



(11) **EP 1 342 248 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**11.02.2009 Patentblatt 2009/07**

(21) Anmeldenummer: **01270894.7**

(22) Anmeldetag: **10.12.2001**

(51) Int Cl.:  
**H01B 13/00 (2006.01)**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/AT2001/000389**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2002/049046 (20.06.2002 Gazette 2002/25)**

(54) **VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KABELBÄUMEN UND ANLAGE ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS**

METHOD FOR PRODUCING CABLE HARNESSES AND DEVICE FOR CARRYING OUT THIS METHOD

PROCEDE DE PRODUCTION DE FAISCEAUX DE CABLES ET INSTALLATION POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE TR**

(30) Priorität: **11.12.2000 AT 20552000**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**10.09.2003 Patentblatt 2003/37**

(73) Patentinhaber: **LEONI Bordnetz-Systeme GmbH 90402 Nürnberg (DE)**

(72) Erfinder: **KASTENBERGER, Gerhard A-1140 Wien (AT)**

(74) Vertreter: **Tergau & Pohl Patentanwälte Mögeldorfer Hauptstrasse 51 90482 Nürnberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 182 592 WO-A-89/00348**  
**US-A- 4 803 778**

**EP 1 342 248 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 ein neues Verfahren und eine neue Anlage zur Herstellung von Kabelbäumen.

**[0002]** Die früher im Maschinenbau und in der Fahrzeugtechnik für die Verbindung der verschiedenen Kontaktstellen innerhalb einer Maschine eines Fahrzeugs od.dgl. übliche Technik, Leitungen und Kabel durch gezieltes sequenzielles Verlegen jedes Kabels jeweils entlang eines bestimmten Weges von Kontaktstelle zu Kontaktstelle ist längst durch den Einsatz von vorgefertigten, alle notwendigen Kabel zusammenfassenden Kabelbäumen mit einem im wesentlichen den Stamm eines Baumes darstellenden Hauptstrang bzw. -bündel von Kabeln, welche entlang einer gemeinsamen Wegstrecke innerhalb des Fahrzeugs, der Maschine od. dgl. verlaufen sollen, ersetzt, von welchem Hauptbündel dann beidseitig sich verästelnd zu den einzelnen Kontaktstellen bzw. Kontaktgehäusen, kleinere individuelle Bündel von jeweils wieder entlang gemeinsamer Zweig-Wegstrecken innerhalb der Maschine, des Fahrzeugs od. dgl. verlaufende Leitungen oder auch einzelne Leitungen zu - für die Aufnahme der Kontakte an den Kabelenden vorgesehenen - Kontaktgehäusen ausgehen.

**[0003]** Sowohl kommerziell, wie auch technisch gesehen, existieren grundsätzlich zwei verschiedene Märkte für die Produkte der Kabelbaum-Konfektionierung. Da ist, insbesondere was die produzierte Stückzahl betrifft, als erster und wichtigster Bereich der sogenannte automotiv Bereich zu nennen, also die Automobilindustrie, welche jeweils eine hohe Stückzahl pro Modell, in ihrer Konzeption und Ausführung untereinander völlig gleichartigen Kabelbäumen benötigt.

**[0004]** Der zweite Bereich betrifft das Gebiet des Fahrzeugbaus mit wesentlich kleineren Serien bzw. des Spezial-Fahrzeugbaus, wozu z.B. land- und forstwirtschaftliche Fahrzeuge, Zugfahrzeuge, od.dgl., (Straßen-)Baumaschinen und -fahrzeuge, weiters aber auch Schienenfahrzeuge und weiters der allgemeine Maschinen- und Anlagenbau zu zählen sind. Dort sind die Losgrößen in den meisten Fällen gering, die Typenvielfalt ist hoch und in vielen Fällen ist eine flexible Anpassung an jeweilige sich oft rasch ändernde Kundenforderungen und technische Entwicklungen gefordert.

**[0005]** Was den automotiven Bereich betrifft, so kommen dort für die Produktion von Kabelbäumen immer noch manuelle Fertigungsmethoden in hohem Maße zum Einsatz, wobei zur Minimierung der Kosten die Fertigung in der überwiegenden Zahl der Fälle in Niedriglohnländern ausgelagert ist. Bei der manuellen Fertigung von Kabelbäumen in großen Serien spielt das Problem der Anlern- bzw. Einarbeitungszeit des Personals eine höchst untergeordnete Rolle:

**[0006]** Um einen Kabelbaum herzustellen sind, je nach Anzahl der zu verlegenden Kabel bzw. Litzen und selbstverständlich je nach Schwierigkeit des Verlegeweges, größere oder kleinere Einarbeitungszeiten für das Kabellege-Personal vonnöten. Es geht dabei im wesentli-

chen um die Fragen, welche Litze bzw. welcher Kontakt einer Litze gehört in welches Gehäuse, in welche Kontakt-Aufnahme desselben und, über bzw. durch welche Klemmen, Bündel, Halter oder sonstige Halterungen des Kabel-Legebrettes muss das zu verlegende Kabel geführt werden, welche Kabelbinder, Ummantelungen, Knickschläuche od.dgl. kommen für die Finalisierung zum Einsatz, wo sind dieselben anzubringen u.dgl. Bis sich eine Kabellegerin die gesamten Kabelbaum-Charakteristika, z.B. für einen für einen Personenwagen vorgesehenen Kabelbaum angeeignet hat, vergeht die sogenannte Einlernzeit. Nach Ablauf dieser Zeit können eine routinemäßige, schnelle und praktisch fehlerfreie Verlegung der Kabel und eine ordnungsgemäße Steckung der Kontakte in die Kontaktgehäuse erreicht werden.

**[0007]** Bei komplexeren Kabelbäumen kann es infolge dieser Einlernphase durchaus dazu kommen, dass für das Assemblieren des ersten Kabelbaums einer Serie mehr als doppelt so viel Zeit benötigt wird, wie für den letzten Kabelbaum dieser Serie.

