übertragen, vorzugsweise ohne dass die Bewegungsü-

bertragung durch Umwandlung in ein elektronisches Signal realisiert ist. Erst in einem Abstand von dem wickeltrommelseitigen Ende kann ein elektrischer Signalerzeuger angeordnet sein, der vorzugsweise innerhalb oder gegebenenfalls außerhalb des Transportraums des Verlegearms angeordnet ist, und anhand der übertragenen Schwenkbewegung das Steuersignal erzeugt und weiterleitet. Vorzugsweise ist der Schwenkbewegungsübertragungsmechanismus durch ein Winkelgetriebe realisiert, das die Schwenkbewegung der sich im Wesentlichen in Vertikalrichtung erstreckenden betätigungsvorsprungseitigen Schwenkachse des Kontaktgebers an einer sich in Längsrichtung (Horizontalrichtung) des Verlegearms erstreckenden Übertragungswelle überträgt.

[0020] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist die betätigungsvorsprungseitige, insbesondere sich im Wesentlichen in Vertikalrichtung erstreckende Schwenkachse des Kontaktgebers derart vorgespannt, insbesondere federvorgespannt, dass der Betätigungsvorsprung stets von dessen jeweiliger Freigabestellung in die unbetätigte Neutralstellung gezwungen ist. Vorzugsweise ist die Übertragungswelle wenigstens zweigeteilt, so dass ein schwenkachsenseitiger Wellenabschnitt von einem schwenkachsenfernen Wellenabschnitt zerstörungsfrei demontierbar ist. Die Zweiteilung dient dem modularen Austausch des gesamten wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms, um letzteren an verschiedenen starke Wickelgüter anpassen zu können.

[0021] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat der Kontaktgeber eine geschlossene Ringstruktur bildende Bügelform. Vorzugsweise ist der Bügel achsensymmetrisch realisiert. In der unbetätigten Stellung des Kontaktgebers fällt die Symmetrieachse der Ringstruktur mit der Längsrichtung des Verlegearms zusammen. Die zwei Betätigungsvorsprünge sind Teil der bügelförmigen Dreieckstruktur. Die Dreieckstruktur ist vorzugsweise gleichschenkelig realisiert, wobei ein dem jeweiligen Betätigungsvorsprung naher Eckbereich der dreieckigen Bügelform abgerundet ist. Die gleichen Schenkel sind in einem Winkel von weniger als 35° zueinander angeordnet, vorzugsweise etwa 30°.

[0022] Bei einem eigenständigen oder mit dem oben definierten Erfindungsaspekt kombinierbarem Erfindungsgegenstand ist ein Verlegearm für eine Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine drehangetriebene Wickeltrommel vorgesehen. Der Verlegearm, der Teil der Wickelvorrichtung ist, kann von einer Betätigungsvorrichtung, wie einem Roboter, gestellt werden, um bei einer insbesondere im Wesentlichen linearen Hin- und Herverlegebewegung das Wickelgut der Wickeltrommel zu übergeben. Dazu hat der Verlegearm eine von der Wickeltrommel abgewandte Arm-Basis, die an einem Träger der Wickelvorrichtung insbesondere schwenkbar in einer Vertikalebene befestigt sein kann. Zwischen dem Träger der Wickelvorrichtung und der

Betätigungsvorrichtung kann eine Schienen-Schlitten-Anordnung vorgesehen sein, um den Träger relativ zu der Betätigungsvorrichtung linear zu führen. Die Arm-Basis kann insbesondere in einer Vertikalebene schwenkbar an dem Träger angelenkt sein. Der Verlegearm erstreckt sich von der Arm-Basis längs eines langgestreckten Tragwerks, die die Arm-Form ausmacht, zu einem der Wickeltrommel zugewandten Ende des Verlegearms. Das wickeltrommelseitige Ende trägt eine Wickelgutabgabe, die eine vorbestimmte Abgaberichtung des Wickelguts von dem Verlegearm weg festlegt. Die Wickelgutabgabe kann wickelgutspezifisch ausgelegt sein und daher nur für eine bestimmte Wickelgut-Größe geeignet sein.

[0023] Erfindungsgemäß ist das wickeltrommelseitige Ende an das Tragwerk über eine mechanische Montageschnittstelle gekoppelt, die dazu geeignet ist, das wickeltrommelseitige Ende austauschbar von dem Tragwerk zu lösen oder zu befestigen. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung sind Schrauben vorgesehen, über die das wickeltrommelseitige Ende an dem Tragarm lösbar befestigt ist. Auch andere alternative Befestigungseinrichtungen sind verwendbar, um das austauschbare Andocken des wickeltrommelseitigen Endes an dem Tragwerk sicherzustellen. Mit der Erfindung wird erreicht, eine Wicklungsvorrichtung schnell und kostengünstig an einen Wechsel des zu wickelnden Wickelguts anzupassen. Es zeigte sich, dass bei der gattungsgemäßen Wicklungstechnik mittels des zur Wickeltrommel hinragenden Verlegearms, der an dessen wickeltrommelseitigen Ende an der Wickeltrommel ablaufend anliegt und das Wickelgut nach Verlassen der Wickelgutabgabeführungslos der Wickeltrommel übergibt, sämtliche wickelgutspezifischen Funktionsbestandteile des Verlegearms an dem wickeltrommelseitigen Ende angeordnet sein können. Mit der wenigstens einen Montageschnittstelle zum lösbaren Befestigen des wickeltrommelseitigen Endes ist es möglich, die kostenträchtigen Bestandteile des Verlegearms, wie die Arm-Basis und das Tragwerk, modular für eine Vielzahl von Wickelgut-Dimensionen zu nutzen, wobei für ein anderes Wickelgut lediglich das wickelgutspezifische wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms ausgetauscht wird. Das wickeltrommelseitige Ende trägt vorzugsweise sämtliche wickelgutspezifische Funktionsbestandteile, wie die Wegsensorik, die später noch erläutert wird, die Wickelgutabgabe, ein Abrollrad und dergleichen.

[0024] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist trotz möglicher Sensorik, wie Wegsensorik, die mechanische Montageschnittstelle ohne elektrischen Anschluss realisiert. Die Montageschnittstelle hat lediglich mechanische Kopplungsbestandteile, wobei Wickelbetrieb-Informationen, welche vor allem an dem wickeltrommelseitigen Ende beim Wickeln entstehen, am wickeltrommelseitigen Ende erst mechanisch erfasst werden und über die Montageschnittstelle in das Tragwerk des Verlegearms übertragen werden. Eine besondere Ausführung einer entsprechenden, rein mechani-

schen Informationsübertragung wird anhand der Wegsensorausführung erläutert, die später beschrieben wird. Das Tragwerk kann zur Verarbeitung einer Vielzahl von unterschiedlich dimensionierten Wickelgütern mit entsprechenden Führungselementen versehen sein, die mehrere unterschiedliche Wickelgutgrößen zwischen der Arm-Basis und der Wickelgutabgabe des Verlegearms durch den Transportraum des Verlegearms leiten können. Das Tragwerk hat vorzugsweise mehrere Führungsräder, die ein Wickelgut mit einem Durchmesser zwischen 5 mm und 50 mm, aufnehmen können.

[0025] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist an dem wickeltrommelseitigen Ende ein Wegsensor, wie ein Kontaktgeber, angeordnet, der zumindest bei Erreichen wenigstens einer vordefinierten Position des wickeltrommelseitigen Endes relativ zur Wickeltrommel ein insbesondere kinematisches Steuersignal, wie ein Wendeoperationsauslösesignal, vorzugsweise mittels einer vorbestimmten Bewegung, insbesondere Schwenkbewegung, eines an dem wickeltrommelseitigen Ende beweglich gelagerten Auslöseteils abgibt und über die Montageschnittstelle ins Tragwerk mechanisch überträgt. Wird das Steuersignal ausgelöst und übertragen, kann es tragwerkseitig, also jenseits des austauschbaren wickeltrommelseitigen Endes, in ein elektrisches Signal umgewandelt und einer Steuer- und/oder Regelungseinrichtung zugeführt werden, welche die Betätigungsvorrichtung beispielsweise derart kontrolliert, dass eine Wendeoperation ausgeführt wird. Der Wegsensor ist vorzugsweise wickelgutspezifisch dimensioniert, wobei vorzugsweise je nach Wickelgutstärke eine unterschiedliche Auslösebewegungsamplitude des Auslöseteils eingestellt ist, um das kinematische Steuersignal zu initiieren und abzugeben. Je größer die Wickelgutstärke desto größer ist die Auslösebewegungsamplitude einzustellen.

[0026] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist das Auslöseteil für eine Schwenkbewegung um eine insbesondere vertikale, verlegearmfeste Lagerachse gelagert.

[0027] Bei einer Weiterbildung der Erfindung umfasst die Montageschnittstelle eine mit dem Auslöseteil lösbar gekoppelte Kupplung, wie eine Klauenkupplung, an der ein auslöseteilseitiges Wellenteil mit einem tragwerkseitigen Wellenteil lösbar gekoppelt ist. Das auslöseteilseitige Wellenteil ist ortsfest an dem wickeltrommelseitigen Ende drehbar gelagert, während das tragwerkseitige Wellenteil an der Tragwerkstruktur ortsfest drehbar gelagert ist. Vorzugsweise sind beide Wellenteile horizontal, in Längsrichtung des Verlegearms, gelagert, wobei das auslöseteilseitige Wellenteil mit der vertikalen Lagerachse des Auslöseteils über ein Winkelgetriebe verbunden ist.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat der Verlegearm einen elektrischen Signalerzeuger, der mit dem tragwerkseitigen Wellenteil gekoppelt und am Tragwerk befestigt ist. Der Signalerzeuger kann als Hallsensor ausgebildet sein und dient dazu, die Schwenkbewegung des tragwerkseitigen Wellenteils in

ein elektrisches Steuersignal umzuwandeln, das insbesondere der Steuer- und/oder Regelungseinrichtung übertragen werden soll.

[0029] Vorzugsweise ist der elektrische Signalerzeuger dazu ausgelegt, erst nach Überschreitung einer vorbestimmten Schwenkbewegungsamplitude des Auslöseteils das elektrische Steuersignal zu erzeugen. Damit soll sichergestellt werden, dass kein Fehlauflösen des Steuersignals einhergeht, was dann gehäuft auftreten kann, wenn das Auslöseteil nicht mit einer Vorspannung an dem wickeltrommelseitigen Ende gelagert ist, die das Auslöseteil überwinden muss, um bewegt zu werden.. Die vorbestimmte Schwenkamplitude kann wickelgut-spezifisch eingestellt sein.

[0030] Bei einer Weiterbildung der Erfindung sind die Lagerachse des Auslöseteils und/oder die Wellenteile der Kupplung innerhalb eines vorzugsweise geschlossenen Transportraums des Verlegearms untergebracht. Der Großteil des Transportraums befindet sich längs des langgestreckten Tragwerks. Der elektrische Signalerzeuger kann innerhalb des Transportraums des Tragwerks untergebracht sein.

[0031] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat das Auslöseteil des Wegensors im Bereich seitlicher Anlagebereiche des Verlegearms, an der das wickeltrommelseitige Ende mit der Seitenflanschwand der Wickeltrommel in Kontakt kommt, jeweils einen Betätigungsvorsprung, der in einer unbetätigten Stellung von dem jeweiligen Anlagebereich in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vorsteht und der beweglich, insbesondere schwenkbar, an dem wickeltrommelseitigen Ende gelagert ist, so dass der jeweilige Betätigungsvorsprung in einer Freigabestellung in den jeweiligen Anlagebereich für den Anlagekontakt freigibt. Der Betätigungsvorsprung kann beispielsweise ein starrer Bügel sein, der in einen Schleifkontakt mit den Seitenflanschen tritt. Vorzugsweise sind die Betätigungsvorsprünge und die vertikale Schwenkachse des Auslöseteils aus einem Stück gefertigt oder zumindest aneinander starr befestigt. Alternativ kann der Betätigungsvorsprung aber auch durch ein drehbar gelagertes Abrollrad gebildet sein, das beidseitig an dem Anlagebereich seitlich vorsteht, und unter Ausbildung eines Abrollkontakts mit den Seitenflanschen mittels deren in Eingriff kommt.

[0032] Das Auslöseteil kann einem im Wesentlichen zylindrischen Trommelkern der Wickeltrommel näher angeordnet sein als die Wickelgutabgabe. Des Weiteren kann das Auslöseteil in Vertikalrichtung unterhalb der Wickelgutabgabe angeordnet sein. In der Freigabestellung kann der betreffende Betätigungsvorsprung bei einer Vertikalbetrachtung in dem Verlegearm, insbesondere einseitig vollständig eingefahren sein, wobei insbesondere eine Betätigungsaußenseite des Betätigungsvorsprungs in einen Schleifkontakt mit der Seitenflanschwand der Wickeltrommel gelangt und/oder eine insbesondere geradlinige Betätigungsaußenseite aufweist, die an eine Außenfläche des Anlagebereichs konturan-
gepasst ist, so dass in der Freigabestellung die Betäti-

gungsaußenseite in der Ebene der Außenfläche des Anlagebereichs liegt. Vorzugsweise steht der Betätigungsvorsprung in der unbetätigten Stellung wenigstens um eine halbe oder ganze Wickelgutstärke und um höchstens zwei Wickelgutstärken von dem jeweiligen Anlagebereich in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vor.

[0033] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat der Verlegearm zwei parallele, sich in Längsrichtung des Verlegearms erstreckende Gehäuseplatten, die insbesondere sich von der Arm-Basis über das Tragwerk hin zum wickeltrommelseitigen Ende erstrecken. Die Gehäuseplatten bilden zum Teil nicht das wickeltrommelseitige Ende, das eigene Außenwände aufweisen kann.

[0034] Die Gehäuseplatten begrenzen einen Transportraum für das Wickelgut längs des Tragwerks. Die Außeninnenflächen der Gehäuseplatten liegen im Wesentlichen in einer Vertikalebene.

[0035] Der Anlagebereich, an dem das wickeltrommelseitige Ende an den Seitenflanschwänden der Wickeltrommel in Kontakt kommt, kann durch insbesondere demontierbare Verschleißscheiben, insbesondere aus einem Material geringerer Reibung, wie Polyamid, gebildet sein. Vorzugsweise ist der Reibungskoeffizient der Verschleißscheiben geringer als der der Gehäuseplattenaußenfläche. Vorzugsweise sind die Verschleißscheiben lösbar an dem wickeltrommelseitigen Ende befestigt.

[0036] Die Verschleißscheiben sind vorzugsweise jeweils an dem axialen Endabschnitt der beiden Gehäuseplatten angeordnet, insbesondere verschraubt. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der jeweilige Betätigungsvorsprung des Auslöseteils im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene verschwenkbar gelagert.

[0037] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist die insbesondere vertikale Lagerachse des Auslöseteils derart vorgespannt, dass das Auslöseteil in eine unbetätigte Mittelstellung gezwungen ist, in der keine oder eine geringe Vorspannung auf das Auslöseteil wirkt, die sich bei Auslenkung des Auslöseteils abhängig von dem Vorspannteil, wie einer Feder, erhöht.

[0038] Des Weiteren betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohrs, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine drehangetriebene Wickeltrommel, wobei die Entwicklungsvorrichtung den erfindungsgemäßen Verlegearm aufweist.

[0039] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein modulares System für einen Verlegearm einer Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine drehangetriebene Wickeltrommel. Das modulare System hat einen erfindungsgemäßen Verlegearm mit wenigstens zwei austauschbaren wickeltrommelseitigen Enden, um wenigstens zwei unterschiedliche Wickelgüter mittels Austausch der wickeltrommelseitigen Enden und einem mo-

dularen Tragwerk des Verlegearmsystems verarbeiten zu können.

[0040] Es sei klar, dass die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren gemäß den in den eingereichten deutschen Patentanmeldungen (10 2013 002 023.9, 10 2013 002 022.0, 10 2013 002 017.4, 10 2013 002 019.0 und 10 2013 002 020.4) beschriebene Vorrichtungen und Verfahren ausgebildet sein können.

[0041] Vorzugsweise ist die Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms durch die Seitenwandflansche der Wickeltrommel begrenzt. Die Richtung der Hin- und Herverlegebewegung kann überwiegend parallel und/oder leicht geneigt zur Axialrichtung liegen. Die Wickelungsvorrichtung kann eine aktive Verlegearmstelleinrichtung zum vertikalen Positionieren des Verlegearms relativ zur Wickeltrommel aufweisen, die insbesondere den Verlegearm ausschließlich in Vertikalrichtung anheben und absenken kann. Der Wegsensor kann zudem zum Erfassen wenigstens einer vorbestimmten Position des Verlegearms, wobei bei Erreichen der wenigstens einen Position vorzugsweise über eine Steuerung und/oder Regelung die Verlegearmstelleinrichtung veranlassen, den Verlegearm um etwa wenigstens eine halbe Stärke des Wickelguts, vorzugsweise um wenigstens etwa eine Wickelgutstärke, und um höchstens ein Zweifaches der Wickelgutstärke von der Wickeltrommel oder von der bereits darauf gelegten Wickelung weg zu entfernen, insbesondere bei einer ausschließlichen Vertikalbewegung anzuheben. Das vertikale Anheben des Verlegearms, insbesondere des wickeltrommelseitigen Endes, für den Richtungswechsel der Hin- und Herverlegebewegung sei insofern begrenzt, als das wickeltrommelseitige Ende nach dem Verlegen der ersten Wickelungsschleife der neuen Wickelungslage von der Wickelungsschleife in im Wesentlichen axialer Verlegebewegungsrichtung mitgenommen werden soll, um den Verlegearm für die Hin- und Herverlegebewegung anzutreiben.

[0042] Die Verlegearmstelleinrichtung stellt insbesondere eine ausschließlich vertikale Anhebebewegung bereit, um den Richtungswechsel der Hin- und Herverbewegung zu initiieren, wobei anschließend, nachdem die erste Wickelungsschleife der neuen Wickelungslage im lateralen Eingriff mit dem angehobenen wickeltrommelseitigen Ende des Verlegearms gekommen ist, die Verlegearmstelleinrichtung den Verlegearm soweit zurück absetzt, bis das wickeltrommelseitige Ende insbesondere entweder abrollend oder gleitend in einen Radialkontakt zur abgeschlossenen Wickelungslage kommt.

[0043] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Wegsensor an einem wickeltrommelseitigen Ende des Verlegearms angeordnet. Vorzugsweise ist der Wegsensor ein Kontaktgeber, der dann ein elektrisches Steuersignal insbesondere an eine Steuerung und/oder Regelung oder direkt an die Verlegearmstelleinrichtung abgibt, wenn der Verlegearm, insbesondere dessen wickeltrommelseitiges Ende, die wenigstens ei-

ne vordefinierte Position erreicht. Vorzugsweise entspricht die vordefinierte Position dem Ende der Hin- und Herverlegebewegung. Vorzugsweise ist die wenigstens eine vordefinierte Position bei Kontaktaufnahme des Kontaktgebers mit einer Innenseite eines Seitenflansches der Wickeltrommel definiert. Alternativ kann das Ende der Hin- und Herverbewegung auch ohne einen strukturellen Kontakt mit dem Seitenflansch der Wickeltrommel einhergehen, beispielsweise durch Erreichen eines bestimmten Mindestabstands des wickeltrommelseitigen Endes zum Seitenflansch, der beispielsweise zwischen etwa dem Zweifachen der Wickelgutstärke oder etwa einer Wickelgutstärke oder weniger betragen kann.

[0044] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat der Wegsensor ein frei drehbar gelagertes Rad, dessen Lagerdrehachse insbesondere hauptsächlich in Axialrichtung von dem Seitenflansch der Wickeltrommel weg verschwenkbar ist, wodurch das Auslösen des elektrischen Steuersignals erreicht werden kann. Das Rad des Wegsensors ist derart drehbar gelagert, dass es in Kontakt mit dem rotierenden Seitenflansch daran abrollen kann und bei einer Weiterverlagerung des Verlegearms in Axialrichtung aus einer passiven Stellung in einer aktiven Stellung verschwenkbar ist, in der das elektrische Steuersignal gegebenenfalls über eine Steuerung und/oder Regelung der Verlegearmstelleinrichtung mitgeteilt wird.

[0045] Vorzugsweise liegt das frei drehbar gelagerte Rad des Wegsensors am wickeltrommelseitigen Ende des Verlegearms im Bereich einer 12-Uhr-Position bezüglich der Wickeltrommel insbesondere unter dem Einfluss des Gewichts des Verlegearms auf der Wickeltrommel oder auf einer bereits gelegten Wickelungslage im Wesentlichen tangential an.

[0046] Bei einer Weiterbildung der Erfindung ist das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms dazu ausgeführt, bei der Hin- und Herverlegebewegung, insbesondere zumindest bei Erreichen der vorbestimmten Position, in einem ständigen Lateralkontakt mit einer freien Lateralseite der zuletzt auf die Wickeltrommel gelegten Wickelungsschleife zu stehen. Das wickeltrommelseitige Ende verliert beim Entfernen von der Wickelung den Kontakt zur der Wickelungslage und verbleibt solange in der kontaktlosen Stellung, bis das wickeltrommelseitige Ende durch Bilden des Lateralkontakts mit der freien lateralen Seite der neuen, zuletzt gelegten Wickelungsschleife für das Beginnen der Hin- und Herverlegebewegung nach dem Richtungswechsel mitgenommen wird.

[0047] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat die Verlegearmstelleinrichtung ein Schwenklager zum Schwenken eines wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms insbesondere ausschließlich in einer vertikalen Ebene. Das Schwenklager lässt eine Relativschwenkbewegung zwischen dem Verlegeswärt des Verlegearms und der Verlegearmbasis zu, die wiederum über die Verlegearmlagerung beweglich, insbesondere linear im Wesentlichen längs der Axialrichtung der Wi-

ckeltrommel an dem Träger der Wickelungsvorrichtung gelagert ist. An dem Träger greift das Handhabegerät, wie der Stellroboter, zu, der für die Vertikalbewegung für das Anheben der Schwenkachse des Schwenklagers zuständig ist. Das Handhabegerät kann auch dafür verantwortlich sein, den Träger in Richtung der Hin- und Herverlegebewegung nachzurücken, damit der Träger dem durch den axialen Wickelungszuwachs voreilenden Verlegearm folgen kann.

[0048] Vorzugsweise hat die Verlegearmstelleinrichtung einen Lifter zum insbesondere linearen Heben und/oder Absenken der Schwenkachse des Schwenklagers, wobei der Lifter in einer Bauteilunion durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, realisiert sein kann. Des Weiteren kann die Verlegearmstelleinrichtung einen Dämpfer zum Dämpfen der Schwenkbewegung aufweisen.

[0049] Bei einer Weiterbildung der Erfindung lässt das Schwenklager das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms an der Wickeltrommel oder an einer bereits gelegten Wickelungslage unter dem Einfluss der Gewichtskraft aufliegen. Die Verlegearmstelleinrichtung, insbesondere das Schwenklager, kann einen Auflageanschlag insbesondere als untere Schwenkbegrenzung zum Limitieren der vertikalen Beweglichkeit des Verlegearms hin zur Wickeltrommel umfassen. Bei dem Aufliegen des wickeltrommelseitigen Endes an der Wickeltrommel oder an der zuletzt gelegten Wickelungslage ist der Auflageanschlag derart positioniert, dass eine freie, insbesondere lediglich gedämpfte, Näherungsbewegung des wickeltrommelseitigen Endes hin zur Wickeltrommel von höchstens einer Wickelgutstärke, vorzugsweise höchstens einem Viertel der Wickelgutstärke, zugelassen wird. Alternativ oder zusätzlich dazu kann der Auflageanschlag dazu dienen, den Verlegearm, insbesondere das Verlegeschwert, zum Entfernen des wickeltrommelseitigen Endes von der Wickeltrommel weg oder von der Wickelungslage weg mitzunehmen.

[0050] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung eine Verlegearmlagerung, die den Verlegearm in einer insbesondere je nach axialer Position längs des Verlegewegs verdrehbaren Verlegerichtung relativ zum Träger insbesondere linear führt, und eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung, die bei Auslenkung des Verlegearms in Verlegerichtung relativ zu dem Träger dem Verlegearm eine Rückstell- oder Vorspannkraft mitteilt, um den Verlegearm seitlich, im Wesentlichen axial gegen eine zuletzt auf die Wickelungstrommel gelegte Wickelungsschleife zu drängen. Die Verlegearmlagerung kann eine Schlitten-Schienen-Anordnung aufweisen, gemäß der der Verlegearm relativ zum Träger linear in Verlegerichtung geführt ist. Die Axialrichtung ist durch die Rotationsachse der Wickeltrommel definiert. Die verdrehbare Verlegerichtung kann gegenüber der Axialrichtung insbesondere abhängig von der Position des Verlegearms längs des Verlegewegs parallel liegen und/oder dazu geneigt sein, um einen Freistellwinkel des

Verlegearms insbesondere von weniger als 20° bezüglich der horizontalen Radialerstreckung des Seitenflansches der Wickeltrommel zu erzeugen. Der Schlitten ist verlegearmseitig ausgebildet, wobei die Schiene trägerseitig realisiert ist. Ein Handhabegerät, wie ein Stellroboter, rückt den Träger, dem Verlegearm folgend, nach und dient dazu, die anwachsende Auslenkung des Verlegearms zu verringern, die durch das axiale Wachstum der Wickelungslage veranlasst ist und dem nachrückenden Träger gegenüber stets voreilend passiert. Die Rückstellkraft dient dazu, den Verlegearm ständig gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife zu drücken und insbesondere dann eine Vorspannung gegen die Wickelungsschleife und damit den Wickelungsschleifenkontakt aufrecht zu erhalten, wenn das Handhabegerät den Träger dem Verlegearm folgend nachführt. Der Träger darf nur soweit nachgeführt werden, dass weiterhin eine ausreichende Vorspannkraft an dem Verlegearm gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife verbleibt. Je höher die Auslenkung des Verlegearms relativ zum Träger ist, desto stärker wirkt die Rückstellkraft der Rückstell-einrichtung. Mit diesem Erfindungsaspekt wird eine optimal kompakte, dichte Anordnung von Wickelungsschleife zu Wickelungsschleife realisiert.

[0051] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist das wickeltrommelseitige Ende derart gelagert, dass zumindest bei einem Teil, vorzugsweise für die Gesamtheit der Hin- und Herverlegebewegung insbesondere bis auf den Verlegerichtungswechsel das wickeltrommelseitige Ende unter Bildung eines im Wesentlichen axialen Lateralkontakts mit einer freien Lateralseite der zuletzt auf der Wickeltrommel gewickelten Wickelungsschleife durch die sich axial ausdehnende Wickelungslage längs des Verlegewegs vorangetrieben wird. Auf diese Weise ist ein für die Automatisierung benötigtes korrektiv flexibles Verhalten des Verlegearms realisiert, das dem manuellen Manipulieren einer erfahrenen Bedienperson bereits sehr nahe kommt, wodurch insbesondere geometrische Unwuchten der Wickeltrommel oder der Wickelung einen automatisierten Wickelungsvorgang nicht beeinträchtigen. Das wickeltrommelseitige Ende ist vorzugsweise durch ein am Verlegearm frei drehbar gelagertes Rad gebildet, von dem zumindest ein Teil des Seitenbereichs über den Verlegearm hinaus vorsteht, um mit der noch freien Lateralseite der zuletzt aufgewickelten Wickelungsschleife in Kontakt kommen zu können, und das in Rotationsrichtung lediglich von der Wickeltrommel oder von dem bereits auf der Wickeltrommel liegenden Wickelgut drehangetrieben wird. In Verlegerichtung wird das Rad durch die stetig axial wachsende Wickelungslage längs des Verlegewegs mitgenommen und axial verschoben. Das Rad rollt dabei auf der Wickeltrommel oder der bereits vollständig gelegten Wickelungslage zumindest unter dem Einfluss der Gewichtskraft des Verlegearms ab.

[0052] Des Weiteren betrifft eine bevorzugte Ausführung der Erfindung eine Anstell- oder Freistelleinrichtung, die den Verlegearm zumindest bei der Verlegebe-

wegung nahe dem Seitenflansch der Wickeltrommel in einem zur horizontalen Radialer Streckung des einen Seitenflansches "positiven" Anstellwinkel von dem einen Seitenflansch weg neigend anstellt und den Verlegearm im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung hin zum gegenüberliegenden Seitenflansch in einen "negativen" Anstellwinkel von dem anderen Seitenflansch weg geneigt schwenkt. Die Anstellrichtung ist vorzugsweise durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, gebildet, der, um die gewünschte Schwenkbewegung um den Wickelungsschlaufenkontakt zu betreiben, den Träger stellt. Die Schwenkachse der Schwenkbewegung liegt vorzugsweise im Bereich des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms. Die Schwenkstelle kann längs des Hin- und Herverlegewegs wandern. Es reicht aus, einen Freistellwinkel von 1° bis 20° einzustellen. Entsprechend dem Freistellwinkel ist auch die durch die Verlegearmlagerung definierte, verdrehbare Verlegerichtung des Verlegearms gegenüber der Axialrichtung geneigt, wobei der Neigungswinkel an den axialen Enden der Hin- und Herverlegebewegung entsprechend am größten ist und im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung, so wie der Freistellwinkel, abnimmt und etwa auf halbem Verlegeweg verschwindet sowie anschließend insbesondere allmählich wieder zunimmt.

[0053] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist eine Wickelgut-Bremse an dem Verlegearm angeordnet, die dem Wickelgut vor dem Erreichen der Wickeltrommel eine Bremskraft mitteilt, um das Wickelgut auf Zug vorzuspannen. Die Bremskraft kann betriebsgemäß insbesondere durch eine Steuerungs- und/oder Regelung eingestellt werden.

[0054] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Wickeln des strangförmigen Wickelguts, wie des kontinuierlich extrudierten Rohres, vorzugsweise aus Kunststoff auf die Wickeltrommel. Das Wickelgut wird über den für die Hin- und Herverlegebewegung gelagerten Verlegearm der rotierenden Wickeltrommel übergeben. Wenigstens eine vorbestimmte Position des Verlegearms wird für einen Richtungswechsel der Hin- und Herverlegebewegung vorbestimmt, wobei das Erreichen der wenigstens einen Position mittels Sensorik ermittelt wird. Bei Erreichen der wenigstens einen vordefinierten Position des Verlegearms wird der Verlegearm vorzugsweise anhand einer Steuerungs- und/oder Regelung um etwa wenigstens eine halbe Stärke des Wickelguts, vorzugsweise um etwa eine Wickelgutstärke, und höchstens um ein Zweifaches der Wickelgutstärke von der Wickeltrommel oder von der bereits darauf gelegten Wickelungslage weg entfernt, insbesondere angehoben.

[0055] Vorzugsweise wird die vorbestimmte Position zum Richtungswechsel der Hin- und Herverlegebewegung dann erreicht, wenn das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms, das in einem insbesondere bei Verlagerung des Verlegearms längs des Verlegewegs ständigen Kontakt mit der Wickeltrommel und/oder der bereits gelegten Wickelungslage steht, eine Innenseite eines Seitenflansches der Wickeltrommel kontaktiert oder

spätestens wenn es in einem Abstand von höchstens dem Zweifachen der Wickelgutstärke, vorzugsweise von etwa einer Wickelgutstärke, zur Innenseite des jeweiligen Seitenflansches ist.

[0056] Des Weiteren kann die Erfindung eine Wickelungsvorrichtung betreffen, die den erfindungsgemäßen Verlegearm aufweist. Die Vorrichtung umfasst vorzugsweise einen Träger, an dem verschiedene Funktionsteile der Wickelungsvorrichtung angebracht sein können, wie den am Träger beweglich gelagerten, erfindungsgemäßen Verlegearm mit der Wickelgut-Aufnahme zum Annehmen des insbesondere eine Extrudierstation verlassenden Wickelguts und dem wickeltrommelseitigen Ende, an dem das Wickelgut der rotierenden Wickeltrommel bei einer insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms längs einer Rotationsachse der Wickeltrommel aufwickelnd übergeben werden soll. Der Träger empfängt das Wickelgut an einer Trägeraufnahme, die beispielsweise durch eine kreuzförmig angeordnete Rollenordnung gebildet sein kann. Die Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms verläuft vorzugsweise rein translatorisch für jede Wickelungslage in einer Horizontalebene. Da die Wickelagen übereinander liegen, ist für jede Wickelungslage ein eigener linearer Hin- und Herverlegeweg jeweils in Vertikalrichtung um eine Wickelgutstärke versetzt realisierbar, wobei insbesondere der Hin- und Herverlegeweg nicht gemäß einer fixen Regelungsroutine starr vorgegeben ist, sondern vielmehr flexibel in Abhängigkeit von dem individuellen Wickelungsverlegeverlauf sich einstellt. Hierzu ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass zumindest bei einem Teil der insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms unter Bildung eines Lateralkontakts mit einer freien Lateralseite der auf der Wickeltrommel gewickelten Wickelung des Wickelguts der sich axial ausdehnenden Wickelungslage folgt. Erfindungsgemäß stellt die Wickelungsvorrichtung das wickeltrommelseitige Ende nicht gemäß einer vordefinierten Regelungsroutine, sondern stellt eine dem Wickelungszuwachs nachgebende Bewegungsfreiheit für den Verlegearm bereit, wodurch geometrische Unwuchtungen und Änderungen der Geometrie während des Wickelungsvorgangs nachgebend ausgeglichen werden können. Im Gegensatz zum Stand der Technik, in dem starre Regelungsstellsysteme eine idealgeometrische Wickeltrommel stillschweigend fordern, erreicht die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung selbst dann eine Automatisierung, wenn unvorhersehbare Geometrieänderungen und Geometrieigenschaften in Betracht gezogen werden müssen. Das wickeltrommelseitige Ende des Verlegearms kontaktiert ständig die zuletzt gelegte Wickelungsschleife und wird erfindungsgemäß von dieser mitgenommen, wobei vorzugsweise von dem Verlegearm eine elastische Stellkraft an dem wickeltrommelseitigen Ende gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife wirkt, damit auch bei Unwuchten und Axial- oder Radialschlägen der Lateralkontakt zwischen der zuletzt ge-

legten Wicklungsschlaufe und dem wickeltrommelseitigen Ende insbesondere trägheitsbedingt nicht verloren geht.

[0057] Es sei klar, dass das wickeltrommelseitige Ende auch einen Radialkontakt zu einem Trommelkern der Wicklungstrommel oder zu der bereits fertig gelegten Wicklungslage halten kann. Die dazu benötigten radialen Kontaktkräfte werden vorzugsweise aufgrund des Einflusses des Eigengewichts des Verlegearms mit einer entsprechenden Schwenklagerung für den Verlegearm an dem Träger realisiert.

[0058] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass das wickeltrommelseitige Ende für einen Wechsel der Richtung der Hin- und Herverlegebewegung, insbesondere bei der Bildung einer nächsten Wicklungslage, den Kontakt zu der Wicklung vorläufig verliert und so lange kontaktlos zur Wicklung verbleibt, bis das wickeltrommelseitige Ende unter Bildung des erneuten Lateralkontakts von der freien Lateralseite der sich neu bildenden, ersten Wicklungsschlaufe in axialer Verlegebewegungsrichtung mitgenommen wird. Lediglich an den beiden axialen Enden des Verlegebewegungswegs ist der ständige Kontakt zwischen dem wickeltrommelseitigen Ende und der Wicklungslage und/oder dem Trommelkern aufgehoben.

[0059] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung folgt das wickeltrommelseitige Ende der axialen Ausdehnung der Wicklungslage nachgebend insbesondere kontinuierlich, indem eine elastische Rückstell- oder Vorspannkraft einer Rückstell- oder Vorspanneinrichtung das wickeltrommelseitige Ende gegen die Lateralseite der zuletzt gelegten Wicklungsschlaufe drückt. Dabei ist die elastische Rückstellkraft derart im Wesentlichen in Axialrichtung, insbesondere parallel zur Rotationsachse der Wickeltrommel, gerichtet, dass die im Wesentlichen ausschließlich seitliche Kräfte von dem wickeltrommelseitigen Ende in die zuletzt gelegte Wicklungsschlaufe eingeleitet werden, so das die zuletzt gelegte Wicklungsschlaufe gegen deren benachbarte Wicklungsschlaufe lateral, axial vorgespannt ist. Die elastische Rückstellkraft oder Axialvorspannung gegen die zuletzt gelegte Wicklungsschlaufe wird vorzugsweise durch die Rückstelleinrichtung realisiert, die beispielsweise einen pneumatischen Aktor oder ein anderes Federsystem aufweisen kann. Die Rückstelleinrichtung kann zwischen dem Träger und dem zum Träger beweglich gelagerten Verlegearm wirken.

[0060] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat das wickeltrommelseitige Ende ein an den Verlegearm frei drehbar gelagertes Eingriffsrad. Die Lagerung des Eingriffsrads soll frei jeglicher sonstiger Antriebskräfte sein, sondern soll lediglich in eine Drehbewegung versetzt werden, wenn es in Kontakt mit der Wickeltrommel oder lateral mit einer bereits gelegten Wicklungslage kommt. Das Eingriffsrad kann eine verlegearmbezogen ortsfeste Drehachse aufweisen, die im Wesentlichen parallel oder leicht geneigt zur Rotationsachse der Wickeltrommel an-

geordnet sein kann. Um einen Schleifkontakt zwischen dem Verlegearm und einem Seitenflansch der Wickeltrommel zu vermeiden, kann der Verlegearm entsprechend einem Anstellwinkel zur sich radial erstreckenden Innenseite des Seitenflansches geneigt sein. In diesem Fall fällt die Drehachse des Eingriffsrads nicht mit der Rotationsachse der Wicklungstrommel zusammen, sondern ist um einige Grad geneigt.

[0061] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat das Eingriffsrad eine umlaufende zylindrische Abrollfläche, die an dem zylindrischen Trommelkern der Wickeltrommel oder an einer auf der Wickeltrommel bereits gelegten Wicklungslage abläuft. Dabei drückt die Abrollfläche des Eingriffsrads unter dem Einfluss der Eigengewichtskraft des in Vertikalrichtung schwenkbar an dem Träger gelagerten Verlegearms auf den Trommelkern oder die Wicklungslage.

[0062] Vorzugsweise ragt das Eingriffsrad abschnittsweise derart über das wickeltrommelseitige Ende vor, dass ein unbelegter, frei zugänglicher, lateraler Seitenbereich gebildet ist, der vorzugsweise bei einem scheibenförmigen Eingriffsrad eine glatte, in einer Vertikalebene liegende, ebene Fläche ist. An dem Seitenbereich wird das Eingriffsrad unter dem Einfluss der axialen Rückstellkraft gegen die freie radiale Lateralseite der zuletzt gelegten Wicklungsschlaufe gedrückt. Der frei zugängliche Seitenbereich des Eingriffsrads kann derart bemessen sein, dass die Lateralseite des Wickelguts unter Ausbildung des Lateralkontakts ausschließlich mit dem Seitenbereich in Eingriff kommt. Die Lauffläche des Eingriffsrads kommt mit der radial darunter liegenden Wicklungslage oder dem Trommelkern in Rolleingriff.

[0063] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist der Verlegearm derart an dem Träger gelagert, dass sich das wickeltrommelseitige Ende längs eines linearen Eingriffswegs am Außenumfang des Wickeltrommelkerns oder an einer zuletzt an der Wicklungstrommel gelegten Wicklungslage entsprechend der allmählich axial zunehmenden Ausdehnung der zu legenden Wicklungslage um die Wickelgutstärke schrittweise vorrückt. Der Eingriffsweg kann vorzugsweise im Wesentlichen an einer 12-Uhr-Umfangsposition liegen, um die Gewichtskräfte des Eigengewichts des Verlegearms am effektivsten zu nützen. Vorzugsweise liegt der Verlegearm tangential auf dem Eingriffsweg unter dem Einfluss seines Eigengewichts auf.

[0064] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung hat der Verlegearm die Form eines Schwerts. Der Schaft des Schwerts liegt trägerseitig, während die Spitze des Schwerts hin zur Wickeltrommel ragt. Die Spitze des Schwerts liegt im ständigen Kontakt mit der Wicklungstrommel oder der bereits gelegten Wicklungslage zumindest bei der Hin- und Herverlegebewegung.

[0065] Der Verlegearm kann durch zwei im Wesentlichen parallele Platten gebildet sein, deren Längsrichtung sich hin zur Wickeltrommel erstreckt und deren Breitenrichtung in Vertikalrichtung ausgerichtet ist. Die parallelen Platten können einen Führungsraum oder -spalt zwi-

schen sich bilden, in dem das Wickelgut innerhalb des Verlegearms hin zum wickeltrommelseitigen Ende geführt ist. Die Führung des Wickelguts innerhalb des Verlegearms kann vorzugsweise durch wenigstens eine insbesondere frei laufende Rolle und/oder durch wenigstens ein insbesondere frei laufendes Rollenpaar gebildet sein. Die Rolle und/oder das Rollenpaar können an den Platten drehgelagert sein.

[0066] Vorzugsweise ist an dem wickeltrommelseitigen Ende ein Abgabenrollenpaar vorzugsweise frei drehbar gelagert, über die das Wickelgut den Verlegearm verlässt, um im Verlauf zur Wickeltrommel ohne Beeinflussung einer weiteren mechanischen Struktur wie das Eingriffsrad, gewickelt zu werden.

[0067] Bei einer Weiterbildung der Erfindung hat die Träger-Verlegearm-Lagerung eine Schlitten-Schienen-Anordnung, durch die der Verlegearm insbesondere im Wesentlichen parallel zu einer Rotationsachse der Wickeltrommel relativ zum Träger geführt ist. Vorzugsweise sind am Träger die Schienen und am Verlegearm der Schlitten befestigt, wobei insbesondere die Rückstelleinrichtung zwischen dem Schlitten und der Schiene wirkt. Die Rückstelleinrichtung dient dazu, eine elastische Federkraft zu erzeugen, um das wickeltrommelseitige Ende gegen die zuletzt gelegte Wickelschleife vorzuspannen.

[0068] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfasst die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung eine Verlegearmlagerung, die den Verlegearm in einer insbesondere je nach axialer Position längs des Verlegewegs verdrehbaren Verlegerichtung relativ zum Träger insbesondere linear führt, und eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung, die bei Auslenkung des Verlegearms in Verlegerichtung relativ zu dem Träger dem Verlegearm eine Rückstell- oder Vorspannkraft mitteilt, um den Verlegearm seitlich, im Wesentlichen axial gegen eine zuletzt auf die Wickelungstrommel gelegte Wickelungsschleife zu drängen. Die Verlegearmlagerung kann eine Schlitten-Schienen-Anordnung aufweisen, gemäß der der Verlegearm relativ zum Träger linear in Verlegerichtung geführt ist. Die Axialrichtung ist durch die Rotationsachse der Wickeltrommel definiert. Die verdrehbare Verlegerichtung kann gegenüber der Axialrichtung insbesondere abhängig von der Position des Verlegearms längs des Verlegewegs parallel liegen und/oder dazu geneigt sein, um einen Frestellwinkel des Verlegearms insbesondere von weniger als 20° bezüglich der horizontalen Radialerstreckung des Seitenflansches der Wickeltrommel zu erzeugen. Der Schlitten ist verlegearmseitig ausgebildet, wobei die Schiene trägerseitig realisiert ist. Ein Handhabegerät, wie ein Stellroboter, rückt den Träger, dem Verlegearm folgend, nach und dient dazu, die anwachsende Auslenkung des Verlegearms zu verringern, die durch das axiale Wachstum der Wickelungslage veranlasst ist und dem nachrückenden Träger gegenüber stets voreilend passiert. Die Rückstellkraft dient dazu, den Verlegearm ständig gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife zu drücken und insbesondere dann eine Vorspannung gegen die Wickelungsschleife und damit den Wickelungsschleifenkontakt aufrecht zu erhalten, wenn das Handhabegerät den Träger dem Verlegearm folgend nachführt. Der Träger darf nur soweit nachgeführt werden, dass weiterhin eine ausreichende Vorspannkraft an dem Verlegearm gegen die zuletzt gelegte Wickelungsschleife verbleibt. Je höher die Auslenkung des Verlegearms relativ zum Träger ist, desto stärker wirkt die Rückstellkraft der Rückstelleinrichtung. Mit diesem Erfindungsaspekt wird eine optimal kompakte, dichte Anordnung von Wickelungsschleife zu Wickelungsschleife realisiert.

[0069] Des Weiteren betrifft eine bevorzugte Ausführung der Erfindung eine Anstell- oder Freistelleinrichtung, die den Verlegearm zumindest bei der Verlegebewegung nahe dem Seitenflansch der Wickeltrommel in einem zur horizontalen Radialerstreckung des einen Seitenflansches "positiven" Anstellwinkel von dem einen Seitenflansch weg neigend anstellt und den Verlegearm im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung hin zum gegenüberliegenden Seitenflansch in einen "negativen" Anstellwinkel von dem anderen Seitenflansch weg geneigt schwenkt. Die Anstelleinrichtung ist vorzugsweise durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, gebildet, der, um die gewünschte Schwenkbewegung um den Wickelungsschleifenkontakt zu betreiben, den Träger stellt. Die Schwenkachse der Schwenkbewegung liegt vorzugsweise im Bereich des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms. Die Schwenkstelle kann längs des Hin- und Herverlegewegs wandern. Es reicht aus, einen Frestellwinkel von 1° bis 20° einzustellen. Entsprechend dem Frestellwinkel ist auch die durch die Verlegearmlagerung definierte, verdrehbare Verlegerichtung des Verlegearms gegenüber der Axialrichtung geneigt, wobei der Neigungswinkel an den axialen Enden der Hin- und Herverlegebewegung entsprechend am größten ist und im Verlauf der Hin- und Herverlegebewegung, so wie der Frestellwinkel, abnimmt und etwa auf halbem Verlegeweg verschwindet sowie anschließend insbesondere allmählich wieder zunimmt.