**[0008]** Man muss damit rechnen, dass die durchschnittliche Einlern- bzw. Anlaufzeit bzw. -Stückzahl für das Verlegen eines "mittleren" Kabelbaums bis zur optimalen Produktionszeit im Schnitt etwa 30 bis 50 Kabelbäume beträgt. Sowohl die soeben beschriebene Einlernzeit, wie auch die Einlern-Stückzahl spielen bei einer Fertigung, welche in die 10000 oder 100000 Stück Kabelbäume pro Autotype gehen kann, eine absolut marginale Rolle. Hingegen spielt die genannte Einarbeitungsphase mit der eben genannten Stückzahl von etwa 65 bei einer Fertigung von Kabelbäumen bei Losgrößen von 50 bis zumindest 1000 Stück keineswegs eine untergeordnete Rolle. Es ist weiters damit zu rechnen, dass bei einem späteren Nachfolgeauftrag für den gleichen Kabelbaum-Typ, der sich also zeitlich nicht direkt an die vorangegangene Produktion dieses Typs anschließt, entweder die vorher mit dem Verlegen eines Kabelbaums dieses Typs beschäftigte Person nicht mehr zur Verfügung steht oder aber, dass sie selbst dann, wenn sie einen gleichen Auftrag vorher schon einmal bearbeitet hat und ihre diesbezügliche Erfahrung einsetzen kann, verständlicherweise nicht mehr alle Details der vorhergegangenen Fertigung im Gedächtnis hat und daher eine, wenn auch sicher kürzere Einarbeitungszeit als bei einem Erstauftrag benötigt.

**[0009]** Es ist also für jedes Fertigungslos, selbst wenn es mit einem zu früheren Zeiten produzierten Kabelbaumtyp übereinstimmt, ein (Wieder-)Lernvorgang vonnöten, der die Produktionsgeschwindigkeit hemmt und bei einer Fertigungsserie mit kleinen Losgrößen durchaus ins Gewicht fällt.

**[0010]** An dieser Stelle ist zu erwähnen, dass in der Vergangenheit immer wieder versucht worden ist, von der manuellen Kabelverlegung wegzukommen, und dass Anlagen für eine automatische Konfektionierung von einfachen Kabelbündeln, bei welchen relativ kurze, oft gleichartige Litzen mit oft untereinander gleichen oder nur wenigen, unterschiedlichen Crimps verwendet wer-

den, angeboten werden und sich im industriellen Einsatz befinden, wie z.B. für die Herstellung von Kabelbündeln für Schaltbretter von Haushaltsmaschinen, wo Kabel relativ geringer Länge zu stecken und zu verlegen sind. Bei den dafür zum Einsatz kommenden Automaten wird ein erster, aus einem gegebenenfalls mitgeführten Kabelleger gezielt zugeführter, Kontakt eines Kabels von einem Greifer entnommen und in die jeweils für das Kabel vorgesehene Kontakt-Aufnahme eines ersten Kontakt-Gehäuses gesteckt. Danach erfasst entweder der gleiche Greifer wie vorher oder unter Umständen ein anderer Greifer den zweiten Kontakt des Kabels und steckt ihn in das jeweils für ihn vorgesehene Kontaktgehäuse. Es erfolgt hier keine Führung der Kabel über bestimmte Punkte, sondern vielmehr ein bloßes Stecken der Kontakte entweder einseitig oder beidseitig in die vorbereiteten Kontaktgehäuse.

**[0011]** Derartige Anlagen werden z.B. von den Firmen Komax, AMP-ARA, Wegomat oder Metzner angeboten und produziert.

**[0012]** Zum Stand der Technik ist im einzelnen Folgendes näher auszuführen.

**[0013]** Aus der EP 116 475 A1 ist ein Kabel-Verlegewerkzeug mit einer Speicherkammer zum Aufnehmen und Speichern von Kabeln bekannt, die mit einem Industrieroboter verbindbar ist, der für das Kontaktieren und Verlegen der zuerst gespeicherten Kabel sorgt.

**[0014]** Die Speicherkammer selbst weist zwei Kabelklemmelemente auf, die das Kabel derart halten, dass die beiden Kabelenden jeweils beidseitig aus der Kammer herausstehend nach außen weisen. Die Speicherkammer ist ein zwischen den beiden Klemmelementen angeordneter Wirrgutspeicher für die Aufnahme des Kabels, das je nach Verlegestrecke jeweils unterschiedliche Längen aufweist.

**[0015]** In den Wirrgutspeicher wird zuerst das Kabel eingeführt, und zwar so, dass es auf der anderen Seite dieses Speichers wieder herausgeführt wird, so lange, bis es ein Stück über dessen ausgangsseitiges Klemmelement hinausragt. Danach hält dasselbe das Kabel dort fest, und es wird dasselbe von einer Kabelrolle in einer jeweils vorbestimmten und jeweils abzumessenden Länge in den Kabelspeicher eingebracht. Letztlich wird auch das eingangsseitige Klemmelement geschlossen. Nach dem Befüllen des Wirrgutspeichers mit dem, für jeden Verlege-Gang immer wieder frisch von der Kabeltrommel in einer zu prüfenden Länge abzuspulenden Kabel, wird also das Kabel im Speicher festgehalten. Es erfolgt dann das Ablängen desselben, sodass letztlich jeweils rechts und links die beiden Kabelenden aus der Speicherkammer herausragen. Dann erfolgen das Absolieren der beiden Kabelenden und jeweils das beidseitige Aufcrimpen der Kontakte auf diese Enden. Nach Verfahren des, mit vom Roboter aufgenommenen Speichers transportierten Kabels in eine Position über einem ersten Kontaktgehäuse, wird der erste Kontakt in eine für ihn vorgesehene Kontakt-Aufnahme gesteckt. Dann wird das erste Klemmelement des Speichers auf der Seite

des eben gesteckten Kontaktes geöffnet, und es erfolgt dann unter Herausziehen des Kabels aus dem Wirrgutspeicher das Legen des Kabels entlang des jeweils vorprogrammierten Kabel-Verlegeweges, bis das Kabel praktisch in voller Länge aus dem Speicher herausgezogen ist. Gegen Ende dieses Verlegeweges wird der Wirrgutspeicher geöffnet und, gehalten vom Klemmelement des Speichers wird dann der zweite Kontakt in die Kontakt-Aufnahme eines zweiten, sich am Kabelbrett befindlichen Kontaktgehäuses gesteckt.

**[0016]** Der eben beschriebene Vorgang umfasst also eine größere Anzahl von Einzelschritten, beginnend vom Ablängen des Kabels über das Absolieren der Kabelenden und endend mit dem Aufbringen der Kontakte und muss vor dem für die Kabelbaum-Fertigung wesentlichen Vorgang des Verlegens des Kabels entlang eines jeweils gewünschten Verlegeweges auf dem Kabelbrett erfolgen. Ein weiterer wesentlicher, die Beweglichkeit und Flexibilität des beschriebenen Verlegewerkzeuges betreffender Nachteil entsteht dadurch, dass diese wichtigen Eigenschaften eines Kabelverlege-Werkzeugs durch das Eigenvolumen des Wirrgut-Kabelspeichers wesentlich eingeschränkt sind. Dies macht schwierigere Verlegungswege praktisch unmöglich und ruft weiters an jenen Stellen des Kabel-Legebretts, wo wenig Platz für die Verlegung zur Verfügung steht, Komplikationen hervor. Der letztgenannte Nachteil tritt insbesondere gegen Ende des Verlege-Vorgangs, also zu einem Zeitpunkt auf, wo schon eine größere Zahl von Kabeln mit ihren Kontakten in die Gehäuse gesteckt und jeweils Bündel bildend verlegt sind und daher immer weniger Platz für das Stecken der Kontakte und für die Bewegung des Kabelspeichers entlang des Verlegewegs frei ist.