[0070] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist für das betriebsgemäße Stellen des Verlegearms insbesondere bei einem Richtungswechsel der Hin- und Herverlegung eine Verlegearmstelleinrichtung zum insbesondere vertikalen Positionieren des Verlegearms relativ zur Wickeltrommel vorgesehen. Die Verlegearmstelleinrichtung kooperiert mit einem Wegsensor zum Erfassen wenigstens einer vorbestimmten Position des Verlegearms längs des Verlegewegs, wobei gegebenenfalls der Wegsensor bei Erreichen der wenigstens einen vordefinierten Position die Verlegearmstelleinrichtung veranlasst, den Verlegearm um wenigstens etwa die halbe Stärke des Wickelguts, vorzugsweise um etwa eine Wickelgutstärke oder um mehr als eine Wickelgutstärke, und höchstens um ein Zweifaches der Wickelgutstärke von der Wickeltrommel weg oder von der bereits daraufgelegten Wickelungslage weg anzuheben. Die Verlegearmstelleinrichtung kann eine insbesondere vertikale Schwenklagerung für den Verlegearm aufweisen,

wobei eine Schwenkachse des Verlegearms trägerseitig angeordnet ist. Die Schwenklagerung kann beispielsweise dadurch realisiert sein, dass ein wickeltrommelseitiges Verlegearmschwert relativ zu der trägerseitigen Verlegearmbasis in Vertikalrichtung verschwenkbar ist. Des Weiteren kann die Verlegearmstelleinrichtung einen Lifter zum insbesondere linearen Anheben der Schwenkachse in Vertikalrichtung aufweisen, wobei der Lifter beispielsweise durch das Handhabegerät, wie den Stellroboter, gebildet ist, das auf den Träger zugreift, um den Träger samt der Verlegearm-Schwenkachse vertikal linear anzuheben. Um das schwenkbare wickeltrommelseitige Ende beim Anheben mitzunehmen, weist die Schwenklagerung einen Anlageanschlag auf, der ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms begrenzt. Die Schwenklagerung erlaubt einerseits einen flexiblen Kontaktablauf des wickeltrommelseitigen Endes an der bereits gelegten Wickellage und damit ein freies Konturfolgen der bereits gelegten Wickellage und deren radiale Unwuchten, andererseits begrenzt der Anlageanschlag ein Absenken des wickeltrommelseitigen Endes ausgehend von der Auflage auf die Wickellage um höchstens eine halbe Wickelungsgutstärke, sollte das wickeltrommelseitige Ende zwischen zwei gelegte benachbarte Wickelungsschlaufen gelangen.

[0071] Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist eine Wickelgut-Bremse an dem Verlegearm angeordnet, die dem Wickelgut vor dem Erreichen der Wickeltrommel eine Bremskraft mitteilt, um das Wickelgut auf Zug vorzuspannen. Die Bremskraft kann betriebsgemäß insbesondere durch eine Steuerungs- und/oder Regelung eingestellt werden.

[0072] Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren. Danach wird ein strangförmiges Wickelgut, wie ein kontinuierlich extrudiertes Rohr, vorzugsweise aus Kunststoff auf eine Wickeltrommel aufgewickelt, indem das Wickelgut der rotierenden Wickeltrommel über einen für eine Hin- und Herverlegebewegung gelagerten Verlegearm übergeben wird. Zudem wird zumindest bei einem Teil der insbesondere linearen Hin- und Herverlegebewegung ein wickeltrommelseitiges Ende des Verlegearms in einen ständigen Lateralkontakt mit einer freien Lateralseite der auf der Wickeltrommel gewickelten Wickelungen des Wickelguts gehalten, so dass das wickeltrommelseitige Ende der sich axial ausdehnenden Wickelungslage folgt.

[0073] Es sei klar, dass das erfindungsgemäße Verfahren gemäß der Betriebsfunktion der erfindungsgemäßen Wickelungsvorrichtung ausgestaltet sein kann.

[0074] Weitere bevorzugte Ausführungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0075] Weitere Eigenschaften, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden durch die folgende Beschreibung einer bevorzugten Ausführung der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert, in denen zeigen:

Figur 1 eine perspektivische Ansicht einer Vorrichtung zum Wickeln eines kontinuierlich extru-

dierten Kunststoffrohres auf eine Wickeltrommel in einem Anfangsbetriebszustand, bei dem eine erste Wickellage an der Wickeltrommel abgelegt wird;

5
Figur 2a eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung gemäß Figur 1 kurz vor dem Betriebszustand eines Wickelungslegerichtungswechsels;

10
Figur 2b eine perspektivische Detailansicht des Eingriffs eines wickeltrommelseitigen Endes eines Verlegearms auf die Wickelung und die Wickelungstrommel gemäß dem Betriebszustand nach Figur 2a;

15
Figur 3a eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung während des Betriebszustands des Wickelungslegerichtungswechsels;

20
Figur 3b eine perspektivische Detailansicht des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms gemäß dem Betriebszustand nach Figur 3a;

25
Figur 4a eine perspektivische Ansicht der Wickelvorrichtung in dem Betriebszustand nach dem Wickelungslegerichtungswechsel;

30
Figur 4b eine perspektivische Detailansicht des wickeltrommelseitigen Endes des Verlegearms gemäß dem Betriebszustand nach Figur 4a;

35
Figur 5 eine perspektivische Ansicht der Wickelungsvorrichtung mit Bewegungsachsen eines Trägers der Wickelungsvorrichtung sowie des Verlegearms;

40
Figur 6 eine Draufsicht der Wickelungsvorrichtung im Betriebszustand des Wickelungslegerichtungswechsels gemäß Figuren 3a und 3b;

45
Figur 7 eine perspektivische Draufsicht des Trägers der Wickelungsvorrichtung gemäß Figur 1;

Figur 8 eine perspektivische Seitenansicht des Trägers gemäß Figur 7;

50
Figur 9 eine weitere perspektivische Ansicht des Trägers nach Figur 7 mit Blick auf eine Wirbelstrombremse für das Wickelgut in einem passiven Betriebszustand;

55
Figur 10 die perspektivische Seitenansicht des Trägers nach Figur 7 mit der Wirbelstrombrem-

- se in einem aktiven Betriebszustand;
- Figur 11 ein Wickelgeschwindigkeit-Weg-Diagramm zur Darstellung der Abhängigkeit der Wickelgeschwindigkeit von der axialen Stellung der Führung;
- Figur 12 ein Weg-Zeit-Diagramm, bei dem die axiale Verlagerung (X) gegenüber der Zeit (t) während einer Wendeoperation dargestellt ist;
- Figur 13 eine perspektivische Ansicht des erfindungsgemäßen Verlegearms für die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung;
- Figur 14 eine perspektivische Ansicht eines vorderen Teils des Verlegearms ohne eine Gehäusehälfte, wobei eine Gehäuseplatte zur freien Ansicht des Transportraums des Verlegearms demontiert ist;
- Figur 15 eine Draufsicht auf den vorderen Teil des Verlegearms nach Figur 14;
- Figur 16 eine Stirnansicht des wickeltrommelseitigen Endes des erfindungsgemäßen Verlegearms;
- Figur 17 eine Querschnittsansicht des vorderen Teils des Verlegearms gemäß Figur 14; und
- Figur 18 eine perspektivische Ansicht von in dem Transportraum des Verlegearms größtenteils untergebrachten Bewegungsorgane des erfindungsgemäßen Verlegearms.

[0076] In Figur 1 ist die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung im Allgemeinen mit der Bezugsziffer 1 versehen. Die Wickelungsvorrichtung 1 dient dazu, ein von einer nicht näher dargestellten Extrudierstation kontinuierlich extrudiertes Kunststoffrohr 3, wie ein sogenanntes Kabelschutzrohr, auf eine Wickeltrommel 5 aufzuwickeln, wobei eine möglichst gleichmäßige Wickelung ohne Zwischenraum zwischen den einzelnen Wickelungsschleifen 17 und mit im Wesentlichen konstanter Wickelsteigung einer Kunststoffrohrbreite pro Umdrehung erreicht werden soll, wie es beispielsweise in den Figuren 1 bis 4b dargestellt ist.

[0077] Die Wickeltrommel 5 umfasst einen im Wesentlichen zylindrischen Trommelkern 7, an dessen beiden Axialenden jeweils ein seitlicher, sich in Radialrichtung erstreckender Seitenflansch 11a, 11b befestigt ist. Konzentrisch zur Rotationssymmetrie der Wickeltrommel 5 ist eine Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 ortsfest (bezüglich einem Referenzboden B, auf dem die Wickelungsvorrichtung 1 steht) gelagert, um welche die Wickeltrommel 5 zum Durchführen des Wickelungsvorgangs rotiert. Die Rotationsachse 13 definiert eine Axi-

alrichtung, auf die auch im Folgenden zur Definition von Bewegungen von beweglichen Bauteilen der Wickelungsvorrichtung 1 Bezug genommen wird.

[0078] Aus ökonomischen Gründen ist die genormte Wickeltrommel 5 häufig aus Holz gefertigt, wobei der Trommelkern 7 sowie auch die Seitenflansche 11a, 11b leicht, aber nicht vernachlässigbar von einer idealsymmetrischen Form abweichen können. Der zylindrische Trommelkern 7 kann Radialschläge aufweisen, während die Seitenflansche 11a, 11b Axialunwuchten bilden können. Auch Wickeltrommeln 5 aus anderem Material, wie Kunststoff, weichen häufig zufällig oder fertigungsbedingt von einer idealsymmetrischen Rotationsform ab.

[0079] Wie in Figur 1 dargestellt, ist das extrudierte Kunststoffrohr 3 in einer Anfangswickelungslage bereits um mehr als die axiale Hälfte der Wickeltrommel 5 um den Trommelkern 7 gewickelt. Im Folgenden soll die gerade zuletzt auf den Trommelkern 7 aufgebrauchte Wickelungsschleife mit der Bezugsziffer 17 versehen sein. Die Wickelungsschleife 17 hat, bis die nächste Wickelungsschleife vollständig umlaufend gelegt ist und sich seitlich angelegt hat, eine umfangsabschnittsweise freie axiale Lateralseite 18, auf die im Folgenden vor allem an einer etwa 12-Uhr-Umfangs-Stelle (Kontakt mit Eingriffsrads 43) Bezug genommen werden soll. Das Kunststoffrohr 3 ist längs seiner Erstreckung kontinuierlich zylindrisch extrudiert und kann einen Außendurchmesser von 5 mm bis 30 mm oder 40 mm aufweisen. Die Stärke des Kunststoffrohrs 3 kann bei etwa 10% bis 60% des Außenrohrradius liegen. Das Kunststoffrohr 3 wird kontinuierlich in einer Extrudierstation (nicht dargestellt) geformt und gelangt über eine Kühlstraße (Wasserbad) in die Wickelungsvorrichtung 1, der ein Kunststoffrohr-(3)-Puffersystem (nicht dargestellt) vorgeschaltet sein kann, durch das unterschiedliche Förder-Geschwindigkeiten des Kunststoffrohrs 3 in dessen Längsrichtung beim Extrudiervorgang sowie beim Wickeln ausgeglichen werden sollen. Das nicht dargestellte Puffersystem kann beispielsweise als ein Vertikalpendel ausgeführt sein, der durch die vertikale Verschiebbarkeit eines Umlenkrads eine zu geringe/zu hohe Geschwindigkeit der Wickelungsvorrichtung 1 gegenüber der Extrudierstation ausgleichen kann, indem das Umlenkrad eine höhere/niedrigere vertikale Position einnimmt. Auf diese Weise kann eine Pufferstrecke für das extrudierte Kunststoffrohr (3) für einen kontinuierlichen Fertigungsprozess erreicht werden, bevor es in die Wickelungsvorrichtung 1 gelangt.

[0080] Die erfindungsgemäße Wickelungsvorrichtung 1 besteht im Wesentlichen aus vier Hauptbestandteilen, nämlich einem Träger 23, einer Rückstelleinrichtung 61, einem lediglich in Figur 5 angedeuteten Stellroboter 71 und einem erfindungsgemäßen Verlegearm 27.

[0081] Der erfindungsgemäße Verlegearm 27 hat die Form wie beispielsweise eine Motorsäge mit einer Verlegearmbasis 28 (Aktoren-/ Motorbasis) sowie einem Verlegeschwert 29, das sich von der Verlegearmbasis 28 im Wesentlichen in Horizontalrichtung zur Wi-

ckeltrommel 5 erstreckt und diese unmittelbar oder mittelbar berührt. Die Verlegearmbasis 28 hat auf deren der Wickeltrommel 5 abgewandten Stirnseite eine Aufnahme 21 (Figuren 6, 9 und 10) zum Annehmen des insbesondere eine Extrudierstation kontinuierlich verlassenden Kunststoffrohrs 3. Die Aufnahme 21 umfasst sternförmig angeordnete Laufrollenpaare 25, die eine Einfädelloffnung begrenzen, um ein horizontal und vertikal geführtes Einfädeln des Kunststoffrohrs 3 in den Verlegearm 27 zu gewährleisten. Die Verlegearmbasis 28 ist hauptsächlich durch einen Profilträger 57 gebildet, der aus mehreren aneinander gefügten Tragplatten zusammengesetzt ist. An den Tragplatten können Funktionskomponenten der Wickelungsvorrichtung 1, wie ein Mikrorechner, Aktoren, etc., angebracht werden.

[0082] Der Träger 23 hält beweglich den Verlegearm 27 und hat in der dargestellten Ausführung eine Schiene 51, an der ein Greifarm des Stellroboters 71 befestigt ist. Die Schiene 51 kooperiert mit einem Schlitten 53 der Verlegearmbasis 28 derart, dass der Verlegearm 27 längs des linearen Schlittenwegs hin- und herbewegt werden kann.

[0083] Das Verlegeschwert 29 erstreckt sich überwiegend in einer Horizontalrichtung, ungefähr senkrecht zur Axialrichtung 13 von der Verlegearmbasis 28 weg hin zur Wickeltrommel 5, wobei der Verlegearm 27 derart dimensioniert ist, dass er in dessen Längsrichtung über den Trommelkern 7 (bis etwa in dessen axiale Mitte) ragt (in Anheberichtung A betrachtet).

[0084] Das Verlegeschwert 29 hat zwei vertikale, parallel zueinander angeordnete Führungs- und Halteplatten 31a, 31b. Zwischen den beiden Halte- und Führungsplatten 31a, 31b, die in deren im Wesentlichen horizontalen Erstreckungsrichtung eine im Wesentlichen konstante Vertikalbreite aufweisen, ist ein Führungsspalt zur Bildung eines Transportraums 32 für das Kunststoffrohr 3 geformt. Damit das Kunststoffrohr 3 sicher von der Aufnahme 21 entlang des Verlegearms 27 zwischen den Halte- und Führungsplatten 31a, 31b entlang gleiten kann, können Leitrollen im Führungsspalt an den Halte- und Führungsplatten 31a, 31b drehbar gelagert sein und einen ortsdefinierten Führungskanal durch den Transportraum 32 hindurch bilden.

[0085] An einem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 ist eine Wickelgutabgabe 34 insbesondere in Form eines Paares Abgaberollen 35 mit horizontalen Drehachsen noch im Transportraum 34 gelagert, die ein geführtes Abgeben des Kunststoffrohres 3 von dem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 hin zur Wickeltrommel 5 sicherstellen. Zwischen der Verlegearm-Basis 28 und dem wickeltrommelseitigen Ende 33 erstreckt sich ein arm- oder strebenförmiges Tragwerk 30. Das Tragwerk 30 kann seitlich durch vertikal angeordnete Platten begrenzt sein und den Transportraum 32 begrenzen. An dem Tragwerk 30 sind mehrere Führungsrollen zum Durchführen des Wickelguts drehbar gelagert.

[0086] An einer Oberseite des wickeltrommelseitigen

Endes 33 ist ein Wegsensor 36 in einer ersten Ausführungsform eines Kontaktgebers 37 positioniert. Der Kontaktgeber 37 umfasst ein frei drehbar gelagertes Kontaktrad, dessen Drehachse vertikal angeordnet ist. Auch eine andere aus dem Stand der Technik bekannte Wegsensorik kann eingesetzt werden. Das Kontaktrad hat einen passiven Betriebszustand im Verlauf der Verlegebewegung W des Verlegearms 27 zwischen dem linken Seitenflansch 11b und dem gegenüberliegenden rechten Seitenflansch 11a, bei dem die Drehachse in einem Führungsspalt des Verlegeschwerts 29 liegt. Vorzugsweise sobald das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 in Eingriff mit der radialen Innenseite 41 des jeweiligen Seitenflansches 11a, 11b gelangt, so wird das Kontaktrad, insbesondere dessen vertikale Drehachse, in Axialrichtung ausgelenkt, weil das Kontaktrad an dem wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 in beiden Axialrichtungen axial vorsteht und für eine axiale Auslenkung schwenkbar am Verlegearm 27 gelagert ist. Beim axialen Auslenken des Kontaktrads gibt der Kontaktgeber 37 ein elektrisches Kontaktsignal an eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung, welche das Kontaktsignal für den weiteren Wickelbetrieb der Wickelungsvorrichtung 1 verarbeitet. Das Auslösen des elektrischen Kontaktsignals kann unmittelbar nach dem Bewegen des Kontaktrads aus dessen unbetätigter Mittelstellung initiiert und weitergegeben werden oder aber mit einer wegabhängigen Verzögerung nach Erreichen einer vorbestimmten Schwenkbewegungsamplitude.

[0087] Am wickeltrommelseitigen Ende 33 des Verlegearms 27 ist ein Anlagebereich 38 ausgebildet, an dem das wickeltrommelseitige Ende 33 des Verlegearms in einem Schleifkontakt mit der Seitenflanschwand 11a, 11b der Wickeltrommel 5 gelangen kann. Dafür ist die Schwenklagerung 39 des Wegsensors 34 derart ausgelegt, dass das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 zumindest bis auf Höhe der Außenseite des jeweiligen Anlagebereichs 38 weg verschwenkt wird, so dass der Betätigungsvorsprung des Kontaktrads in seitlicher Richtung vollständig versenkt ist und der jeweilige Anlagebereich 38 freigegeben wird. Eine alternative Wegsensorenausführung ist weiter unten beschrieben.

[0088] An der der Oberseite gegenüberliegenden Unterseite des wickeltrommelseitigen Endes 33 ist ein Eingriffsrads 43 frei drehbar am Verlegearm 27 ortsfest gelagert, dessen Drehachse im Wesentlichen horizontal parallel zur Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 liegt. Die Lauffläche des Eingriffsrads 43 steht im unmittelbaren Abrollkontakt mit dem angetriebenen Trommelkern 7 oder einer bereits gelegten Wickelungslage. Ein frei zugänglicher Seitenbereich des Eingriffsrads 43 liegt beim Wickeln mit einem überwiegend axialen Druckvorspannkontakt an der axialen Lateralseite 18 der zuletzt gelegten Wickelungsschleife 17 an.

[0089] Die axiale Breite der Lauffläche des Eingriffsrads 43 ist derart dimensioniert, dass sie größer als der halbe Außendurchmesser des Kunststoffrohrs 3, aller-

dings kleiner als der Außendurchmesser des Kunststoffrohrs 3 ist.

[0090] Der Verlegearm 27 ist über eine trägerseitige-(23)-Schwenklagerung, welche nicht näher illustriert ist, vertikal schwenkbar gelagert, wobei eine trägerseitige Schwenkachse S horizontal, zumindest abhängig von der Verlegewegposition parallel zur Rotationsachse 13 der Wickeltrommel 5 verläuft. Zum Kontrollieren der Schwenkbewegung des Verlegearms 27 in einer vertikalen Ebene ist eine Dämpfungseinheit 45 vorgesehen, die einerseits am Träger 23 und andererseits an einem Vorsprung 47 an der Oberseite des Verlegeschwerts 29 befestigt ist. Die Dämpfungseinheit 45 gewährleistet eine gedämpfte Schwenkbewegung des Verlegearms 27 um die trägerseitige Schwenkachse S. Ein Schwenkanschlag (nicht dargestellt) ist vorgesehen, der ein Abschwenken des Verlegearms 27 in der vertikalen Ebene nach unten auf die Wickeltrommel 5 zu begrenzt. Der Schwenkanschlag gewährleistet, dass sich das Eingriffsrads 43 nicht zwischen zwei bereits gelegten Wickelungsschlaufen drängt und sich vollständig zwischen diesen durchdrückt, um einen Kontakteingriff des Eingriffsrads 43 mit einer darunter liegenden vollständigen Wickelungslage zu vermeiden. Die Schwenkbeweglichkeit des Verlegearms 27 und die Position des Schwenkanschlags sind relativ zum Verlegearm 27 derart festgelegt, dass das Eingriffsrads 43 bei der Hin- und Herverlegebewegung in Abrollkontakt mit dem zylindrischen Trommelkern 7 oder der zuletzt gelegten Wickelungslage steht. Der Schwenkanschlag stoppt aber ein Absenken der Eingriffsrads 43 ab höchstens der halben Stärke des Kunststoffrohrs 3, so dass ein Rollkontakt auf der zuletzt vollständig verlegten Wickelungslage verhindert wird.

[0091] Der Träger 23 ist relativ zur ortsfesten Rotationsachse 13 oder zum ortsfesten Referenzboden B einer Fertigungshalle verlagerbar, indem der Stellroboter 71, der ortsfest auf dem Referenzboden B montiert ist, den Träger 23 greift, hält und entsprechend dem Wickelvorgang steuerungsgemäß positioniert.

[0092] In Figur 5 sind teilweise die Bewegungsachsen des Stellroboters 71 dargestellt, wobei der Stellroboter 71 den Träger 23 in Horizontalrichtung, die der Axialrichtung (Rotationsachse 13) und im Wesentlichen der Verlegerichtung V entspricht, und in Anheberichtung A linear bewegen kann und wobei der Stellroboter 71 den Träger 23 um den Lateralkontakt K (um die Drehachse D) schwenken kann.

[0093] Die Eingriffsstelle des Eingriffsrads 43 mit dem Trommelkern 7 oder der bereits gelegten Wickelungslage bildet eine Betätigungsstelle, an der der Verlegearm 27 durch den axialen Zuwachs der Wickelungslage 15 dem Träger 23 gegenüber voreilend axial verschoben wird. Dies kann als eine flexibel reagierende Folgebewegung des Verlegearms 27 bezeichnet werden, der dem kontinuierlichen axialen Verlegen der Wickelungsschlaufen 17 und dem axialen Wachsen der Wickelungslage 15 unmittelbar folgt. Eine vertikale Schwenkbewegung um die Schwenkachse S wegen der Anlage des

Eingriffsrads 43 an der Wickeltrommel 5 und einem radialen Wachsen der Wickelungslagen realisiert ein Folgenachstellen des an dem vorerst ortsfesten Träger 23 gelagerten Verlegearms 27. Die Nachgebewegung des Verlegearms 27 und die Nachstellbewegung des Trägers 23 sind mit den Doppelpfeilen V, A in Figur 5 angedeutet.