**[0017]** Ein weiterer wesentlicher Nachteil dieses bekannten Verlegewerkzeugs besteht darin, dass die Kabelbäume meist mit einer großen Zahl von Einzelkabeln gebildet sind, und dass für jeden der genannten Kabel-Vorbereitungs- und Verlege-Vorgänge jedes Mal alle Vorbereitungsschritte, wie eben das Einspeisen des Kabels in den Wirrgutspeicher, das Ablängen desselben, das Absolieren und Aufbringen der Kontakte vor dem eigentlichen Verlege-Vorgang schon unter Heranziehung des Roboters vollzogen werden müssen, was in jedem Fall äußerst zeitraubend ist und somit einer modernen arbeitsteiligen Produktionsweise absolut widerspricht.

**[0018]** Zusätzlich ist eine aufwändige Steuerung und Kontrolle notwendig, um sicher zu stellen, dass jedes der zu verlegenden Kabel seine richtige individuelle Länge aufweist, wobei die Längenmessung beim Einspeichern des Kabels in den Wirrgutspeicher erfolgt.

**[0019]** Der DE 38 22 166 C2, welche sich auf ein Werkzeug zum Aufnehmen von Speichern, Kontaktieren und Verlegen von Kabeln bezieht, ist ein weiterer wesentlicher Nachteil des in der o.a. EP 116 475 A1 beschriebenen Werkzeugs zu entnehmen, welcher darin besteht, dass das Laden des Kabelspeichers mit einem Kabel in der Weise erfolgt, dass es durch ein Verlegerohr in die-

sen Speicher eingeschoben und durch denselben durchgeführt werden muss, wobei das Kabel die Öffnung des aus dem Speicher herausführenden zweiten Verlegerohrs trotz der kegelförmigen Ausbildung des Speicher-Hohlraums verfehlt, sodass das ordnungsgemäße Einbringen des Kabels unmöglich ist, da dessen freies Ende des im Bereich des Speichers ja nicht geführten Kabels beim Auftreffen auf die gegenüberliegende Speicherwand beim Verfehlen des Ausgangs naturgemäß verbreitert bzw. verbogen wird.

**[0020]** Die DE 38 22 166 C2 selbst hat sich die Aufgabe gestellt, ein Werkzeug zum Aufnehmen, Speichern, Kontaktieren und Verlegen von Kabeln zu schaffen, bei dem das Kabel ebenfalls mit nach außen weisenden Kabelenden gehalten ist, bei welchem jedoch der Beladevorgang des Werkzeugs mit einem Kabel sicherer ausführbar sein soll. Das Werkzeug ist dort über einen Wechselflansch mit einer mehrachsigen Positioniereinrichtung verbindbar bzw. verbunden und weist drei Greifeinheiten auf, von denen die erste ein Kabelende derart hält, dass es nach außen weist, mit dem Kontakt versehen und in ein Steckergehäuse eingeschoben werden kann, dass eine zweite Greifeinheit das Kabelende so hält, dass es nach außen weist und mit seinem Kontakt versehen sowie ebenfalls in ein Steckergehäuse eingeschoben werden kann, und dass zwischen der ersten und der zweiten Greifeinheit ein längs-teilbarer Wirrgutspeicher zur Aufnahme des Kabels vorgesehen ist. Dieses Werkzeug zeichnet sich dadurch aus, dass jede der drei Greifeinheiten als getrennt und unabhängig voneinander wirkende Greifeinheit ausgebildet sind, die unabhängig voneinander und stufenweise ansteuerbar sind. Die Greifeinheiten sind dort als Backengreifer ausgebildet. Der Kabelspeicher-Hohlraum des dort beschriebenen Werkzeugs weist eine birnenförmige Ausbildung mit eingesetztem Trichter auf, der so angeordnet ist, dass das Kabel von der querschnittsengeren Seite des Hohlraums her in den Speicher einschiebbar ist. Weiter ist vorgesehen, dass das Werkzeug in eine Werkzeugaufnahme eines Roboters einsetzbar ist, in die über einen Zwischenflansch Steuersignale und Energie übertragbar sind und weiters, dass mittels Sensoren das Vorhandensein eines Kabels, sowie die Kontaktier- und/oder Füge-Vorgänge überwacht werden.

**[0021]** Der weiters zu nennenden DE 38 22136 C2 ist ein Verfahren zur Herstellung von Kabelbäumen mittels eines Industrieroboters zu entnehmen, den eine Steuereinheit steuert, wobei ein Industrieroboter ein erstes Werkzeug ergreift, das Kabel aufnehmen, speichern kontaktieren und verlegen kann, wobei eine Koordination der folgenden Schritte vorgesehen ist. Der Roboter übergibt das erste Werkzeug an eine Kabel-Konfektioniereinrichtung, die zeitgleich mit dem weiteren Verlege-Vorgang arbeitet, übergibt dann aus der Konfektioniereinrichtung ein gleichartiges Werkzeug, das bereits ein gespeichertes Kabel mit schon aufgecrimpten Kontakten enthält, und der Roboter bewegt das Werkzeug dann zu den Steckergehäusen, steckt die Kontakte und verlegt

das im Werkzeug gespeicherte Kabel entlang des jeweils vorgesehenen Verlegewegs. Auch dort kommt ein Kabelspeicher, wie er z.B. in der DE 38 22 166 C2 beschrieben ist, zum Einsatz.

**[0022]** Es handelt sich hier also um eine Systemkombination in mehrfachen Ebenen: Die Grundidee ist hier, mit einem einzigen Mehr-Achs-Roboter, die komplette Fertigung eines Kabelbaumes von der Entnahme aus Leitungsvorratsbehältern, wie Fässer oder Trommeln, bis hin zum Stecken und Legen am Legebrett durchzuführen.

**[0023]** Der Inhalt dieser DE-C2 ist das Ergebnis einer Studie, und es stehen seiner Umsetzung in die Realität folgende wesentliche Nachteile entgegen:

**[0024]** Das System benötigt eine erhebliche Anzahl verschiedener Werkzeuge zur Ausübung der einzelnen Arbeitsvorgänge, nämlich für:

- a) Entnahme der Leitung aus Vorratsbehältnissen und Ablängen.
- b) Magazinieren der abgelängten Leitungen in einer Art Greiferrolle (Aufrollen).
- c) Stabilisieren der beiden überstehenden Drahtenden in der Greiferrolle.
- d) Verfahren der Greiferrolle mit Hilfe eines Roboters zu Crimpstationen.
- e) Kontaktieren und Zentrieren der angeschlagenen Kontakte.
- f) Greiferrollen ablegen oder direkt mittels Roboter zum Legebrett verfahren.
- g) Aufnahme der Werkzeuge (die als Magazin fungieren) durch den Roboter.
- h) Stecken und Verlegen der Leitungen.

**[0025]** Die in den Magazinen zwischengelagerten Kabel sind zwar mit ihren angeschlagenen Enden in irgendeiner Form zentriert, positioniert, z.B. durch Anspannen der Leitungen im Magazin müssen jedoch für den Steckvorgang am Legebrett von eigenen zusätzlichen Greifern einzeln gehalten werden um eine exakte Positionierung zur Einführung in das Steckverbindergehäuse zu gewährleisten.

**[0026]** Durch die Verwendung der Greiferrollen als Magazin bzw. zum Stecken und Verlegen am Legebrett, sind mehrfach angeordnete Roboter bzw. Greifersysteme erforderlich. Verständlicherweise ist dieses System sehr träge, wenig effektiv und eignet sich nicht für eine moderne Produktionsweise.

**[0027]** Aus der DE 38 22 146 C2 ist eine Kabelkonfektionier- und -übergabeeinheit zum Konfektionieren, Kontaktieren, Speichern und Übergeben von Kabeln an ein Verlegewerkzeug bekannt geworden, bei der zwei Aufnahmevorrichtungen einschließlich vorhandener Drehsteller für das Verlegewerkzeug auf einer Verfahreseinheit angeordnet sind, die so ausgeführt ist, dass Bestückungs- und Konfektioniereinheiten jeweils nur einfach vorhanden sind. Dort ist die Verfahreseinheit eine Linear-einheit.

**[0028]** Schließlich betrifft die DE 35 44 219 A1 ein Verfahren für eine Kabelbaum-Fertigungseinrichtung, wobei ein Industrieroboter und Kabelfässer mit Kabelzuführungen, eine Abläng- und Anschlagmaschine mit einer Längenmesseinrichtung und ein Verlegebrett vorgesehen sind. Bei dieser Einrichtung ist vorgesehen, dass das Herstellen, Zwischenspeichern, Positionieren und Verlegen des angeschlagenen Kabels als Teil eines Kabelbaums mit dem gleichen Verlegewerkzeug erfolgt, wobei ferner im Arbeitsreich eines Armes des Industrieroboters wenigstens eine Abläng- und Anschlagmaschine und ein Verlegebrett angeordnet sind, wobei weiterhin einerseits das Verlegen von verschiedenen langen angeschlagenen Kabeln zu einem Kabelbaum und andererseits das Herstellen, Zwischenspeichern und Positionieren von verschiedenen langen angeschlagenen Kabeln gleichzeitig durchgeführt wird, und wobei schließlich das Verlegewerkzeug von dem jeweiligen Industrieroboterarm lösbar ausgeführt ist. Dort ist vorgesehen, dass das Zwischenspeichern des angeschlagenen Kabels durch Aufrollen des Kabels auf einer steuerbaren, mitrotierenden Rolle, welche Bestandteil einer Greiferrolle ist, erfolgt.

**[0029]** Unter Vermeidung der allen bisher erläuterten bekannten Kabelverlege-Verfahren- und -Systeme anhaftenden, eine moderne flexible und auch bei kleinen Losgrößen effektive Produktion verhindernden Mängel geht die vorliegende Erfindung von gänzlich anderen Voraussetzungen und Grundbedingungen aus:

**[0030]** Sie entfernt sich radikal von dem Prinzip aller bisher bekannter Vorschläge für automatisierte Kabelbaumfertigungen, bei welchen einem Roboter alle Fertigungsschritte die der eigentlichen Verlegung des Kabels auf dem Legebrett vorangehen, also das Aufnehmen des Kabels, das Ablängen desselben, das Abisolieren der Kabelenden und die Aufbringung der Kontakte an dieselben aufgebürdet werden und erst dann die eigentliche Arbeit am Kabelverlegebrett mit dem Stecken des ersten Kontakts in ein erstes Kontaktgehäuse, die Kabelverlegung entlang einer Verlegebahn und das Stecken des zweiten Kontaktes in ein zweites Kontaktgehäuse erfolgt.

**[0031]** Diese Art der Fertigung ist infolge der großen Zahl der vom Roboter und von dessen ihm zur Verfügung zu stellenden Werkzeugen und ihm zuarbeitenden Peripherieorganen durchzuführenden Schritten relativ störungsanfällig, da z.B. nur ein kleines Problem, z.B. einer mangelnden Zentrierung beim Crimpen der Kontakte der gesamte Prozess-Ablauf gestört ist.

**[0032]** Außerdem benötigt das wiederholte Durchlaufen aller Kabelfertigungs-Stufen vor jedem einzelnen Verlege-Vorgang viel Zeit.

**[0033]** Es scheint weiters aus wirtschaftlicher Sicht nicht vertretbar, ein teures, hochflexibel einsetzbares Werkzeug, wie eben einen Mehrachs-Industrieroboter, für gleichbleibende Routine-Vorbereitungsarbeiten, wie eben Kabelablängung, Abisolierung, Crimpen und Einbringen in ein Kabelspeicherwerkzeug, zu verwenden.

**[0034]** Nicht zuletzt führt das Mitführen eines Speicherwerkzeuges für das Kabel, z.B. mit einem Wirrgut-

speicher, einer Kabel-Aufwickelrolle, mit jeweils ihnen zugeordneten Greifern in jedem Fall zu, die räumliche Flexibilität wesentlich einschränkenden, sterischen Behinderungen beim Führen des Kabels über die Halte- und Umlenkelemente am Kabelbrett, was insbesondere bei etwas komplizierteren Verlegungsweg-Topografien und dann zum Tragen kommt, wenn bei der Produktion des Kabelbaums schon eine größere Anzahl von Kontakten gesteckt ist und der für das Stecken von weiteren Kontakten zur Verfügung stehende Platz zwischen den Kabeln immer enger wird. Diese Problematik mangelnden Platzangebots stellt sich auch auf dem Verlegebrett selbst, wenn dort schon eine größere Anzahl von Kabeln, also letzten Endes schon Kabelbündel verlegt sind und neue, womöglich dünne Kabel in die engen noch übriggebliebenen Zwischenräume gelegt werden müssen.