[0094] Der Stellroboter 71 hält den Träger 23 anhand der Schiene 51, die mit dem Schlitten 53 kooperiert, der aus einer Basisplatte 55 und einem sich davon nach unten erstreckenden Profilträger 57 gebildet ist. Der Schlitten 53 und die Schiene 51 bilden eine translatorische Lagerung, deren translatorische Verlegerichtung V im Wesentlichen oder annähernd parallel zur horizontalen Axialrichtung (Rotationsachse 13) festgelegt ist. Die Schlitten(53)-Schiene(51)-Anordnung verleiht dem Verlegearm 27 eine Bewegungsfreiheit gegenüber dem Träger 23 nur in der Verlegerichtung V, so dass der Schlitten 53 nur in Verlegerichtung V relativ zu dem Stellroboter 71, insbesondere dessen Greifarm (nicht dargestellt), verlagert werden kann.

[0095] Die Schienen(51)-Schlitten(53)-Anordnung stellt eine axiale Nachgiebigkeit für den Verlegearm 27 bereit. Die axiale Nachgiebigkeit wird durch den Bewegungsfreiheitsgrad in Verlegerichtung V geschaffen. Damit das Eingriffsrads 43 bei dem Verlegevorgang zwischen den beiden Seitenflanschen 11a, 11b nicht den Kontakt zu der Lateralseite der zuletzt gelegten Wickelungsschleife 17 verliert, wirkt zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 eine Rückstell- oder Vorspanneinrichtung 61, welche eine elastische Rückstell- oder Vorspannkraft erzeugt, sobald der Verlegearm 27 aus einer vordefinierten Neutralposition relativ zum Träger 23, in der keine Rückstellkräfte der Rückstellereinrichtung 61 zwischen der Schiene 51 und dem Schlitten 53 wirken, in Verlegerichtung V, getrieben durch das axiale Ausdehnen der Wickelungslage 15, ausgelenkt wird. Dabei ist der Betrag der Rückstellkraft desto größer, je größer die Auslenkweite des Verlegearms 27 aus der Neutralposition ist. Die Rückstellereinrichtung 61 ist durch ein Paar pneumatische Aktoren 63, 65 gebildet, deren Details in den Figuren 7 bis 10 angedeutet sind. Ein pneumatischer Aktor 65 oder 63 ist für die Erzeugung der Rückstellkraft nur in einer der Verlegerichtungen V (beispielsweise von dem Seitenflansch 11a zum Seitenflansch 11b) aktiv, während der andere pneumatische Aktor (65 oder 63) in der entgegengesetzten Verlegerichtung V (von dem Seitenflansch 11b zum Seitenflansch 11a) aktiv ist.

[0096] Wird der Verlegearm 27 durch das periodische, horizontale Verlegen der Wickelungsschleife 17 in Verlegerichtung V verrückt, so verlagert sich das Ende 33 des Verlegearms 27 samt Schlitten 53 in linearer Verlegerichtung V relativ zur Schiene 51, die währenddessen unbeeinflusst ortsfest vorläufig in deren Position verbleibt, bis sie beispielsweise bei Überschreitung einer Auslenkschwelle des Schlittens 53 durch den Stellroboter 71 nachgestellt wird, was die Rückstellkraft der Rückstellereinrichtung vermindert. Aufgrund der Relativbewe-

gung zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 wird der pneumatische Aktor 63 oder 65 (je nach axialer Verlegerichtung) pneumatisch gespannt, so dass in dem pneumatischen Aktor 63, 65 die pneumatisch elastische Rückstellkraft erzeugt ist, die über den Schlitten 53 dem Verlegearm 27 mitgeteilt wird und schließlich das Eingriffsrad 43 axial gegen die freie Lateralseite 18 der zuletzt gewickelten Wickelschleife 17 vorspannt. Mit der axialen Rückstell-Vorspannung ist gewährleistet, dass sämtliche Wicklungsschleifen 17 in Axialrichtung dicht an dicht benachbart gelegt werden, um die gewünschte gleichmäßige Wicklungsfolge zu erreichen, und flexibel auf geometrische sowie materialspezifische Anomalien anpassend reagiert werden kann.

[0097] Es sei klar, dass der pneumatische Aktor 63, 65 auch unabhängig von der Verlegung des Verlegearms 27 eine aktiv gesteuerte, pneumatische Rückstellkraft erzeugen kann, indem beispielsweise der pneumatische Aktor über eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung beispielsweise abhängig von einem vorbestimmten Betriebszustand pneumatisch aktiviert wird. Um einen möglichst einfachen Aufbau zu realisieren, ist der pneumatische Aktor 63 ungesteuert und baut (lediglich) elastische Rückstellkräfte auf, wenn der Verlegearm 27 aus dessen Neutralposition in Verlegerichtung V verrückt wird.

[0098] Um die axiale Rückstellkraft, die das Eingriffsrad 43 gegen die freie Lateralseite 18 der letzten Wicklungsschleife 17 drückt, im Wesentlichen konstant zu halten, wird die axiale Auslenkung zwischen dem Schlitten 53 und der Schiene 51 im Wesentlichen konstant oder zumindest in einem Grenzbereich gehalten. Dafür ist ein nicht dargestellter Positionssensor eingesetzt, der mit Hilfe einer Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung (nicht näher dargestellt) eine vordefinierte minimale und maximale Sollauslenkamplitude überwacht. Wird diese über- bzw. unterschritten, führt der Stellroboter 71 die Schiene 51 der Auslenkbewegung des Verlegearms 27 folgend nach, wobei der Nachrückschritt in etwa einer Stärke des Kunststoffrohrs 3 entsprechen kann. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die elastische Rückstellkraft durch das Nachfahren der Schiene 51 um den periodischen Aufbau der Auslenkung reduziert wird.

[0099] Um die gewünschte Wicklung um den Trommelkern 7 der Wickeltrommel 5 zu realisieren, ist das Kunststoffrohr 3 beim Aufwickeln um den Trommelkern 7 weitest möglich in dessen Längsrichtung mit einer konstanten Zugvorspannkraft beansprucht.

[0100] Erfindungsgemäß ist an dem Träger 23, insbesondere am Schlitten 53, eine elektromagnetische Bremse, insbesondere eine Wirbelstrombremse 67, angeordnet, die aus einer aktiven Betriebsstellung, wie sie in Figur 10 ersichtlich ist, in eine passive Betriebsstellung (siehe Figur 9) verbracht werden kann. Die Wirbelstrombremse 67, die gegebenenfalls von einer nicht näher gestellten Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung gestellt und manipuliert werden kann, dient dazu, die im Wesentlichen gleichmäßige Zugvorspannkraft dem

Kunststoffrohr 3 mitzuteilen. Als Beispiel kann die Wirbelstrombremse 67 zwei Magnetrotoren aufweisen, die in einem elektromagnetisch erzeugten Magnetfeld rotieren, wobei der jeweilige Magnetrotor ein- und ausgefahren werden kann, um die elektromagnetische Bremskraft einzustellen. Um ausreichende Reibungsverzögerungskräfte in das Kunststoffrohr 3 einzuleiten, ist ein Zahnriemen 72 vorgesehen, der um zwei Umlenkrollen der Wirbelstrombremse 67 gespannt ist. Der Zahnriemen 72 hat quer verlaufende Zähne, um einen gewünschten Eingriff mit dem Kunststoffrohr 3 und die Reibungskraftübertragung zu gewährleisten. Bei einer alternativen Ausgestaltung des Riemens 72 kann auch ein in Längsrichtung verlaufendes Berg-Tal-Profil vorgesehen sein, das formkomplementär zum Kunststoffrohr 3 geformt ist.

[0101] Im Folgenden wird beschrieben, wie eine neue in Radialrichtung der Wickeltrommel 5 "erhöhte" Wicklungslage 15 initiiert ist, wenn annähernd eine Wicklungslage auf dem Trommelkern 7 oder einer bereits gelegten Wicklungslage abgeschlossen wurde und sich darauf eine "neue" Lage bildet. Hierzu wird insbesondere auf die Figuren 2a bis 4b Bezug genommen.

[0102] In Figur 2a und 2b ist ein Betriebszustand ersichtlich, bei dem eine erste Wicklungslage 15 auf dem Trommelkern 7 annähernd fertig gestellt ist. Das Eingriffsrad 43 läuft auf dem zylindrischen Trommelkern 7 ab, wobei die von der Rückstelleinrichtung 61 erzeugte axiale Rückstellkraft die gerade zuvor gelegte Wicklungsschleife 17 axial gegen die benachbarte Wicklungsschleife 17 drückt. Bevor nun die letzte Wicklungsschleife 17 der ersten Wicklungslage 15 abgeschlossen wird, gelangt das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 in einen Rolleingriff mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a. Mit Fortlauf des Wicklungsvorgangs wird das Kontaktrad horizontal ausgelenkt, wodurch das Steuersignal des Kontaktgebers 37 an eine nicht näher dargestellte Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung gesendet wird. Diese veranlasst nach Erhalt des Steuersignals ein vertikales Anheben des Verlegearms 27, indem der Stellroboter 71 den Träger 23 und dessen Schiene 51 in Anheberichtung A im Wesentlichen um nicht mehr als die Stärke des Kunststoffrohrs 3 anhebt, wobei der nicht näher dargestellte vertikale Schwenkschlag den Verlegearm 27 in vertikaler Anheberichtung mitnimmt, um das wickeltrommelseitige Ende 33 des Verlegearms 27 um etwas mehr als die Außendurchmesserstärke des Kunststoffrohrs 3 über die gerade beendet Wicklungslage 15 anzuheben. Dieser Betriebszustand des angehobenen wickeltrommelseitigen Endes 33 ist in den Figuren 3a und 3b ersichtlich, ebenso der ausgelenkte Kontaktgeber 37. In der axialen Endposition des wickeltrommelseitigen Endes 33 des Verlegearms 27 besteht vorübergehend kein Kontakt zwischen dem Eingriffsrad 43 und dem Kunststoffrohr 3. Durch kontinuierliches Weiterwickeln wird das Kunststoffrohr 3 in die noch verbleibende Wicklungslücke zum Seitenflansch 11a gelegt, bis sich die erste Wicklungsschleife der "neuen" Wicklungslage 15 bildet. Zuerst gelangt der frei

zugängliche Seitenbereich des Eingriffsrads 43 in einem Lateralkontakt K mit der Lateralseite 18 der ersten Wicklungsschleufe 17 der neu zu legenden Wicklungslage 15, wobei die Abrollfläche des Eingriffsrads 43 kurzfristig noch entfernt von der bereits fertig gelegten Wicklungslage 15 angehoben ist. Erst nachdem die erste Wicklungsschleufe 17 das Eingriffsrad 43 in Verlegrichtung V mitnimmt, senkt sich das Eingriffsrad 43 ab, so dass dessen Abrollfläche in Rollkontakt mit der vollständig gelegten Wicklungslage 15 gelangt. Dieser Betriebszustand ist in den Figuren 4a und 4b ersichtlich, bei dem das Eingriffsrad 43 einerseits in Rollkontakt mit der gerade gelegten Wickellage 15 steht, andererseits sich mit dessen unbedeckten Seitenbereich in Lateralkontakt K mit der Lateralseite 18 der ersten Wicklungsschleufe 17 vorspannend befindet. In diesem Betriebszustand ist der Verlegearm 27 bereits wieder in Axialrichtung relativ zum Träger 23 verrückt, wodurch die Rückstellrichtung 61 die Rückstellkraft erzeugt, die das Eingriffsrad 43 gegen die gerade gelegte Wickelschleufe 17 drückt. Dass der Verlegearm 27 bereits von der axialen Endposition weg ausgelenkt ist, ist auch an der Position des Kontaktrads des Kontaktgebers 37 ersichtlich, der sich wieder in dem passiven Betriebszustand befindet und nicht mehr im Rollkontakt mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a steht.

[0103] In Figur 6 ist ersichtlich, dass der Verlegearm 27 bei seiner in Figur 6 dargestellten axialen Endstellung zu der horizontalen Radialrichtung H_R in einem Anstellwinkel α geneigt ist, gemäß dem der Verlegearm 27 ausgehend von dessen wickeltrommelseitigem Ende 33 von dem rechten Seitenflansch 11a weg hin zur Wickeltrommelmitte geneigt ist. Dies stellt sicher, dass das Kontaktrad des Kontaktgebers 37 ausreichend Raum für ein Ausschwenken hat, um das Steuersignal zu erzeugen und abzugeben, ohne dass das Ende 33 des Verlegearms 27 in Kontaktkonflikt mit der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a, 11b kommt.

[0104] Im Verlauf der axialen Verlegebewegung von dem rechten Seitenflansch 11a hin zum linken Seitenflansch 11b nimmt ein (positiver) Anstellwinkel α ab, so dass etwa in axialer Mitte der Wickeltrommel 5 die Längserstreckung des Verlegearms 27 mit der horizontalen Radialrichtung H_R zusammenfällt, während der Verlegearm 27 in der gegenüberliegenden axialen Verlegeendposition in einem (negativen) Anstellwinkel α insbesondere gleicher Größe ebenfalls hin zur Mitte der Wickeltrommel 5 geneigt ist. Auch in dieser Stellung kann der Kontaktgeber 37 sicher auslösen, indem das Kontaktrad seitlich ausgeschwenkt wird.

[0105] Bei beiden axialen Verlegeendpositionen des Verlegearms 27 tritt der sich in Radialrichtung erstreckende Seitenflansch 11a, 11b nicht in Bewegungskonflikt mit dem dazu geneigten Verlegearm 27.

[0106] Die bereits erwähnte, nicht näher dargestellte, insbesondere am Tragwerk 30 unterbringbare Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung kann insbesondere ausschließlich dafür eingesetzt werden, die Winkel-

geschwindigkeit der Wickeltrommel 5 in Abhängigkeit der Radial- und/oder Axialposition der Führung (des Verlegearms 27), insbesondere dessen wickeltrommelseitigen Endes 33, einzustellen. Es sei klar, dass die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung auch die oben genannten Steuerungsfunktionen übernehmen kann. Vorzugsweise ist die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung mit der Basisplatte 55 fest verbunden. Es können allerdings auch andere Befestigungsorte für die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung in Betracht kommen.

[0107] Beim wendelgemäßen Verlegen des Kunststoffrohrs 3 auf die Wickeltrommel 5 wird das vorlaufende Ende des Kunststoffrohrs zuerst durch eine Öffnung im Seitenflansch 11 der Wickeltrommel 5 durchgefädelt und unmittelbar anliegend an der Innenseite 41 des Seitenflansches 11a, 11b manuell mittels einer Bedienperson für die erste Wickellage bei einer geringen Winkelgeschwindigkeit (siehe Figur 11; START) aufgewickelt, wobei die Winkelgeschwindigkeit U allmählich zunimmt.

[0108] Bevor die Wicklung beginnt, wird die Wegerfassung des Verlegearms 27 in der Steuerungs- und/oder Regeleinrichtung initialisiert, nämlich auf "0" gestellt. Ab dieser Initialisierung des Verlegeprozesses (bei START gemäß Figur 11) beginnt eine insbesondere kontinuierliche Erfassung der Position des Verlegearms 27. Nachdem erste Wicklungen der Wickellage 15 (bspw. siehe Figur 1) an dem Trommelkern 7 aufliegen, wird die Wickelgeschwindigkeit U auf eine maximale Wickelgeschwindigkeit U_{\max} erhöht, so dass ab einer variierbaren oder vorab festeingestellten Stellposition X_1 für die erste Wickellage 15 die maximale Wickelgeschwindigkeit U_{\max} erreicht ist. Während des wendelmäßigen Verlegens der Wickellage 15 im sogenannten axialen Mittelbereich C der Wickeltrommel 5 (siehe Figur 6), der zwischen X_1 und X_2 , X_5 und X_6 , (Fig. 11) beziehungsweise zwischen den axialen Stellpositionen P_a und P_b , (Fig. 6) liegt, soll die maximale Wickelgeschwindigkeit U_{\max} konstant gehalten werden (siehe Figur 11).

[0109] Es sei klar, dass die richtige Winkelgeschwindigkeit der Wickeltrommel 5 für den Wicklungserfolg maßgeblich ist. Selbstverständlich kann auch der Regelungsprozess anhand der Umfangsgeschwindigkeit an der jeweiligen Wicklungslage 15 angepasst werden. In der Figurenbeschreibung wird der Einfachheit halber auf die Wicklungsgeschwindigkeit als Regelungsgröße Bezug genommen.

[0110] Erreicht der Verlegearm 27, aus dem Stellmittelbereich C kommend, die vorbestimmte axiale Stellposition X_2 , beziehungsweise P_a oder P_b , welche beispielsweise anhand der Erfassung der axialen Position des Verlegearms 27 oder mittels Erfassung der bereits aufgewickelten Wickelgutlänge ermittelt werden kann, löst die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung eine sogenannte Seitenflansch- oder Wendeoperation aus, bei der zuerst die Winkelgeschwindigkeit kontinuierlich allmählich reduziert wird, nämlich bis auf eine minimale

Winkelgeschwindigkeit U_{\min} , die während der weiteren heiklen Wandoperation (X_3 - X_4) konstant gehalten werden soll (Fig. 11). Ist die Wandoperation abgeschlossen (bei X_4), insbesondere bei Erreichen einer Stellposition nach dem Bewegungsstart des Verlegearms 27 zum gegenüberliegenden (verlegearmfernen) Seitenflansch 11a oder 11b der Wickeltrommel 5, nimmt die Wickelgeschwindigkeit zwischen X_4 und X_5 gemäß der vorherigen Wickelgeschwindigkeitsabnahme zwischen X_2 und X_3 kontinuierlich stetig zu und erreicht in der Stellposition X_5 , die vorbestimmt oder während des Wicklungsprozess errechnet sein kann, die maximale Winkelgeschwindigkeit U_{\max} .

[0111] Es ist klar, dass in Figur 11 nicht die Richtung der die axialen Bewegung des Verlegearms 27 dargestellt ist, sondern nur die Wickelgeschwindigkeit U abhängig von einem absoluten, axialen Stellwegbetrag $|X|$ ab dem START. Die axiale Bewegungsrichtung des Verlegearms 27 wechselt bei den jeweiligen Stellpositionen X' , X'' , an deren Ablauf die minimale Winkelgeschwindigkeit U_{\min} konstant bleibt.

[0112] Im allgemeinen können die Stellpositionen entweder durch Eingabe in die Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung vorbestimmt eingegeben werden, oder während des Wicklungsprozess errechnet und je nach Wicklungsfortschritt geändert werden.

[0113] In Figur 12 ist die Wendeoperation anhand eines Weg-Zeit-Diagramms illustriert, bei der die axiale Verlagerung X gegenüber der Zeit t dargestellt ist. In dem Augenblick, wenn die Wendeoperation durch die Führung, den Verlegearm 27, erreicht wird, ist der Zeitpunkt t_0 maßgeblich. Gemäß Figur 12 ist vor dem Erreichen des Wendezeitpunkts t_0 eine gestufte Graphenform ersichtlich, bei der das schrittweise Nachrücken des Verlegearms 27 in Axialrichtung gegenüber der voreilenden Wicklungslage während des normalen Wickelvorgangs verdeutlicht sein soll. Es sei klar, dass keine Stufenform notwendig ist, sondern auch andere insbesondere gekrümmte Bahnverläufe möglich sind. Es ist festzustellen, dass axiale Rückstellkräfte, welche den Verlegearm 27 gegen die freie Lateralseite 18 der letzten Wicklungsschleife drücken lassen, aufgebaut werden, indem der Verlegearm 27 relativ zum Träger 23 der Führung in Axialrichtung X durch den Wicklungsfortschritt vorverlagert wird; die sich wendelgemäß axial aufbauende Wicklung drückt den Verlegearm 27 gegen die innerhalb der Führung wirkende, elastische Vorspanneinrichtung, wodurch sich wegen der Relativbewegung elastische Rückstellkräfte aufbauen.

[0114] Bei Erreichen der Wendeoperation X_0 zum Zeitpunkt t_0 wird die Wendeoperation ausgelöst. Wird die Wendeoperation X_0 erreicht, veranlasst die Steuerungs- und/oder Regeleinrichtung eine vertikale Freifahrt des Verlegearms 27 von der Wickeltrommel 5 weg, wobei erfahrungsgemäß ein radiales Freifahren von 30 mm ausreicht, um maximale Radialumwuchten des Trommelkerns 7 der Wickeltrommel 5 auszugleichen. Wesentlich bei der Freifahrt des Verlegearms 27 ist es, das trom-

melseitige Ende 33 stets kontaktlos zur zuletzt gelegten Wicklungslage 15 zu stellen. Während der radialen Freifahrtzeit t_0 bis t_1 , gemäß der etwa 0,8 Umdrehungen der Wickeltrommel 5 zurückgelegt werden, wird der Verlegearm 27 nicht in Axialrichtung verlagert und verbleibt an der Wendeoperation X_0 . Bis zum Zeitpunkt t_1 ändert sich die axiale Wegstrecke (X) nicht.

[0115] Figur 11 und Figur 12 stehen insofern in Zusammenhang, als die Wendeoperation X_0 gemäß Figur 12 im Wesentlichen der Position X_2 oder X_6 gemäß Figur 11 entspricht. Während des Zeitraums t_0 bis t_1 , währenddessen der Verlegearm 27 an der Wendeoperation X_0 (X_2 bzw. X_6) verharrt, bleibt noch die Winkelgeschwindigkeit U unverändert.

[0116] Ab dem Ende der Freifahrt t_1 wird der Träger 23 und damit der Verlegearm 27 (dessen Ende 33 nicht mehr an der gelegten Wicklungslage aufliegt) weiter in axialer Richtung hin zum Seitenwandflansch 11a, 11b der Wickeltrommel 5 vorgerückt, um ein vollständiges Anliegen des wickeltrommelseitigen Endes 33 des Verlegearms 27 an dem Seitenwandflansch 11a, 11b stets während des gesamten Umlaufs der Wickeltrommel 5 sicherzustellen. Der axiale Vorrückweg ist in Figur 12 mit X_0 bis X_1 verdeutlicht. Nach Abschluss des Vorrückens zum Zeitpunkt t_2 kann die Wickeltrommel 5 um etwa 0,4 Umdrehungen weitergedreht sein.

[0117] Zum Zeitpunkt t_1 (an der Wendeoperation X_0 (X_2 bzw. X_6 gemäß Figur 11)), wird die Geschwindigkeit für das weitere Vorrücken der Führung reduziert.