**[0035]** Die Erfindung hat sich die Aufgabe gestellt, die bisher beschriebenen Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren und eine Anlage für das Verlegen von Kabeln zu schaffen, bei welchem bzw. bei welcher die beschriebenen Nachteile vermieden sind und eine automatisierte Fertigung von einer hohen Anzahl von Leitungen und komplizierte Verlegewege erfordernden Kabelbäumen ermöglicht ist.

**[0036]** Wenn komplexe Kabelbäume mit Verlegewegen und größeren Kabellängen von unter Umständen bis zu 20 m hergestellt werden sollen, so erfolgt deren Fertigung sowohl in der Automobilindustrie mit ihren hohen Losgrößen, als auch im Sondermaschinen- und Sonderfahrzeugbau mit kleinen Losgrößen bis heute immer noch von Hand. Im Rahmen der Fertigung solcher Kabelbäume, insbesondere für Spezialsektoren, sind die Qualität der Arbeit und Genauigkeit die wichtigsten Faktoren, da Fehler in der Herstellungskette zu unzulässig hohen Ausschussraten führen.

**[0037]** Die vorliegende Erfindung hat sich das Ziel gesetzt, die Fertigung von Kabelbäumen - und zwar insbesondere die Fertigung von Kabelbäumen in geringen Losgrößen - trotz der o.a. Problematik zu automatisieren, sodass einerseits manipulative Fehler, wie sie bei manueller Verlegung nie gänzlich auszuschließen sind, praktisch gänzlich ausgeschaltet werden und Anlaufphasen bei Neu- und Wiederholaufträgen verkürzt bzw. überhaupt vermieden werden können.

**[0038]** Ein weiteres Ziel der Erfindung besteht darin, die Kabelverlegung so zu gestalten, dass der dafür eingesetzte aufwändige Roboter möglichst effektiv, also, wenn möglich nur für die Kabelverlegungs-Schritte selbst, genutzt wird, und von allen Vorbereitungs- und sonstigen Kabelfertigungs-Schritten entlastet wird.

**[0039]** Weiters sollen die oben beschriebenen Probleme, die durch Platzmangel, insbesondere während des Fortganges des Verlegeprozesses entstehen, vermieden werden, indem kein mehr oder minder voluminöses Werkzeug für die Speicher-Haltung des Kabels samt seinen Greifern mehr entlang des gesamten Verlegeweges vom Roboter mitzuführen ist, sondern der Roboter selbst bzw. sein Greiforgan bzw. seine Greiforgane für die Hal-

tung des Kabels und die verschiedenen Schritte des Steckens der Kontakte in die Kontaktgehäuse und der Führung des Kabels entlang des für dasselbe vorgesehenen Verlegeweges sorgt.

**[0040]** Die vorliegende Erfindung geht daher primär nicht vom o.a. Stand der Technik aus, sondern orientiert sich eher an der manuellen Kabelbaum-Fertigung.

**[0041]** Somit ist Gegenstand der vorliegenden Erfindung ein neues Verfahren für die automatisierte Herstellung von Kabelbäumen gemäß dem **Oberbegriff** des **Anspruchs 1**.

**[0042]** Um zu einer automatisierten, und im Falle einer Wiederaufnahme einer bestimmten Produktion bei Wiederholungs-Aufträgen praktisch keine Anlauf- und Einlernzeiten benötigenden, Produktionsfehler praktisch ausschließenden und gleichzeitig kundenorientiert flexiblen Fertigung von, insbesondere komplizierten, Kabelbäumen zu gelangen, ist das erfindungsgemäße Verfahren mit den im **kennzeichnenden** Teil des Anspruchs 1 genannten Merkmalen ausgebildet.

**[0043]** Das neue Verfahren unterscheidet sich von den oben näher beschriebenen, bekannten, automatisierten Kabelbaum-Fertigungsverfahren des Standes der Technik ganz wesentlich dadurch, dass die Vorbereitungen für die Verlegung der einzelnen Kabel mit Längenmessung, Ablängen, Abisolieren und Kontakt-Crimpen sozusagen "ausgelagert" sind und dass kein mit eigenen Greiforganen vorgesehenes, das Kabel enthaltendes Speicher-Werkzeug vorgesehen ist, das vom Roboter erfasst und gehalten, für jede zu verlegende Ader über den gesamten, jeweils vorgesehenen Verlegeweg mitgeführt werden muss.

**[0044]** Das erfindungsgemäße Verfahren unterscheidet sich aber auch wesentlich von der bisher üblichen Art der Verlegung von Kabeln zur Bildung eines Kabelbaums: Bisher - und dies gilt nun sowohl für die manuelle Verlegung, wie für die oben beschriebenen Kabelbündelungs-Automaten - wird unter Bereithaltung eines jeweils zu verlegenden Kabels, gegebenenfalls unter losem Aufrollen desselben etwa nach Art eines Textilsträhns, also nach einer Entnahme aus einem Kabellager zuerst ein erster Kontakt des Kabels erfasst und in ein Kontakt-Gehäuse am Beginn des Verlegewegs gesteckt, bis er einrastet. Danach wird unter Abgleiten-Lassen des Kabels und Führung desselben, das Kabel entlang eines vorgegebenen Verlege-Wegverlaufes über entsprechende Auflage-, Klemm-, Umlenkelemente od.dgl. des Kabelbrettes geführt, bis nach vollendeter Verlegung der zweite Kontakt des Kabels erfasst wird und in die für ihn vorgesehene Kontakt-Aufnahme im Kontakt-Gehäuse am Ende des Verlegewegs gesteckt wird.

**[0045]** In davon gänzlich unterschiedlicher Weise wird beim erfindungsgemäßen Verfahren so vorgegangen, dass - in jedem Fall noch vor Beginn des Positionierens des Startkontaktes vor dem und Stecken desselben in das Start-Gehäuse mit Hilfe des Start-Greiforgans - auch der Zielkontakt mittels des Ziel-Greiforgans erfasst wird und ohne jede Unterbrechung während des Steckens

des Start-Kontaktes und während der dann folgenden Führung des Kabels entlang dem jeweils vorgesehenen Verlegeweg gehalten wird. Zwischen den beiden, von den beiden Greifern gehaltenen Kontakten bildet das Kabel eine abwärts hängende oder eventuell auf einer Grundebene teilweise schleifend aufliegende, eventuell durch eine entsprechende Zusatzeinrichtung vom Kabelbrett im Abstand gehaltene Schlaufe. Damit ist das oben beschriebene, die räumliche Flexibilität der Bewegung erheblich einschränkende Mitführen eines Kabellagers oder ein Zwischen-Ablegen des Kabels während des Kabellegevorgangs überflüssig.