[0118] Ab dem Ende des Vorrückens (t_2 , X_1) kann eine Positionskorrektur des Verlegearms 27 bzw. des Trägers 23 durchgeführt werden, um beispielsweise die Rückstellkräfte in der Schienen-Schlitten-Lagerung einzustellen oder die Position des Verlegearms 27 relativ zur Wickeltrommel 5 zu verändern. Die Korrekturphase kann etwa 0,6 Umdrehungen der Wickeltrommel 5 dauern.

[0119] Zum Ende der Korrektur t_3 wird die Führung, nämlich der Träger 23 samt dem Verlegearm 27, in zur Hin-Verlegebewegungsrichtung entgegengesetzten Her-Verlegebewegungsrichtung gestellt, um den Verlegearm 27 bezüglich des Seitenwandflansches 11a, 11b der Wickeltrommel 5 kontaktlos zu stellen. Dabei ist der Zurückerückweg etwa gleich dem Vorrückweg, kann allerdings auch größer oder kleiner realisiert werden, so dass sichergestellt ist, dass das wickeltrommelseitige Ende 33 des Verlegearms 27 nicht mehr in dem Kontaktbereich des Seitenwandflansches 11a, 11b der Wickeltrommel 5 gelangt. Die Zurückerückung kann etwa 0,2 Umdrehungen der Wickeltrommel 5 dauern. Zum Ende der Zurückerückung t_4 wird der Verlegearm 27 wieder zurück auf die bereits verlegte Wicklungslage 15 abgesenkt und kommt damit in Rollkontakt. Während des Absenkens des Verlegearms 27 bis zum Zeitpunkt t_5 bleibt der Träger 23 des Verlegearms 27 in der axialen Position, welche insbesondere einer Neutralposition entspricht, in der keine Rückstellkräfte wirken. Zum Zeitpunkt t_5 gelangt die neu gelegte Wicklungsschleife in den seitlichen Anlagelkontakt mit dem Eingriffsrad 43 und nimmt den

Verlegearm 27 in Her-Verlegebewegungsrichtung mit, was durch die sich nach unten neigende Graphenform repräsentiert sein soll. Um die Rückstellkräfte nicht zu groß werden zu lassen, wird, wie oben beschrieben ist, der Träger 23 relativ zum anliegenden Verlegearm 27 durch den Stellroboter 71 nachgeführt. Frühestens zum Zeitpunkt t_5 soll mit der Änderung der Winkelgeschwindigkeit auf U_{\max} begonnen werden, um eine möglichst schnelle Wicklung längs des Trommelkerns 7 zu erreichen.

[0120] Im allgemeinen bezieht sich die axiale Verlagerung X auf die Stellbewegung des Trägers 23, wobei die Verlagerung des Trägers 23 durch den Stellroboter 71 und die flexible Verstellung des Verlegearms 27 aufgrund der Gleitlagerung an dem Träger 23 und des Wickelfortschritts in dem Fall etwa gleich ist" wenn der Verlegearm 27 sich nicht an dem Seitenwandflansch 11a, 11b der Wickeltrommel 5 oder der Lateralseite der letzten Wicklungsschleife abstützt.

[0121] In den Figuren 13 bis 18 sind Details einer bevorzugten Ausführung des erfindungsgemäßen Verlegearms 27 dargestellt, wobei für ähnliche oder identische Bestandteile des Verlegearms 27, der vorher anhand der vorherigen Figuren beschrieben wurde, die gleichen Bezugszeichen verwendet werden, um die Lesbarkeit der Figurenbeschreibung zu erleichtern.

[0122] Der Verlegearm 27 umfasst drei Hauptbestandteile, nämlich die Arm-Basis 28, an der das Wickelgut eingeführt wird, das wickeltrommelseitige Ende 33, an dem das Wickelgut abgegeben wird, sowie ein dazwischenliegendes langgestrecktes Tragwerk 30, das den Großteil des Verlegearms 27 bildet. Das wickeltrommelseitige Ende 33 ist lösbar und austauschbar über Schnittstellen 110, 111 mit dem Tragwerk 30 verbunden. Auf diese Weise reicht es aus, bei Änderung der Dimension des Wickelguts lediglich das wickeltrommelseitige Ende 33 gegen ein dimensions-angepasstes auszutauschen, während alle anderen Bestandteile (28, 30) des Verlegearms 27 beibehalten werden können. Diese anderen Bestandteile sind unabhängig von der Dimension des Wickelguts ausgeführt. Lediglich das wickeltrommelseitige Ende 33 ist wickelgutspezifisch aufgrund des Kontaktgebers 37, der im Folgenden als alternative Ausführung erläutert wird, und der Wickelgutabgabe 34 ausgeführt.

[0123] Wie aus den Figuren 13 bis 18 ersichtlich ist, ist der Kontaktgeber 37 in einer alternativen Ausführung ohne Kontaktrad ausgebildet, aber mit an der Seitenflanschwand 11a, 11b schleifend ablaufenden Betätigungsvorsprüngen 101a, 101b realisiert. Die Betätigungsvorsprünge 101a, 101b sind Teil einer geschlossenen Bügel- oder Ringstruktur des Kontaktgebers 37, die bei Draufsicht eine Dreiecksform mit zwei gleich langen Langschenkeln aufweist, die in einem Winkel von jeweils etwa 15° zur Längserstreckungsrichtung des Verlegearms 27 liegen. Die Langschenkel erstrecken sich zu einem verbindenden stirnseitigen Kurzschenkel, der das freie Ende des Kontaktgebers 37 und des wickeltrom-

melseitigen Endes 33 bildet. Ecken der dreieckigen Ringstruktur sind abgerundet.

[0124] Die Betätigungsvorsprünge 101a, 101b sind samt der Ringstruktur um eine sich in Vertikalrichtung erstreckenden Schwenkachse 100 schwenkbar gelagert, so dass die jeweiligen Betätigungsvorsprünge 101a, 101b jeweilige mit der jeweiligen Seitenwandflansch 11a, 11b schwenkend derart einfahrbar sind, dass deren Eckbereich auf Höhe der Außenfläche des Anlagebereichs 38a, 38b liegt und kein Abstand seitlich über die Außenfläche vorsteht. In dieser Freigabestellung des jeweiligen Betätigungsvorsprungs berührt der Anlagebereich 38 des wickeltrommelseitigen Endes 33 des Verlegearms 27 die Innenseite der jeweiligen Seitenflanschwand 11a, 11b. Wird der Verlegearm 27 von der jeweiligen Seitenflanschwand 11a, 11b weg bewegt und der Anlagebereich 38 freigegeben, so gelangt die Ringstruktur des Kontaktgebers 37 selbständig in dessen mittleren, unbetätigten Stellung (s. Fig. 13-18) mittels eines nicht näher dargestellten Zwangsmittels, wie einer Feder, vorzugsweise einer Drehfeder. Die Federvorspannung kann an der Ringstruktur direkt angreifen oder an einem Getriebeteil, wie der Schwenkachse 100, etc.

[0125] Der Kontaktgeber 37 ist mit einem Winkelgetriebe 103 ausgestattet, um die Schwenkbewegung der vertikalen Schwenkachse 100, die starr mit der Ringstruktur gekoppelt ist, in eine Schwenkbewegung um eine sich in Längserstreckungsrichtung des Verlegearms 27 erstreckenden Übertragungswelle 105 zu übertragen. Die Übersetzung des Winkelgetriebes 103 zur Übertragung der Schwenkbewegung ist vorzugsweise 1:1.

[0126] An die Übertragungswelle 105 ist ein am Tragwerk 30 angeordneter Signalgeber (nicht dargestellt) gekoppelt, der nach Bewegungsbeginn oder nach Überschreitung einer vorbestimmten Schwenkamplitude der Ringstruktur ein elektrisches Steuersignal ausgibt, um der Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung mitzuteilen, dass die Wendeoperation zu initiieren ist. Das Steuersignal kann unmittelbar bei Schwenkbeginn ausgelöst werden oder erst verzögert nach Erreichen einer vorbestimmten Schwenkamplitude.

[0127] Die Übertragungswelle 105 ist zweigeteilt, wobei der wegsensorseitige Wellenabschnitt 107 mit dem tragwerk(30)seitigen Wellenabschnitt 109 mittels einer lösbaren Klauenkupplung 110 gekoppelt ist, die ein Demontieren des vorderen und hinteren Wellenabschnitts 107, 109 voneinander zulässt. An den Wellenabschnitt 109 schließt der Signalgeber an. Neben der Klauenkupplung 110 bilden auch die Führungs- und Halteplatten 31b und 31a eine trennbare Schnittstelle 111, um einen der Wickeltrommel 5 zugewandten Gehäuseplattenabschnitt von einem basisseitigen Gehäuseplattenabschnitt zu trennen.

[0128] Die Montageschnittstellen (110, 111) erlauben, das wickeltrommelseitige Ende 33 samt dessen Funktionselemente, wie die Wickelgutabgabe 34, Abgaberäder 35, Kontaktgeberteile sowie die mechanische Kommu-

nikation des Kontaktgebers 37 hin zu dem Signalgeber abzukoppeln, um die erfindungsgemäße Vorrichtung und insbesondere den Großteil des erfindungsgemäßen Verlegearms 27 je nach Einsatz für ein bestimmtes dimensioniertes Wickelgut anpassen zu können. Es zeigte sich, dass diejenigen Bestandteile im Transportraum 32 diesseits der Montageschnittstellen (110, 111) für eine Vielzahl von unterschiedlich großen Wickelgütern auslegbar sind, aber das wickeltrommelseitige Ende 33 bezüglich der Dimensionierung wickelgutspezifisch anzupassen ist. Insbesondere die Wickelgutabgabe 34 und die von dem Anlagebereich 38 vorstehenden Betätigungsvorsprünge 101a, 101b sind an die Wickelgutstärke anpassbar.

[0129] Besonders vorteilhafterweise ist die rein mechanische Realisierung des Kontaktgebers 37 bis hin zum Signalgeber auf der Basis von lösbaaren Kupplungen, wie der Klauenkupplung 110, so dass keine elektronische Signalübertragung zwischen dem wickeltrommelseitigen Ende 33 und der trägerseitig angeordneten Steuerungs- und/oder Regelungseinrichtung notwendig ist. Auf diese Weise lässt sich ein Austausch des wickeltrommelseitigen Endes 33 rein mechanisch erledigen, wodurch auch unerfahrenes Bedienpersonal einen Wechsel des wickeltrommelseitigen Endes 33 zum Einstellen des Verlegearms 27 an das zu wickelnde Wickelgut durchführen kann.

[0130] Die in der vorstehenden Beschreibung, den Figuren und den Ansprüchen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Realisierung der Erfindung in den verschiedenen Ausgestaltungen von Bedeutung sein.

Bezugszeichenliste

[0131]

1	Wickelungsvorrichtung
3	Kunststoffrohr
5	Wickeltrommel
7	Trommelkern
11a, 11b	rechter und linker Seitenflansch, Seitenwandflansch
13	Rotationsachse
13'	Axialrichtung
15	Wickelungslage
17	Wickelungsschlaufe
18	Lateralseite von 3
21	Aufnahme
23	Träger
25	Laufrollenpaare
27	Verlegearm
28	Verlegearmbasis
29	Verlegeschwert oder -lanze
30	Tragwerk
31a, 31b	Führungs- und Halteplatten
32	Transportraum
33	wickeltrommelseitiges Ende

34	Wickelgutabgabe
35	Abgaberollen
36	Wegsensor
37	Kontaktgeber
5 38	Anlagebereich
41	Innenseite
43	Eingriffsrad
45	Federdämpfungseinheit
47	Vorsprung
10 51	Schiene
53	Schlitten
55	Basisplatte
57	Profilträger
61	Rückstelleinrichtung
15 63, 65	pneumatische Aktoren
67	Wirbelstrombremse
71	Stellroboter
72	Zahnriemen
100	Schwenkachse
20 101a, 101b	Betätigungsvorsprung
103	Winkelgetriebe
105	Übertragungswelle
107	Übertragungswelle
109	Wellenabschnitt
25 110	Klauenkupplung
111	Plattenschnittstelle
α	Anstellwinkel
α'	Neigungswinkel
A	Anheberichtung
30 B	Referenzboden
C	Axialer Mittelbereich
D	Drehachse
H_R	horizontale Radialerstreckung
K	Lateralkontakt
35 M	Drehrichtung von 5
S	Kippachse
V	Verlegerichtung
W	Hin- und Herverlegeweg

40

Patentansprüche

1. Verlegearm (27) für eine Vorrichtung (1) zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts (3), wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres, auf eine drehangetriebene Wickeltrommel (5), wobei der Verlegearm (27) das Wickelgut (3) der Wickeltrommel (5) bei einer Hin- und Herverlegebewegung des Verlegearms (27) übergibt und umfasst: an dessen wickeltrommelseitigen Ende (33) jeweils einen einem Seitenwandflansch (11a, 11b) der Wickeltrommel (5) zugewandten Anlagebereich (38), an dem der Verlegearm (27) in Anlagekontakt mit dem jeweiligen Seitenwandflansch (11a, 11b) kommt, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Verlegearm (27) einen an dem wickeltrommelseitigen Ende (33) angeordneten Wegsensor (36) aufweist, wie einen Kontaktgeber (37), der zumindest bei Errei-

- chen wenigstens einer vordefinierten Position des wickeltrommelseitigen Endes (33) ein Steuersignal, wie ein Wendeeoperationsauslösesignal, abgibt und im Bereich jedes Anlagebereichs (38) jeweils einen Betätigungsvorsprung (101a, 101b) aufweist, der in einer unbetätigten Stellung von dem jeweiligen Anlagebereich (38) in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vorsteht und derart beweglich an dem Verlegearm (27) gelagert ist, dass der jeweilige Betätigungsvorsprung (101a, 101b) in einer Freigabestellung den jeweiligen Anlagebereich (38) für den Anlagekontakt freigibt.
2. Verlegearm (27) nach Anspruch 1, bei dem in der Freigabestellung der betreffende Betätigungsvorsprung (101a, 101b) bei Vertikalbetrachtung in den Verlegearm (27) eingefahren ist.
 3. Verlegearm (27) nach Anspruch 2, wobei eine Betätigungsaußenseite des Betätigungsvorsprungs (101a, 101b) in einem Schleifkontakt mit dem Seitenwandflansch (11a, 11b) gelangt und/oder der Betätigungsvorsprung (101a, 101b) eine Betätigungsaußenseite aufweist, die an eine Außenfläche des Anlagebereichs (38) konturangepasst ist, so dass in der Freigabestellung die Betätigungsaußenseite in der Ebene der Außenfläche des Anlagebereichs (38) liegt.
 4. Verlegearm (27) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Betätigungsvorsprung (101a, 101b) wenigstens um eine halbe oder ganze Wickelgutstärke und höchstens um zwei Wickelgutstärken von der jeweiligen Anlagefläche (38) in Hin- bzw. Herverlegebewegungsrichtung vorsteht.
 5. Verlegearm (27) nach einem der vorstehenden Ansprüche, der eine Wickelgutabgabe (34) aufweist, an der das Wickelgut (3) den Verlegearm (27) hin zur Wickeltrommel (5) verlässt, wobei der Wegsensor (36) einem im wesentlichen zylindrischen Trommelkern (7) der Wickeltrommel (5) näher angeordnet ist als die Wickelgutabgabe (34) und/oder der Wegsensor (36) in Vertikalrichtung unterhalb der der Wickelgutabgabe (34) angeordnet ist.
 6. Verlegearm (27) nach einem der vorstehenden Ansprüche, der zwei parallele, sich in Längsrichtung des Verlegearms (27) erstreckende Gehäuseplatten umfasst, die einen Transportraum (32) für das Wickelgut (3) begrenzen
 7. Verlegearm (27) nach Anspruch 6, wobei der Anlagebereich (38) durch einen axialen Endabschnitt der Außenfläche der jeweiligen Gehäuseplatten gebildet ist, und/oder bei dem der Anlagebereich (38) durch eine demontierbare Verschleißscheibe, welche Verschleißscheibe jeweils an dem axialen Endabschnitt der beiden Gehäuseplatten angeordnet ist, gebildet ist.
 8. Verlegearm (27) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Kontaktgeber (37) eine relativ zum Verlegearm (27) ortsfest gelagerte Schwenkachse (100) aufweist, die in jeder Betriebsstellung des Bestätigungsvorsprungs (101a, 101b) innerhalb eines Transportraums (32) des Verlegearms (27) angeordnet ist, und/oder sich im Wesentlichen in Vertikalrichtung erstreckt und/oder bei der der jeweilige Betätigungsvorsprung (101a, 101b) des Kontaktgebers (37) im Wesentlichen in einer horizontalen Ebene verschwenkbar gelagert ist,
 9. Verlegearm (27) nach Anspruch 8, wobei ein Drehbewegungssensor auf die Schwenkachse des Kontaktgebers (37) derart zugreift, dass er nach Überschreitung einer vorbestimmten Schwenkbewegungsamplitude des jeweiligen Betätigungsvorsprungs (101a, 101b) das Steuersignal erzeugt.
 10. Verlegearm (27) nach Anspruch 8 oder 9, bei dem zur Erzeugung des Steuersignals ein Schwenkbewegungsübertragungsmechanismus innerhalb eines Transportraums (32) des Verlegearms (27) untergebracht ist, der mit einem elektrischen Signalerzeuger gekoppelt ist, der innerhalb oder außerhalb des Transportraums (32) des Verlegearms (27) angeordnet ist.
 11. Verlegearm (27) nach Anspruch 10, wobei der Schwenkbewegungsübertragungsmechanismus durch ein Winkelgetriebe (103) realisiert ist, das eine Schwenkbewegung der sich im Wesentlichen in Vertikalrichtung erstreckenden, betätigungsvorsprungsseitigen Schwenkachse des Kontaktgebers (37) an eine sich in Längsrichtung des Verlegearms (27) erstreckende Übertragungswelle (105) überträgt.
 12. Verlegearm (27) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, bei dem die betätigungsvorsprungsseitige Schwenkachse des Kontaktgebers (37) derart vorgespannt ist, dass der Betätigungsvorsprung (101a, 101b) stets von dessen jeweiligen Freigabestellung in die unbetätigte Stellung gezwungen ist und/oder bei der die Übertragungswelle (105) wenigstens zweigeteilt ist, so dass ein schwenkachsenseitiger Wellenabschnitt (107) von einem schwenkachsenerfernen Wellenabschnitt (109) zerstörungsfrei demontierbar ist.
 13. Verlegearm (27) nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem der Kontaktgeber (37) eine geschlossene Ringstruktur bildende Bügelform aufweist.

14. Verlegearm (27) nach Anspruch 13, bei der die zwei Betätigungsvorsprünge (101a, 101b) Teil der bügel-förmigen Dreieckstruktur sind, welche zumindest gleichschenkelig realisiert sind, wobei dem jeweiligen Betätigungsvorsprung (101a, 101b) nahe Eckbereiche der dreieckigen Bügelform abgerundet sind und/oder die Dreieckstruktur einen Winkel von weniger als 35° umfasst.
15. Vorrichtung zum wendelgemäßen Wickeln eines strangförmigen Wickelguts, wie eines kontinuierlich extrudierten Rohres (3) auf eine drehangetriebene Wickeltrommel (5), umfassend einen nach einem der vorstehenden Ansprüche ausgebildeten Verlegearm (27).

Claims

1. A laying arm (27) for a device (1) for helically winding a strand-shaped winding material (3), such as a continuously extruded tube, onto a rotationally driven winding drum (5), wherein the laying arm (27) transfers the winding material (3) to the winding drum (5) in response to a back and forth laying motion of the laying arm (27) and comprises: on the winding drum side-end (33) thereof in each case a contact area (38), which faces a side wall flange (11a, 11b) of the winding drum (5) and on which the laying arm (27) comes into direct contact with the respective side wall flange (11a, 11b), **characterized in that** the laying arm (27) has a distance sensor (36), such as a contactor (37), which is arranged on the winding drum-side end (33) and which outputs a control signal, such as a turning operation triggering signal, at least in response to reaching at least a predefined position of the winding drum-side end (33), and, in the area of each contact area (38) has at least one actuating projection (101a, 101b), which projects from the respective contact area (38) in the back or forth laying motion, respectively, in an inactive position and which is movably mounted on the laying arm (27) in such a way that the respective actuating projection (101a, 101b) releases the respective contact area (38) for the direct contact in a release position.
2. The laying arm (27) according to claim 1, in which the respective actuating projection (101a, 101b) is retracted into the laying arm (27) in the release position in vertical view.
3. The laying arm (27) according to claim 2, wherein an actuating outer side of the actuating projection (101a, 101b) comes into a sliding contact with the side wall flange (11a, 11b) and/or the actuating projection (101a, 101b) has an actuating outer side, which is contour-adapted to an outer surface of the contact area (38), so that in the release position, the actuating outer side is located in the plane of the outer surface (38).
4. The laying arm (27) according to one of the preceding claims, in which the actuating projection (101a, 101b) projects by at least a half or by an entire winding material thickness and maximally by two winding material thicknesses from the respective contact surface (38) in back or forth laying motion direction, respectively.
5. The laying arm (27) according to one of the preceding claims, which has a winding material delivery (34), at which the winding material (3) leaves the laying arm (27) to the winding drum (5), wherein the distance sensor (36) is arranged closer to a substantially cylindrical drum core (7) of the winding drum (5) than the winding material delivery (34) and/or the distance sensor (36) is arranged in the vertical direction below the winding material delivery (34).
6. The laying arm (27) according to one of the preceding claims, which comprises two parallel housing plates, which extend in the longitudinal direction of the laying arm (27) and which limit a transport space (32) for the winding material (3).
7. The laying arm (27) according to claim 6, wherein the contact area (38) is formed by an axial end section of the outer surface of the respective housing plates, and/or in which the contact area (38) is formed by a removable wear plate, which wear plate is in each case arranged on the axial end section of the two housing plates.
8. The laying arm (27) according to one of the preceding claims, in which the contactor (37) has a pivot axis (100), which is mounted in a stationary manner relative to the laying arm (27), which is arranged inside a transport space (32) of the laying arm (27) in every operation position of the actuating projection (101a, 101b), and/or which extends substantially in the vertical direction, and/or in which the respective actuating projection (101a, 101b) of the contactor (37) is substantially pivotably mounted in a horizontal plane.
9. The laying arm (27) according to claim 8, wherein a rotary motion sensor accesses the pivot axis of the contactor (37) in such a way that it generates the control signal after exceeding a predetermined pivoting amplitude of movement of the respective actuating projection (101a, 101b).
10. The laying arm (27) according to claim 8 or 9, in which a pivoting motion transfer mechanism is accommodated inside the transport space (32) of the laying arm (27), which is coupled to an electrical sig-

nal generator, which is arranged inside or outside of the transport space (32) of the laying arm (27), to generate the control signal.

11. The laying arm (27) according to claim 10, wherein the pivoting motion transfer mechanism is realized by means of an angular gear (103), which transfers a pivoting motion of the actuating projection-side pivot axis of the contactor (37), which extends substantially in the vertical direction, to a transfer shaft (105), which extends in the longitudinal direction of the laying arm (27).
12. The laying arm (27) according to one of claims 8 to 11, in which the actuating projection-side pivot axis of the contactor (37) is pretensioned in such a way that the actuating projection (101a, 101b) is always forced from the respective release position thereof into the inactive position, and/or in which the transfer shaft (105) is at least divided into two parts, so that a pivot axis-side shaft section (107) can be removed in a destruction-free manner from a shaft section (109), which is located at a distance from the pivot axis.
13. The laying arm (27) according to one of the preceding claims, in which the contactor (37) has a bracket shape, which forms a closed ring structure.
14. The laying arm (27) according to claim 13, in which the two actuating projections (101a, 101b) are part of the bracket-shaped triangular structure, which are realized at least in an isosceles manner, wherein corner areas of the triangular bracket-shape, which are close to the respective actuating projection (101a, 101b), are rounded, and/or the triangular structure comprises an angle of less than 35°.
15. A device for helically winding a strand-shaped winding material, such as a continuously extruded tube (3), onto a rotationally driven winding drum (5), comprising a laying arm (27) embodied according to one of the preceding claims.

Revendications

1. Bras de pose (27) pour un dispositif (1) destiné à l'enroulement en spirale d'un matériau à enrouler (3) sous forme de brin, comme un tube extrudé en continu, sur un tambour d'enroulement entraîné en rotation (5), le bras de pose (27) transmettant et comprenant le matériau à enrouler (3) du tambour d'enroulement (5) lors d'un mouvement de va-et-vient du bras de pose (27), à l'extrémité côté tambour d'enroulement (33) duquel une zone d'appui (38) tournée vers une bride de paroi latérale (11a, 11b) du tambour d'enroulement (5) vient respectivement en con-

tact d'appui sur le bras de pose (27) avec la bride de paroi latérale (11a, 11b) respective, **caractérisé en ce que** le bras de pose (27) comporte un capteur de course (36) disposé à l'extrémité côté tambour d'enroulement (33), comme un contacteur (37), qui émet un signal de commande, comme un signal de déclenchement de fonctionnement tournant, au moins en atteignant au moins une position prédéfinie de l'extrémité côté tambour d'enroulement (33) et comporte dans la zone de chaque zone d'appui (38) respectivement une saillie d'actionnement (101a, 101b), qui dépasse dans une position non actionnée de la zone d'appui (38) respective dans la direction du mouvement de pose de va-et-vient et est logé mobile sur le bras de pose (27) de telle manière que la saillie d'actionnement (101a, 101b) respective libère dans une position de libération la zone d'appui (38) respective pour le contact d'appui.

2. Bras de pose (27) selon la revendication 1, pour lequel dans la position de libération, la saillie d'actionnement concernée (101a, 101b) est rentrée, en observation verticale, dans le bras de pose (27).
3. Bras de pose (27) selon la revendication 2, un côté extérieur d'actionnement de la saillie d'actionnement (101a, 101b) parvenant dans un contact glissant avec la bride de paroi latérale (11a, 11b) et/ou la saillie d'actionnement (101a, 101b) comportant un côté extérieur d'actionnement qui est adapté au contour à une surface extérieure de la zone d'appui (38) de sorte que dans la position de libération, le côté extérieur d'actionnement se situe dans le plan de la surface extérieure de la zone d'appui (38).
4. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour lequel la saillie d'actionnement (101a, 101b) dépasse au moins de la moitié ou de toute l'épaisseur du matériau à enrouler et au maximum de deux épaisseurs de matériau à enrouler de la surface d'appui (38) respective en direction du mouvement de va-et-vient.
5. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes, qui comporte un système de distribution de matériau à enrouler (34) sur lequel le matériau à enrouler (3) quitte le bras de pose (27) vers le tambour d'enroulement (5), le capteur de course (36) étant disposé plus près d'un noyau de tambour (7) pour l'essentiel cylindrique du tambour d'enroulement (5) que le système de distribution de matériau à enrouler (34) et/ou le capteur de course (36) étant disposé en direction verticale en dessous du système de distribution de matériau à enrouler (34).
6. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes qui comprend deux pla-

- ques de boîtier parallèles, s'étendant en direction longitudinale du bras de pose (27), qui limitent un espace de transport (32) pour le matériau à enrouler (3).
7. Bras de pose (27) selon la revendication 6, la zone d'appui (38) étant formée par une section d'extrémité axiale de la surface extérieure des plaques de boîtier respectives et/ou pour lequel la zone d'appui (38) est formée par une plaque d'usure démontable, laquelle plaque d'usure est disposée respectivement sur la section d'extrémité axiale des deux plaques de boîtier.
8. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour lequel le contacteur (37) comporte un axe de pivotement (100) logé de façon fixe par rapport au bras de pose (27), qui est disposé dans chaque position de fonctionnement de la saillie d'actionnement (101a,101b) à l'intérieur d'un espace de transport (32) du bras de pose (27), et/ou s'étend pour l'essentiel en direction verticale et/ou pour lequel la saillie d'actionnement respective (101a,101b) du contacteur (37) est logée pour l'essentiel pouvant pivoter dans un plan horizontal.
9. Bras de pose (27) selon la revendication 8, un capteur de mouvement de rotation vient en prise sur l'axe de pivotement du contacteur (37) de telle manière qu'il produit le signal de commande après dépassement d'une amplitude de mouvement de pivotement prédéfinie de la saillie d'actionnement respective (101a,101b).
10. Bras de pose (27) selon la revendication 8 ou 9, pour lequel pour produire le signal de commande, un mécanisme de transmission de mouvement de pivotement est intégré à l'intérieur d'un espace de transport (32) du bras de pose (27), qui est couplé avec un générateur électrique de signaux, qui est disposé à l'intérieur ou à l'extérieur de l'espace de transport (32) du bras de pose (27).
11. Bras de pose (27) selon la revendication 10, le mécanisme de transmission de mouvement de pivotement étant réalisé par un engrenage conique (103) qui transmet un mouvement de pivotement de l'axe de pivotement du contacteur (37) côté de la saillie d'actionnement, s'étendant pour l'essentiel en direction verticale sur un arbre de transmission (105) s'étendant en direction longitudinale du bras de pose (27).
12. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications 8 à 11 pour lequel l'axe de pivotement du contacteur (37), côté de la saillie d'actionnement, est précontraint de telle manière que la saillie d'actionnement (101a,101b) est toujours contrainte par sa position de libération respective dans la position non actionnée et/ou pour lequel l'arbre de transmission (105) est divisé au moins en deux de telle manière qu'une section d'arbre (107) côté de l'axe de pivotement peut être démontée sans destruction d'une section d'arbre (109) éloignée de l'axe de pivotement.
13. Bras de pose (27) selon l'une quelconque des revendications précédentes pour lequel le contacteur (37) comporte une forme d'étrier formant une structure annulaire fermée.
14. Bras de pose (27) selon la revendication 13, pour lequel les deux saillies d'actionnement (101a,101b) font partie de la structure triangulaire en forme d'étrier, lesquelles sont réalisées au moins à branche égale, des zones angulaires de la forme en étrier triangulaire proches de la saillie d'actionnement respectives (101a,101b) étant arrondies et/ou la structure triangulaire comprenant un angle de moins de 35°.
15. Dispositif pour l'enroulement en spirale d'un matériau à enrouler en forme de brin, comme un tube extrudé en continu (3) sur un tambour d'enroulement (5) entraîné en rotation, comprenant un bras de pose (27) constitué selon l'une quelconque des revendications précédentes.