**[0046]** Dadurch, dass in jedem Fall vor Beginn des Kontakt-Steck- und Verlegevorgangs die an den beiden Enden des Kabels befindlichen Kontakte jeweils von einem Greifer des Handlingsystems erfasst und lagegenau und -definiert vom Greiforgan gehalten sind, kann jeglicher, für ein Erfassen und Positionieren des Ziel-Kontaktes des Kabels erst nach Verlegung desselben entlang seinem Verlegeweg benötigte technische und für das Erfassen und lagegenaue Positionieren des Ziel-Kontaktes notwendige Zeitaufwand ausgeschaltet werden.

**[0047]** Insbesondere zur Vermeidung von Störungen und zur Minimierung des Zeitaufwandes ist es günstig, wenn die beiden Greiforgane in Koordination miteinander arbeiten. Weiters hat es sich als vorteilhaft erwiesen, das Start-Greiforgan und gegebenenfalls das ihm zugeordnete Start-Hilfsgreiforgan nicht nur für das Kontakt-Stecken, sondern auch für den Kabelverlege-Vorgang einzusetzen, wobei das sich in einem einer gegenseitigen Behinderung der Greiforgane vorbeugenden Abstand vom Start-Greiforgan befindliche und so koordiniert mitgeführte Ziel-Greiforgan, das den von ihm gehaltenen Ziel-Kontakt, eventuell in einer zum Startorgan geneigten bzw. linear verschobenen Stellung, hält und unmittelbar nach Beendigung des Verlegevorgangs mit dem schon lagegenauen Positionieren des Ziel-Kontaktes vor dem Ziel-Gehäuse und das Stecken selbst beginnen kann.

**[0048]** Wegen der geringeren Kompliziertheit des Systems ist es bevorzugt, die beiden Greiforgane in konstantem Abstand zueinander - sozusagen zwangszuführen. Dies kann z.B. am einfachsten dadurch erfolgen, dass beide Greiforgane am End-Arm bzw. am gleichen Arbeitskopf eines Montage-Handlingsystems bzw. -Roboters angeordnet sind.

**[0049]** Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, das Kabel beim Verlegen sozusagen zwischen den Backen des Start-Greif- und -Hilfsgreiforgans gleitend bzw. abrollend zu führen. Ergänzend kann beispielsweise vorgesehen sein, dass die beiden Enden bzw. Spitzen der schnabelartigen Klemmbacken des Start-Greiforgans durch einen ein Abwärtsfallendes Kabels hindernden, die Bewegung der Klemmbacken jedoch nicht hemmenden, flexiblen Bügel, aus einem gleitfreudigen Kunststoff miteinander verbunden sind, der unter dem Kabel bei der Bewegung des Greiforgans entlang des Verlegewegs gleitend gezogen wird.

**[0050]** Gemäß einer bevorzugten Variante des Verfahrens ist eine - zumindest im wesentlichen - gleichzeitige Entnahme des Start- und des Zielkontaktes aus deren Halterungen im Kabellager bzw. -magazin mittels des Start- und des Ziel-Greiforganes gemäß Anspruch 2 vorgesehen.

**[0051]** Zusätzlich oder alternativ ist es allerdings bevorzugt, dafür zu sorgen, dass, wie aus Anspruch 3 hervorgeht, während des Verlegevorgangs für eine Art ziehendes Abspulen oder Abrollen des Kabels über zumindest eine mit einem Greiforgan mitbewegbare Abspul-Führungsrolle zu sorgen, oder aber das Kabel z.B. zwischen zwei Abspulrollen eines Führungsrollen-Paares unter leichter Pressung zwischen denselben abzuziehen.

**[0052]** Was die für das erfindungsgemäße Kabellege-Verfahren vorgesehene Bereitstellung der Kabel verschiedener Sorten betrifft, welche die im wesentlichen gleichzeitige bzw. unmittelbar aufeinanderfolgende Entnahme des Start- und des Zielkontaktes in jeweils schon exakt definierter Relativ-Positionierung zu den Schnabel-Zangen unterstützen soll, hat es sich als vorteilhaft erwiesen, vor Beginn der Fertigung eines Kabelbaumes jeweils die Kabel einer Sorte in einem eine Mehrzahl von Paaren von einander zugeordnete Magazinaufnahmen aufweisenden Magazin für die Kontakte anzuordnen, um den Entnahmevorgang, wie im Detail im Anspruch 4 beschrieben, durchzuführen.

**[0053]** Wenn, wie gemäß Anspruch 5 in einer ersten Variante vorgesehen, die Greiforgane die Kontakte der Kabel jeweils an den Kontakt-Crimps, also an den Kontaktkabel-Verbindungsstellen, erfassen, ist eine jeweils gleichbleibend definierte Lage der Start- und Zielkontakte relativ zum jeweiligen Greiforgan gesichert und damit eine exakte Ausrichtung und Positionierung des Kontaktes vor der für ihn vorgesehenen Aufnahme des jeweiligen Kontaktgehäuses. Damit ist auch ein lagerichtiges Einschieben des Kontaktes in die Kontaktaufnahme gewährleistet.

**[0054]** Wenn weiters, wie ebenfalls in diesem Anspruch in dessen zweiter Variante vorgesehen, eine Kontrolle der vom Hilfsgreiforgan beim finalen Ein- bzw. Aufschieben der einzelnen Kontakte in die jeweils für sie vorgesehenen Kontakt-Aufnahmen im Gehäuse angewandten Ein- bzw. Aufschiebe-Kräfte erfolgt, kann eine Beschädigung des Kontakts und/oder der Kontakt-Aufnahme durch ein zu kräftiges Einschieben, ebenso vermieden werden, wie ein nicht kontaktsicheres, zu schwaches oder zu kurzes Ein- bzw. Aufschieben des Kontaktes.

**[0055]** Als besonders günstig im Sinne hoher Sicherheit beim Stecken der Kontakte hat es sich erwiesen, wenn, wie gemäß einer weiteren Variante dieses Anspruches vorgesehen, unmittelbar nach dem jeweils erfolgten, kraft-kontrollierenden finalen Stecken des Kontaktes nochmals dessen Einrasten und "Sitz" in bzw. auf der Aufnahme, also die Zugkraft-Belastbarkeit der soeben hergestellten Kontaktverbindung geprüft wird.