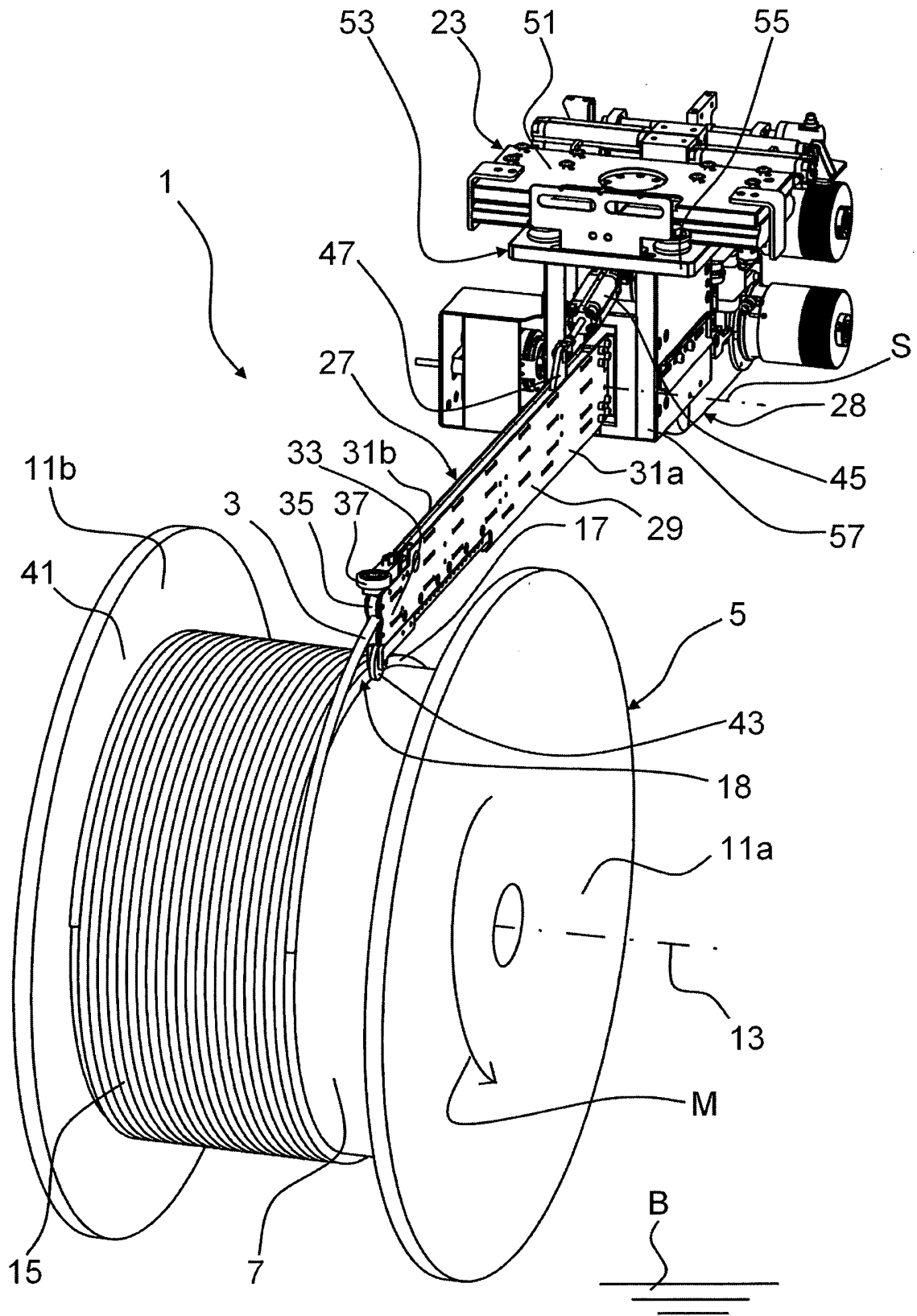


Fig. 1

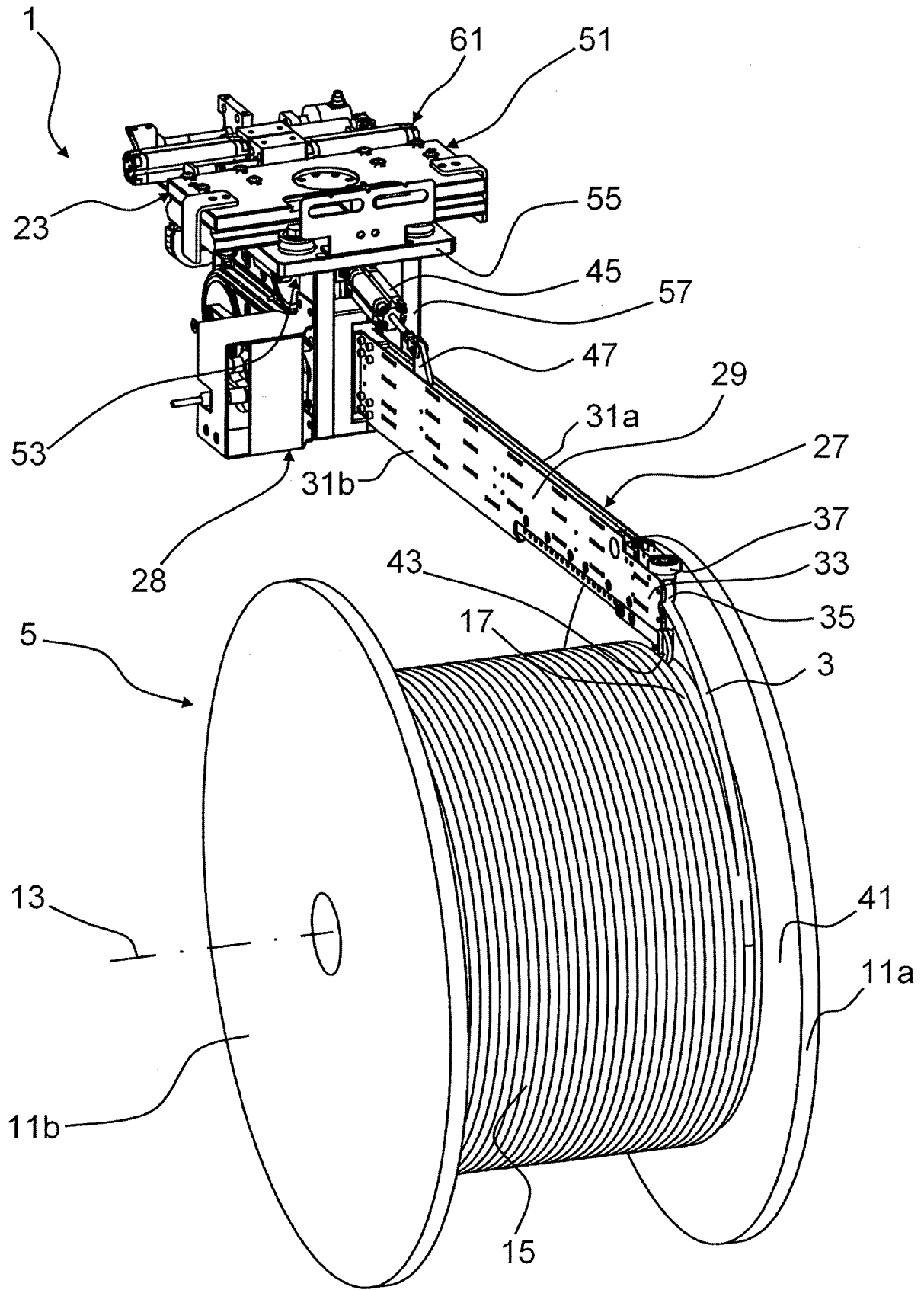


Fig. 2a

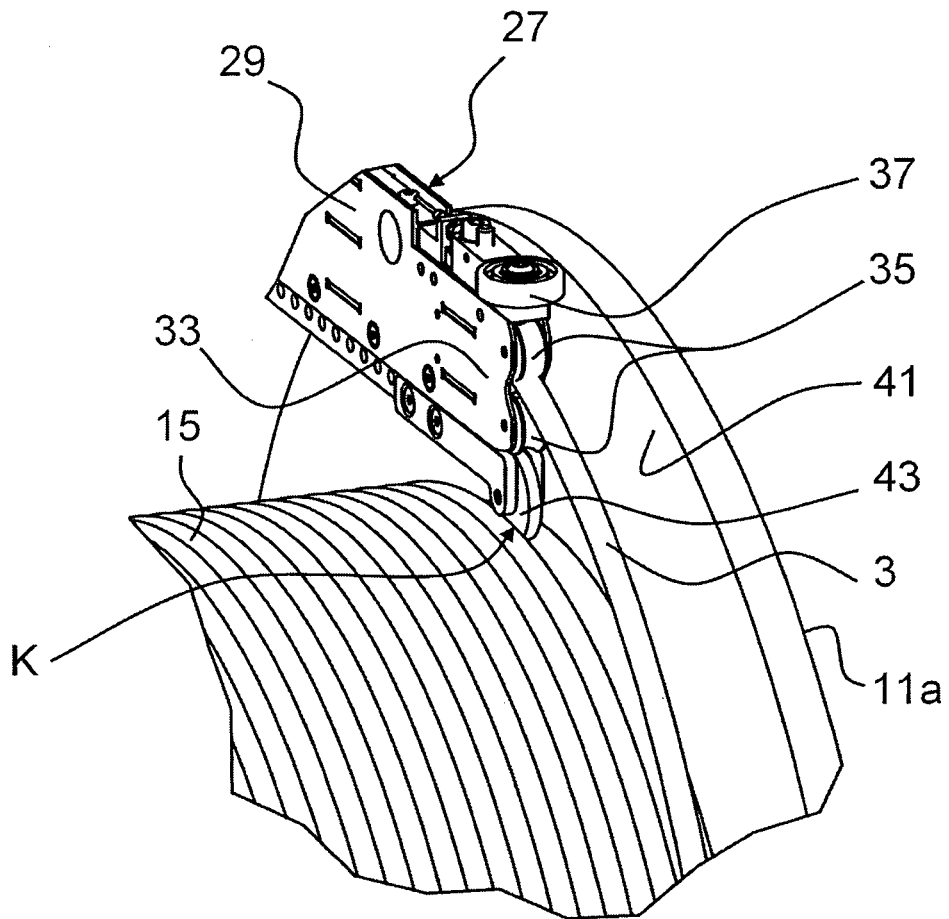


Fig. 2b

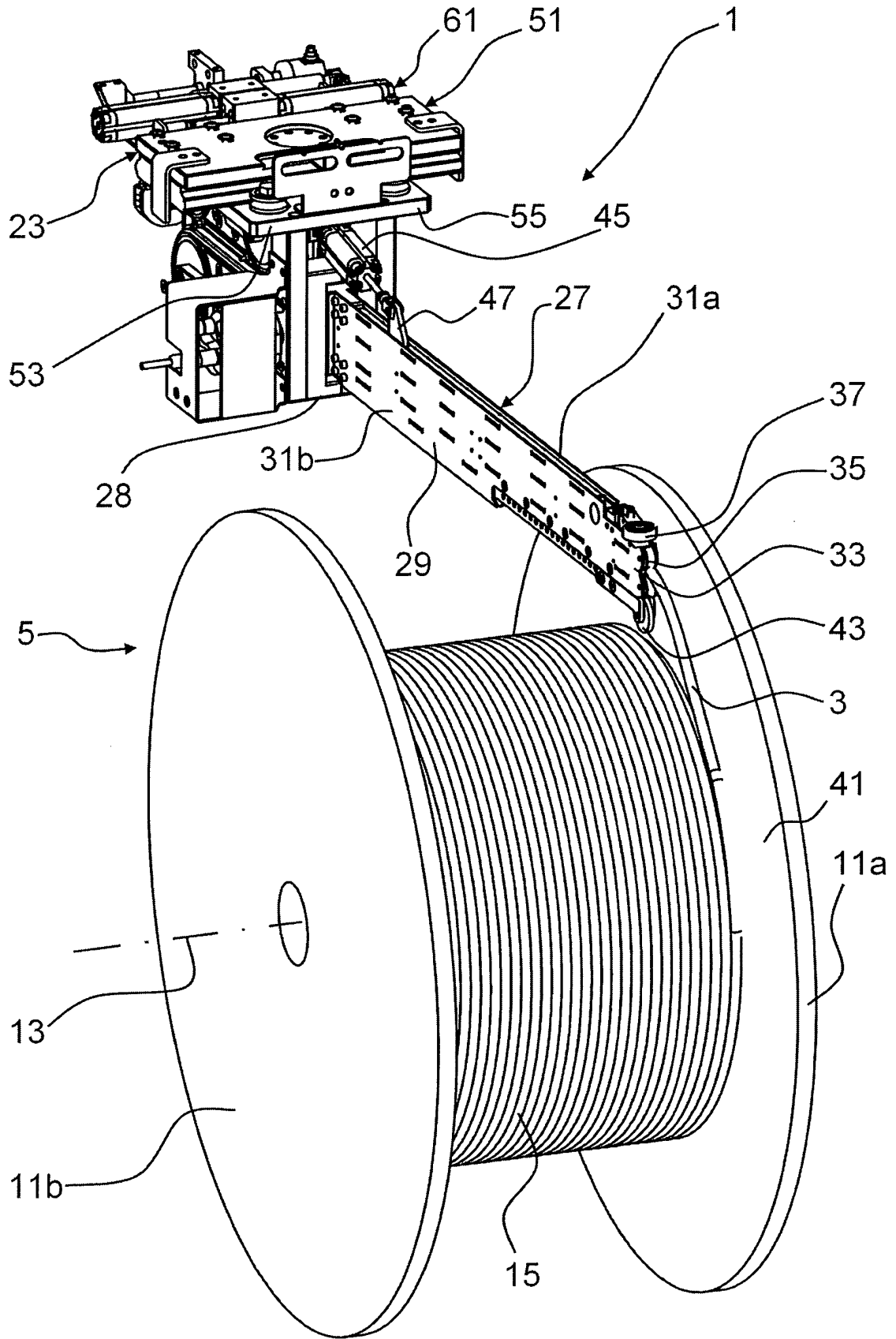


Fig. 3a

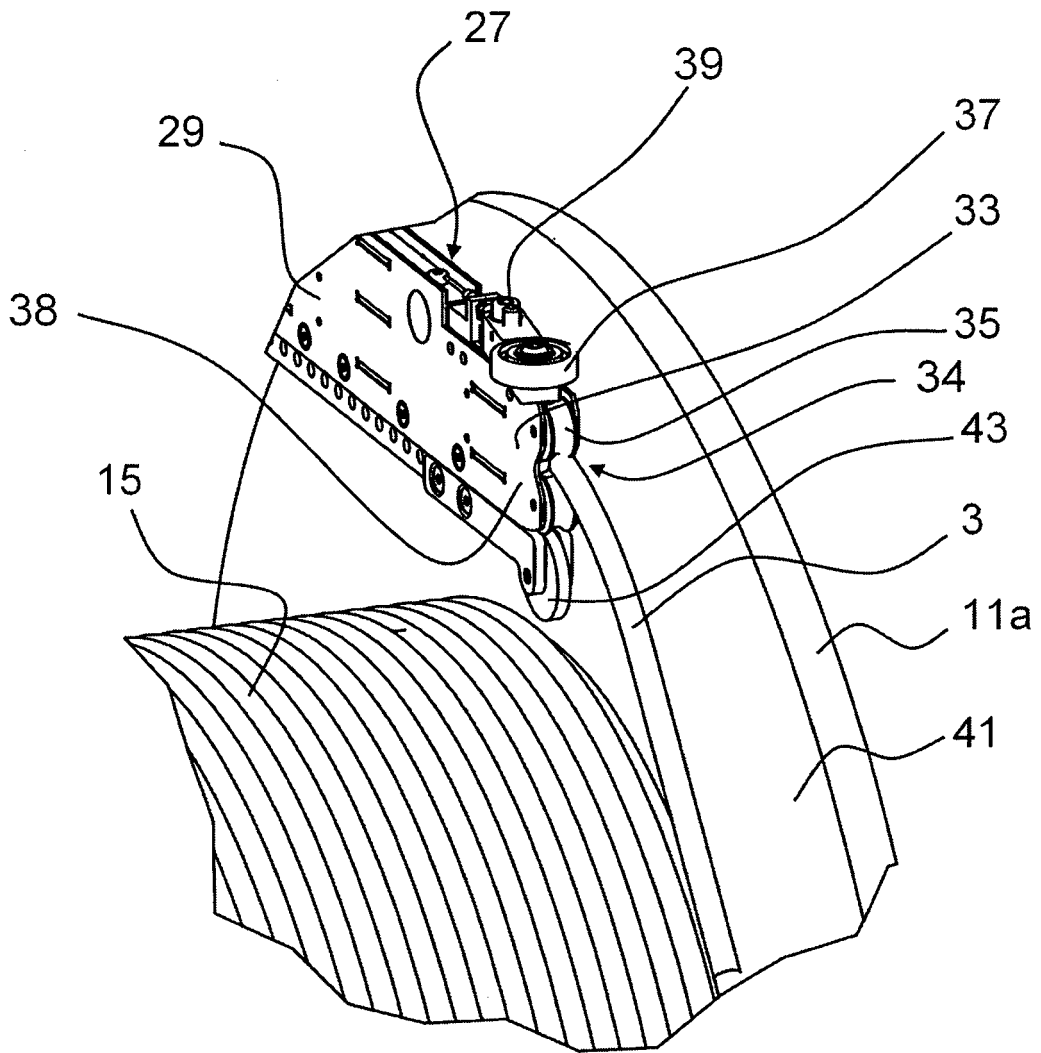


Fig. 3b

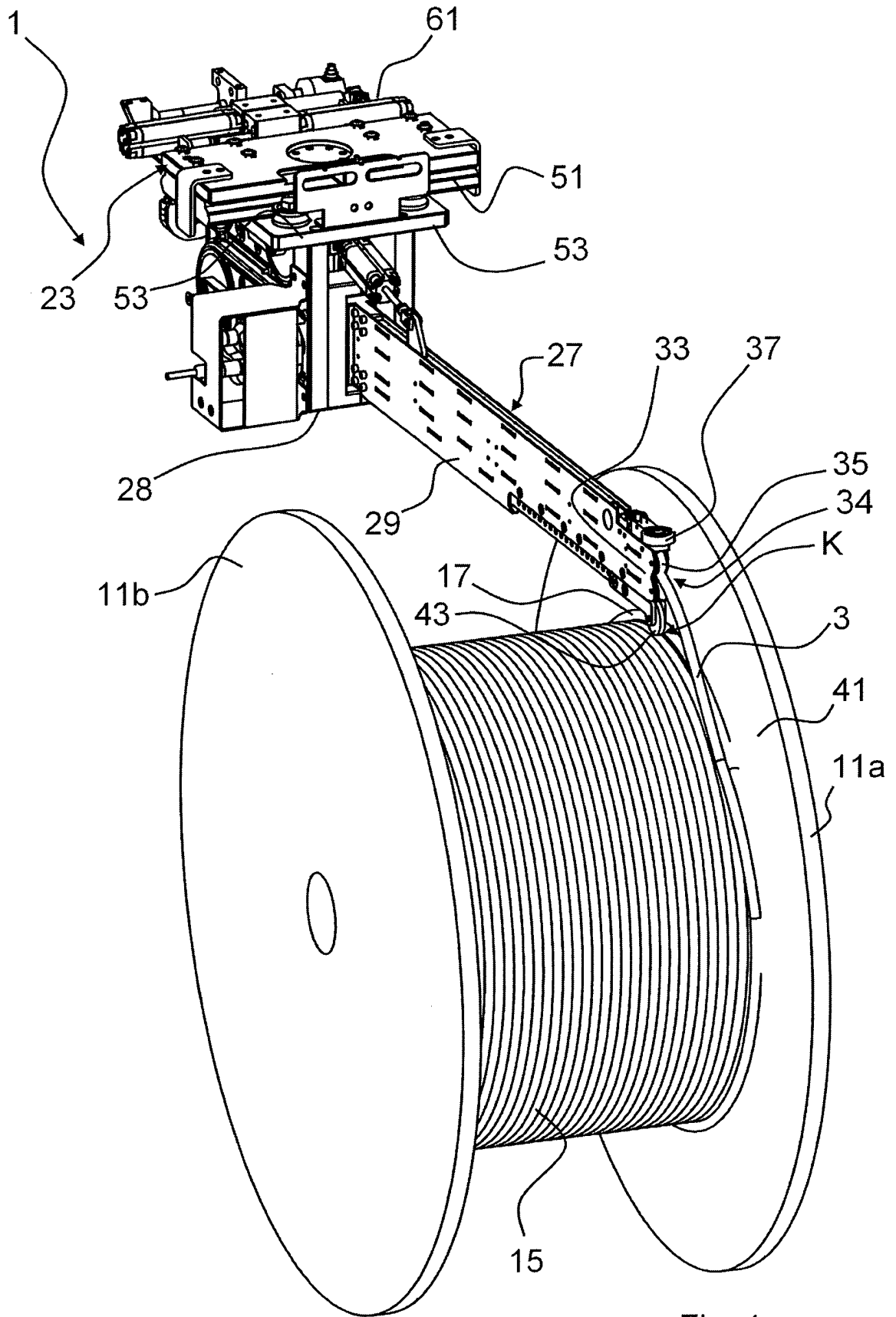


Fig. 4a

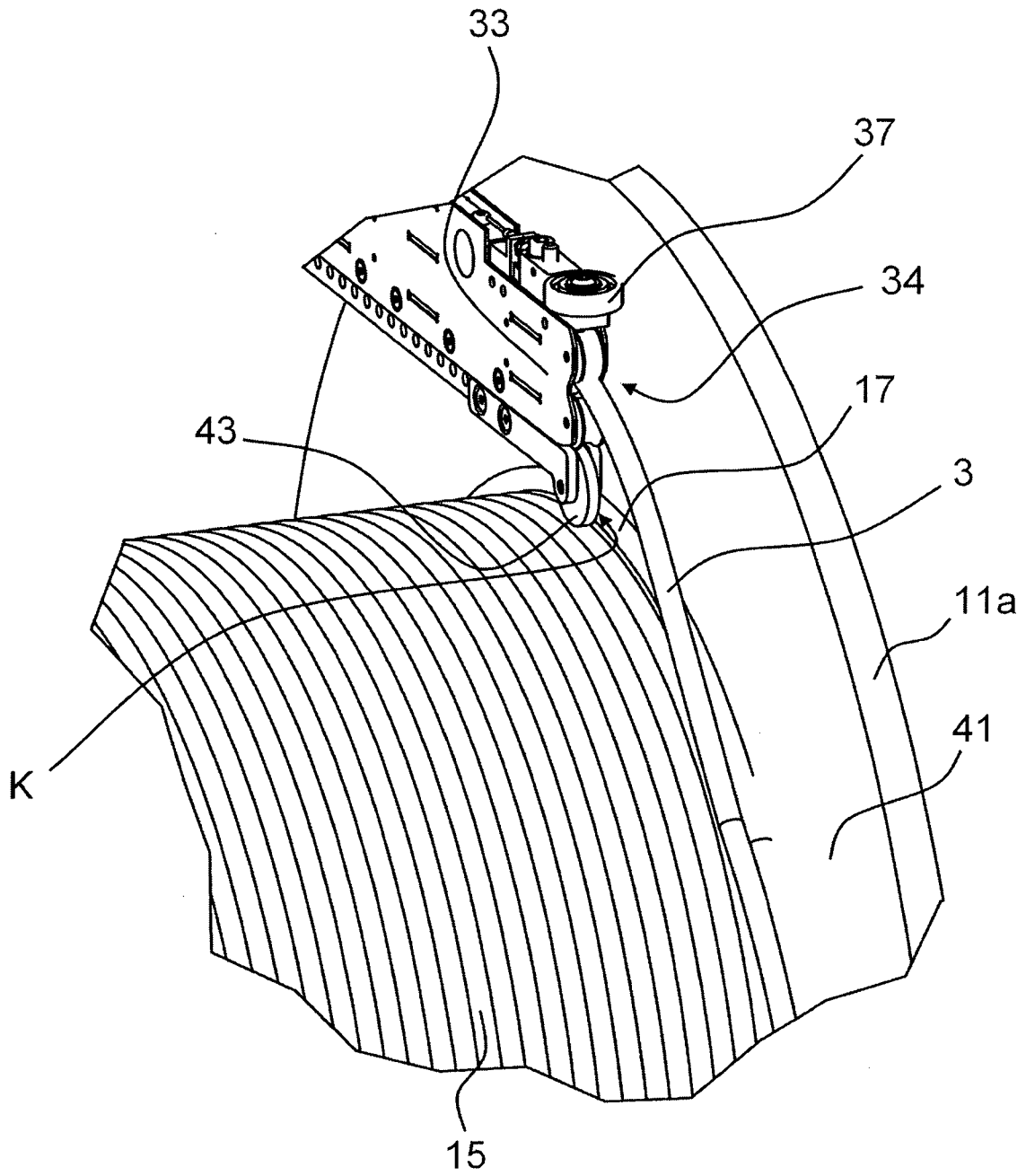


Fig. 4b

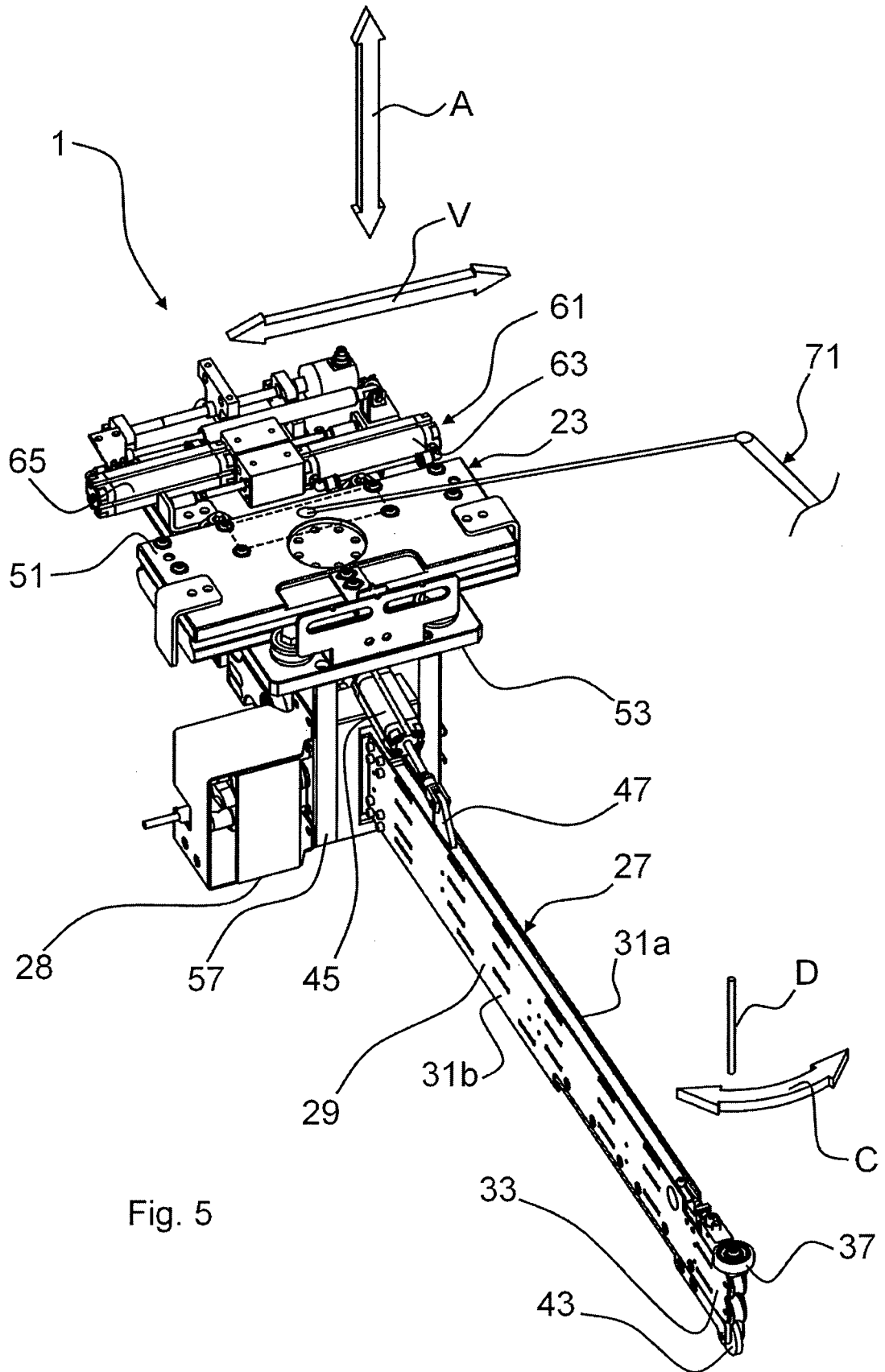
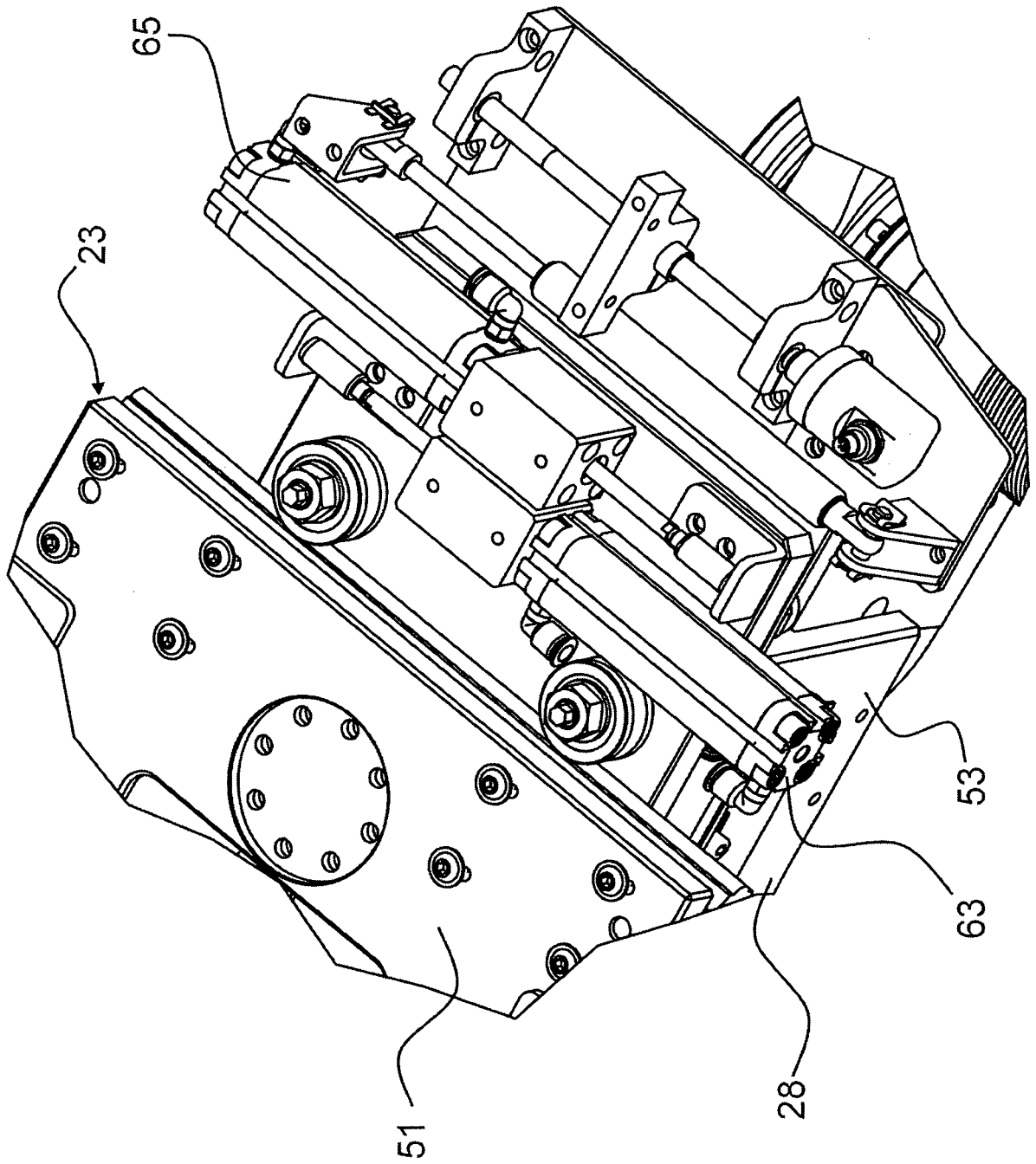


Fig. 5

Fig. 7



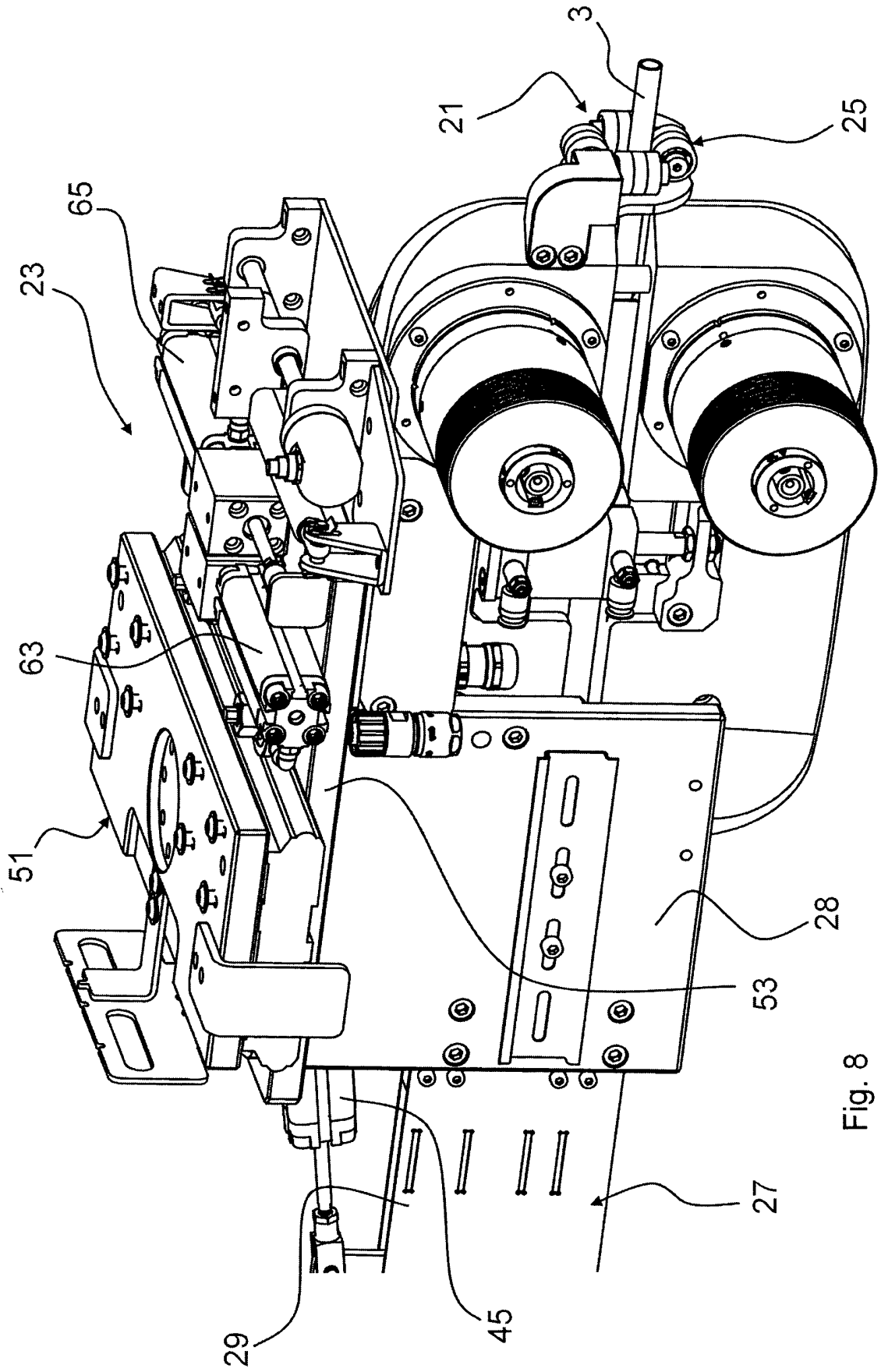


Fig. 8

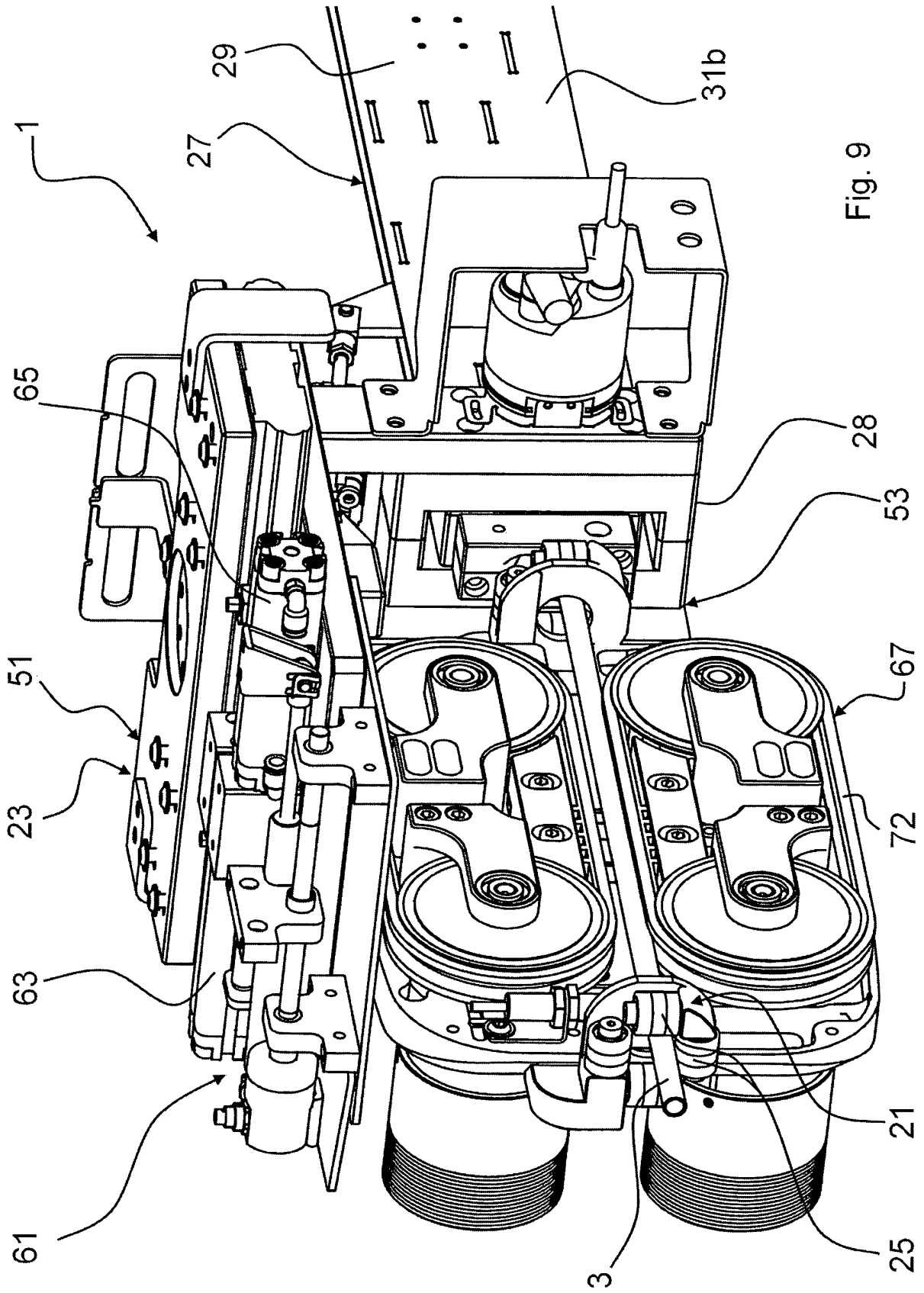


Fig. 9

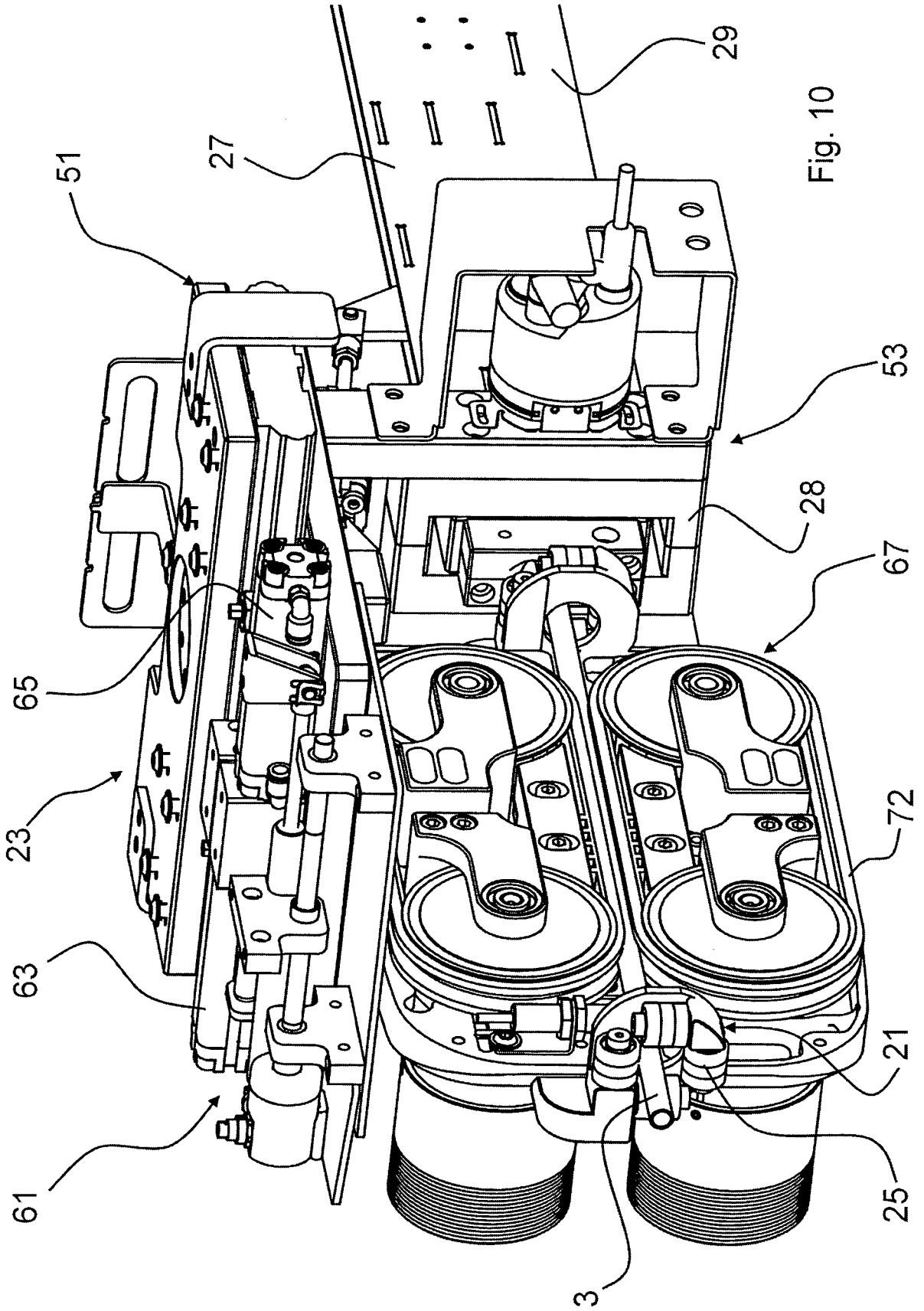


Fig. 10

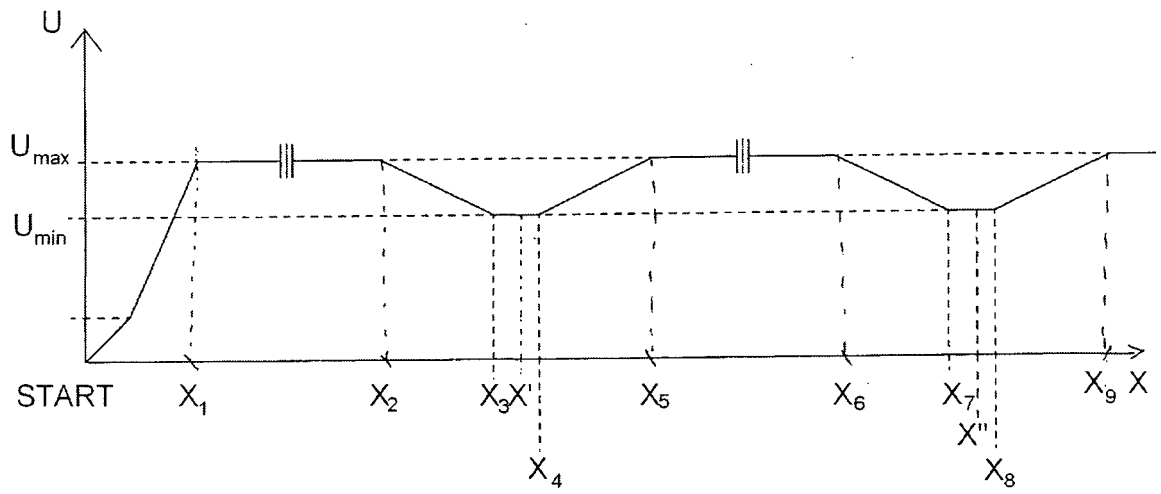


Fig. 11

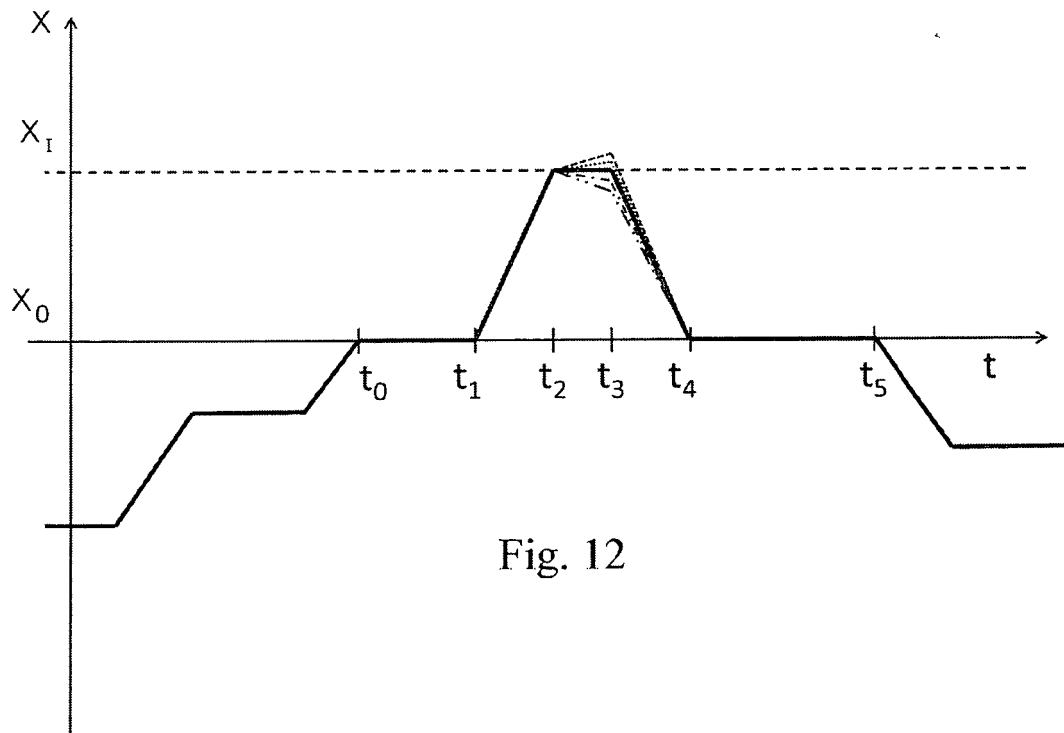


Fig. 12

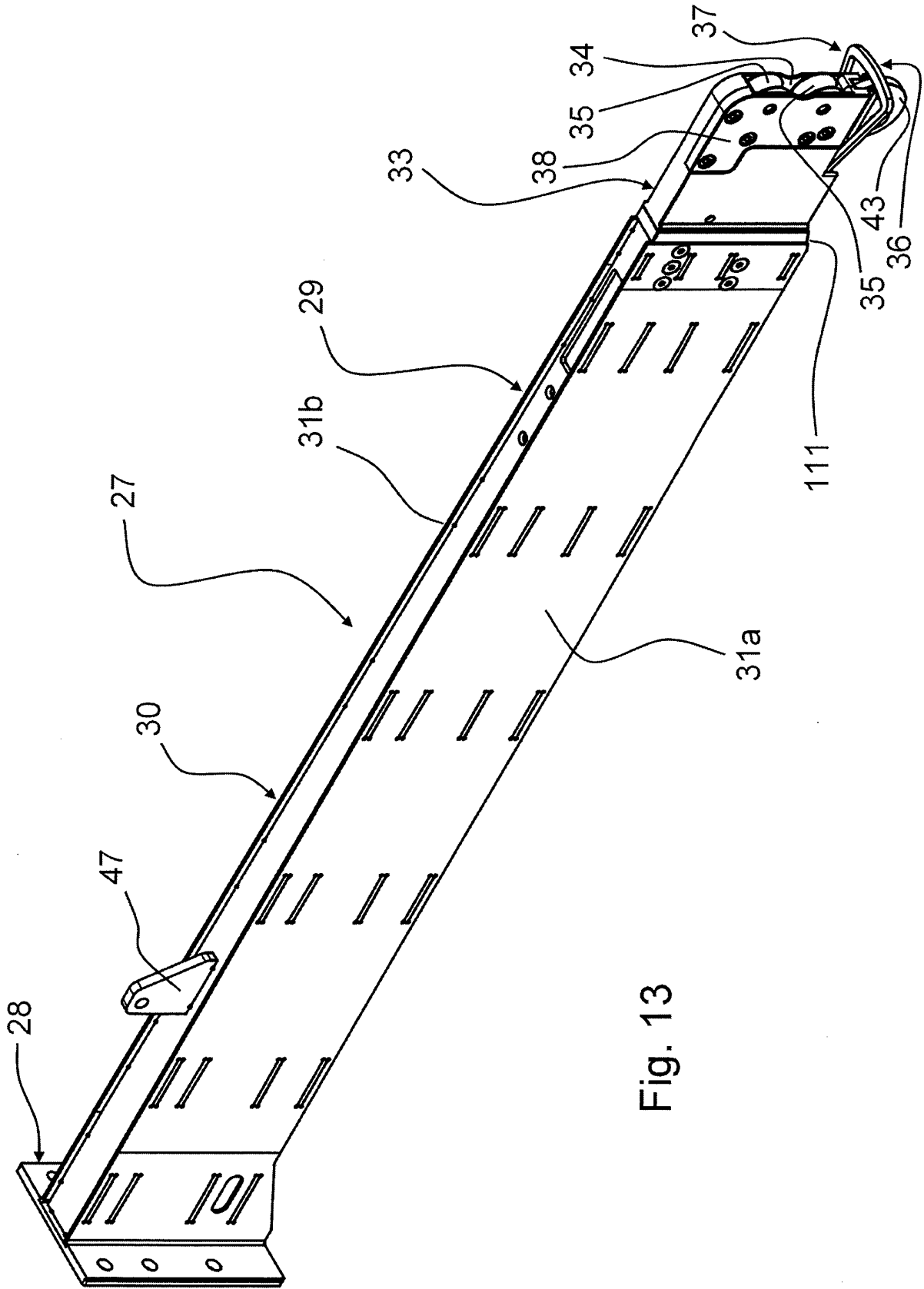


Fig. 13

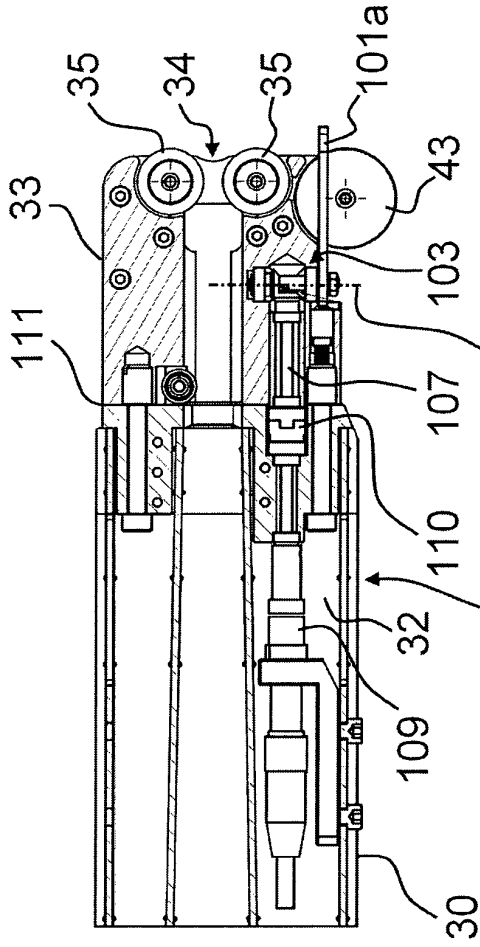


Fig. 14

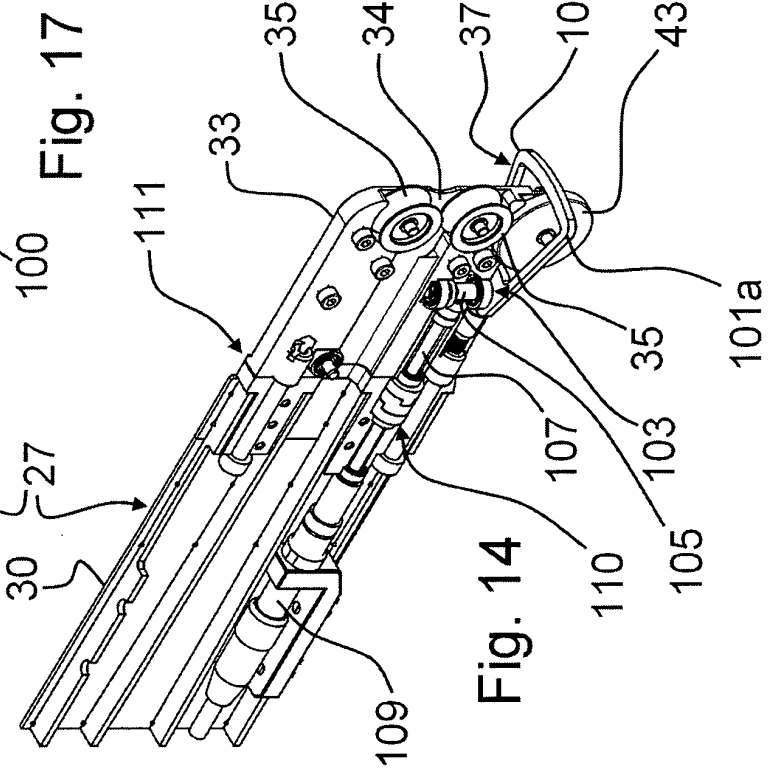


Fig. 15

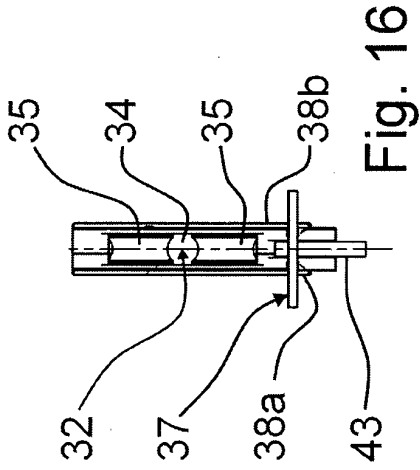


Fig. 16

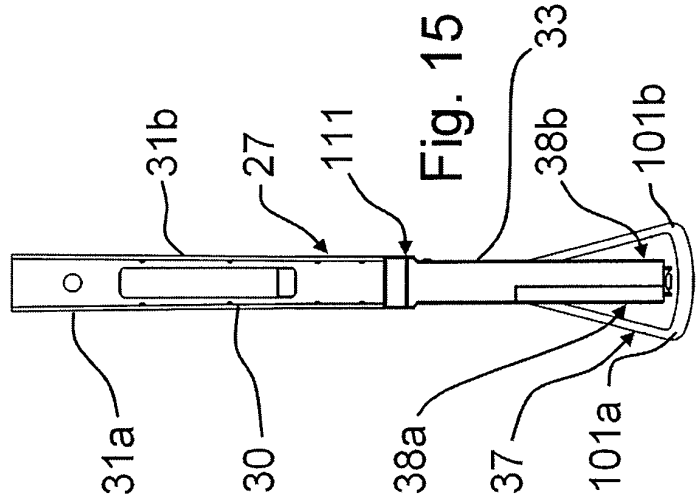


Fig. 17

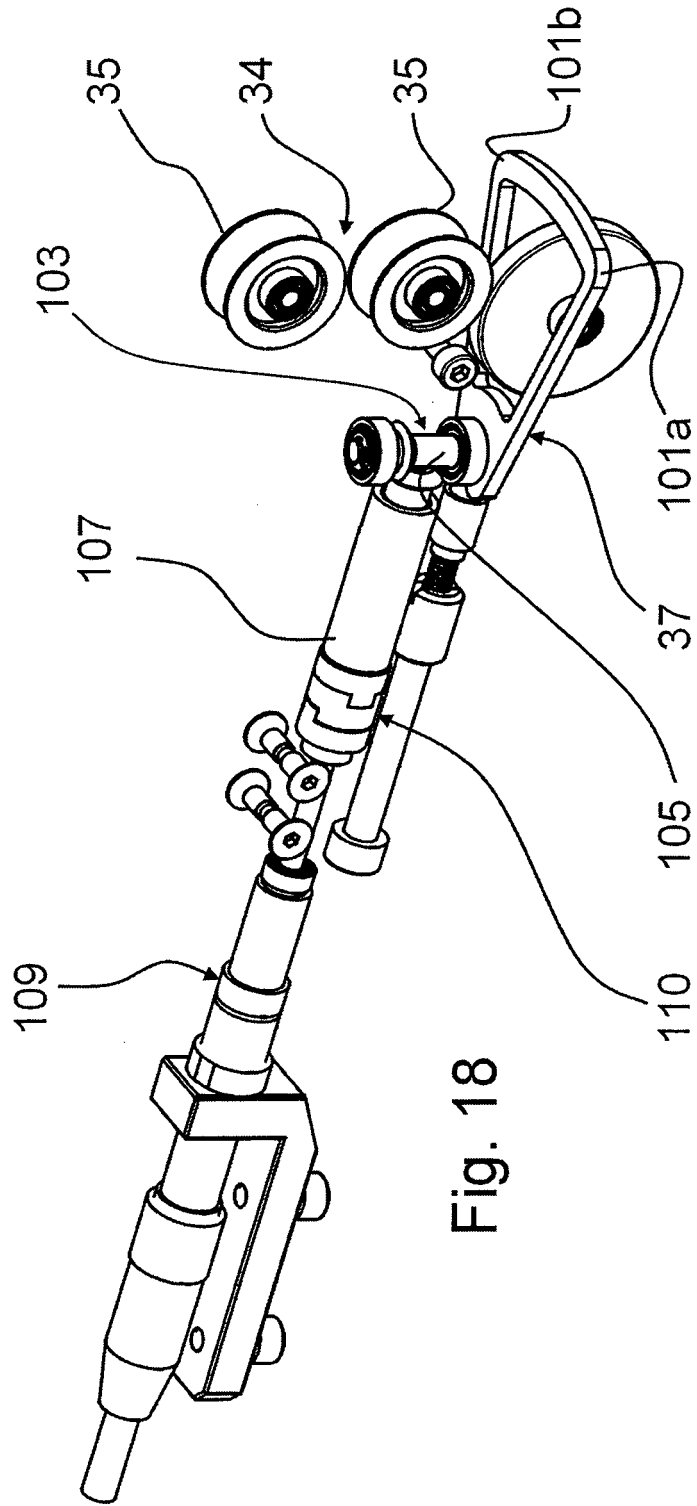


Fig. 18

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

- EP 0203046 B1 [0005]
- EP 0147619 A2 [0006]
- US 3951355 A [0007]
- DE 102013002023 [0040]
- DE 102013002022 [0040]
- DE 102013002017 [0040]
- DE 102013002019 [0040]
- DE 102013002020 [0040]