**[0056]** Was das Erfassen der Start- und Zielkontakte durch das jeweilige Greiforgan vor Beginn des Verlegevorganges betrifft, so kann dies besonders günstig mit einem etwa schnabelartig bzw. zangenartig ausgebildeten Greiforgan erfolgen, wie dem Anspruch 6 in einer ersten Variante zu entnehmen. Hierbei ist der Vorteil gegeben, dass die längliche schnabelartige Ausbildung infolge des geringen Platzbedarfes ein Agieren des Greiforgans selbst dann noch ermöglicht, wenn der für die Manipulationen notwendige Platz schon sehr gering ist, wie dies z.B. dann der Fall ist, wenn schon eine größere Zahl von Kabeln mit ihren Kontakten in ein jeweiliges Kontakt-Gehäuse gesteckt ist und innerhalb des dem Gehäuse entquellenden Kabelbündels noch ein weiterer Kontakt zu stecken ist.

**[0057]** Was das dem jeweiligen Greiforgan zugeordnete Hilfsgreiforgan betrifft, so ist die zweite Variante dieses Anspruches besonders günstig, gemäß welcher auch dieses eine im wesentlichen schnabelartig schmale Ausbildung aufweist, da dann - insbesondere beim finalen Nachschieben des Kontaktes in die jeweilige Aufnahme - dessen Einrasten erzielt werden kann, indem die das Kabel unmittelbar hinter dem Kontakt-Crimp angreifende und haltende Schnabelzange des Hilfsgreiforgans zwischen die beiden sich rechtzeitig vorher öffnenden schnabelartigen Backen des Greiforgans vorgeschoben werden kann.

**[0058]** In diesem Sinne besonders vorteilhaft ist weiters die Ausführungsform in der dritten Variante dieses Anspruches, gemäß welcher der unmittelbar hinter den Kontakten bzw. den Kabel-Crimps liegende Bereich des jeweiligen Kabels im wesentlichen in Fortsetzung der Kontaktachse angerichtet ist und die Klemmbacken des Hilfsgreiforgans in ihrer Längserstreckung parallel zur eben genannten Achse ausgerichtet werden, und wenn diese Relativausrichtung zumindest bis zur Beendigung des jeweiligen Kontakt-Steck- und -Prüfvorgangs beibehalten wird.

**[0059]** Wie schon oben kurz angedeutet, ist es - wie aus Anspruch 7 hervorgeht - insbesondere zur Minimierung der Manipulationszeit gemäß einer ersten Variante dieses Anspruches günstig, dafür zu sorgen, dass die Greiforgane und Hilfsgreiforgane jeweils zusammengehörig zu entsprechenden Start- und Ziel-Greifergruppen bzw. -zellen vereint sind und beide Greifergruppen an den distalen Arbeitskopf eines Industrie-Handlingsystems, also z.B. eines Mehrachs-Roboters, angeschlossen sind. Dabei kann gegebenenfalls auch vorgesehen sein, dass die beiden Greifergruppen am Arbeitskopf auch relativ zueinander linear verschoben werden können. In jedem Fall ist es - insbesondere zur Minimierung von gegenseitigen Behinderungen der Greifergruppen beim Manipulieren während des Kabellegevorganges - günstig, wenn dieselben relativ zueinander verdrehbar bzw. verschwenkbar ausgebildet sind.

**[0060]** Insbesondere im Falle der Verwendung von herkömmlichen, praktisch rigiden, also material-steifen Halte- und Umlenkelementen auf dem Kabelbrett, hat es

sich als vorteilhaft erwiesen, das Kabel entlang der Verlege-Bahn auf dem Kabelbrett durch entsprechende Programmierung des jeweils zur Anwendung kommenden Handlingsystems bzw. Roboters so zu führen, dass bei Annäherung und beim Vorbeiführen oder Umlenken des Kabels an den Halte- und Umlenkelementen, über oder um dieselben eine dem jeweiligen Halte-Element mit einem erhöhten Radialabstand ausweichende Bogenbahn eingeschlagen wird, wie gemäß der zweiten Variante dieses Anspruches vorgesehen. Sind die genannten Elemente mehrteilig und nicht rigid, also z.B. federnd ausweichend, so kann eine Führung quasi durch die Mittelachse der Elemente erfolgen.

**[0061]** Sind jedoch elastische oder federnde Halte- bzw. Einhängelemente für das Kabel vorgesehen, welche beim Einbringen des Kabels bzw. auch beim Eindringen der schnabelartigen Zangen des Greiforgans während der Bewegung entlang des Kabellegeweges ausweichen können und schließlich das in ihnen abgelegte Kabel gegen ein Lösen vom Legebrett sichern, so kann die Kabelführung direkt knapp über einen Haltepunkt bzw. um oder durch einen Umlenkpunkt erfolgen, also ohne das vorher erwähnte Ausweichen in einer Bogenbahn.

**[0062]** Was eine besonders vorteilhafte Art der Ausrichtung der etwa schnabelartigen Klemmbacken des Start- und Ziel-Greiforgans bei der Entnahme der in exakt definierter Position bereit gehaltenen Kontakte aus einem, wie eben beschriebenen Magazin betrifft, hat es sich, insbesondere im Hinblick auf das dem Entnahmeprozess folgende, vor dem Beginn und nach dem Ende des Verlegevorgangs vorzunehmende Stecken und Positionieren der Kontakte in das Start- und in das Zielgehäuse als günstig erwiesen, wenn die Klemmschnäbel des jeweiligen Greiforgans parallel zum jeweiligen Kontakt bzw. zu dessen Hauptachse ausgerichtet werden, um den Kontakt dann aus dem Magazin zu entnehmen, wie dies aus dem Anspruch 8 hervorgeht.

**[0063]** Bezüglich der nach Beendigung des Verlegevorgangs vorzunehmenden Nachbearbeitung, Bündelung, Finalisierung und letztendlich Entfernung des fertigen Kabelbaums vom Legebrett ist es von Vorteil, wenn nach vollendetem Verlegen aller für einen vorgegebenen Kabelbaum vorgesehenen Kabel das Legebrett aus der Kabelverlege-Position bzw. aus einer "ersten Position" in zumindest eine von derselben verschiedene, zweite oder weitere Position für Nachbearbeitung, Bündelung, Finalisierung und Entfernung des fertigen Kabelbaums und für die Bestückung des Legebretts mit neuen Kontaktgehäusen sowie für eine gegebenenfalls vorgesehene Zurüstung und/oder Umrüstung desselben weg bewegt wird, wonach es wieder in die vorgenannte Kabelverlege- bzw. erste Position zurückgeführt wird.

**[0064]** Als fertigungstechnisch günstig hat sich eine Vorgangsweise erwiesen, bei welcher vorgesehen ist, dass nach vollendetem Verlegen aller für einen vorgegebenen Kabelbaum vorgesehenen Kabel das - bevorzugt zusammen mit weiteren zwei, drei oder mehr, je-

weiligen (Nach-)Bearbeitungsschritten bzw. -Positionen entsprechend, auf einem Förderorgan, Karussell, Drehturm, Wagen, od.dgl. angeordneten Legebrettern - ebenfalls auf dem Förderorgan od.dgl. angeordnete, fertig bestückte Legebrett aus der jeweiligen Verlege-Position in die jeweils nächste Position weiterbewegt, insbesondere um eine bevorzugt senkrechte Achse - um 120°, 90° oder 72° in eine jeweils nächste von zwei, drei oder mehr Nachbearbeitungs-, Bündelungs-, Finalisierungs-, Kabel-Abnahme-, und eventuelle Legebrett-(Um- oder Auf-) Rüst-Positionen weiter dreh-verschwenkt und schließlich für einen neuerlichen Legevorgang wieder in die Kabelverlege-Position bewegt, insbesondere dreh-verschwenkt, wird.

**[0065]** Da beim erfindungsgemäßen Verfahren gleich das gesamte Kabel aus dem Kabellager entnommen wird und von seinen - von den schnabelartigen Zangen des Start- und des Ziel-Greiforgans gehaltenen - Kontakten aus, als Schlaufe herabhängt, kann es weiters von Vorteil sein, dafür zu sorgen, dass die Kabel bei deren Verlegung über bzw. durch von einem bevorzugterweise in Vertikal- bzw. Senkrechtlage oder aber gegebenenfalls vom Roboter weg in einem Winkel zwischen +5 nach hinten geneigt und - 7,5° nach vorne überhängend, bevorzugt jedoch vertikal, angeordneten Kabellegebrett wegragende Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente geführt werden.

**[0066]** Einen weiteren wesentlichen Gegenstand der Erfindung bildet eine neue Anlage für die automatisierte Fertigung von Kabelbäumen, insbesondere für die Durchführung des Verfahrens, wie es in seinen Varianten oben beschrieben ist, welche Anlage gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 9 ausgebildet ist.

**[0067]** Diese neue Kabelbaum-Fertigungsanlage weist die im **Kennzeichen** des Anspruchs 9 genannten Merkmale auf.

**[0068]** Um ein "gleichachsiges" Ausrichten des Greiforgans und des Hilfgreiforgans und insbesondere das Ein- bzw. Aufschieben des Hilfgreiforgans beim finalen Stecken der Kontakte in bzw. auf die ihnen zugeordneten Kontakt-Aufnahmen der Gehäuse zwischen den beiden, schnabelartigen Klemmbacken des Greiforgans zu ermöglichen, ist eine Platz und Bewegungsraum für das relativ zum Greiforgan bewegliche Hilfgreiforgan schaffende Ausbuchtung der Betätigungsarme für die Greiforgan-Backen von Vorteil, wie im einzelnen der ersten Ausführungsvariante des **Anspruches** 10 zu entnehmen.

**[0069]** Was die Ausrichtung der Klemmbacken von Greif- und Hilfgreiforgan, sowohl der Start- als auch der Ziel-Greiforgangruppe betrifft, wie auch die Bewegung von deren Klemmbacken, sei auf die zweite Variante dieses Anspruches verwiesen.

**[0070]** Die für das finale, also "einrastende", Stecken und letztlich auch für die Prüfung einer soeben hergestellten Kontakt-Verbindung notwendige Beweglichkeit der Klemmschnäbel des Hilfgreiforgans und dessen Verschiebbarkeit nach rückwärts bzw. nach vorne, zwischen den beiden Schnabel-Backen des Greiforgans,

stellen ein weiteres bevorzugtes Merkmal der Erfindung dar, das Gegenstand der dritten Variante dieses Anspruches ist.

**[0071]** Ein exaktes und die leitende Verbindung zwischen den Kontakten und den Kontaktaufnahmen der Gehäuse sicherndes Stecken, Ein- bzw. Aufschieben und Einrasten der Kontakte kann in vorteilhafter Weise eine Prüfeinrichtung gemäß der vierten Variante dieses Anspruches sicherstellen, welche eine für jeden Kontakt bzw. jede Kontaktart individuelle Kontakt-Abzugsprüfung ermöglicht.

**[0072]** Durch diese mechanische Prüfung wird eine derart hohe Zuverlässigkeit aller Kontaktverbindungen erreicht, dass eine elektrische Prüfung des fertigen Kabelbaumes völlig unterbleiben kann.

**[0073]** Was Vorkehrungen für ein störungsfreies Abspulen und Abziehen des ja in einer Schleife von den Kontakten abwärts hängenden Kabels während des Verlegungsvorganges betrifft, ist es bevorzugt - wie dies aus der fünften Variante dieses Anspruches hervorgeht, Kabelführungsorgane in Form von einer verstellbaren oder verschwenkbaren Rolle zumindest an der Start-Greiforgan-Gruppe vorzusehen. Die Schwenkbarkeit der Rolle kann dann z.B. so erreicht werden, dass nach dem einen - wie oben beschriebenen - erfolgreichen Stecken eines Kontaktes und Prüfen der Steckverbindung mittels des Hilfsgreiforgans dieses Hilfsgreiforgan zwischen den geöffneten Backen des Greiforgans aus der klemmhaltenden Stellung der Backen in eine das Kabel freigebende Offen-Stellung übergeführt, dass also die Klemmhaltung des Kabels durch die Hilfs-Greifzange gelöst wird und gleichzeitig mittels eines Gelenkhebels die Rolle unter das Kabel geschwenkt wird, womit eine Abstützung desselben gegen ein Abwärtsfallen und eine Ausrichtung desselben zur Verfolgung der vorgesehenen Legebahn auf dem Legebrett sichergestellt wird.

**[0074]** Anstelle einer solchen schwenkbaren Kabel-Abspul- bzw. -Abzieh-Rolle kann auch ein beim Lösen des Hilfsgreiforgans nach beendeter Steck- und Prüftätigkeit sich um das Kabel schließendes, das Kabel z.B. mit der Kraft einer Rollen-Spannfeder haltendes Abzugsrollen-Paar vorgesehen sein. Durch die Rollen-Spannung wird ein gewisses Spannen des Kabels vom vorher gesteckten Start-Kontakt weg entlang des gesamten Verlegewegs über das Legebrett erzielt, sodass es während des Verlegungsvorganges zu keinem störenden Durchhängen des Kabels auf dem Legebrett zwischen den Kabelhalte- und -umlenkpunkten kommt.

**[0075]** Eine weitere Möglichkeit ist das Führen des Kabels mittels einer Führungs- bzw. Verlegeöse, welche bereits bei der Entnahme des Kabels aus dem Magazin zur Vorpositionierung des Kabels dient.

**[0076]** Um Störungen des Verlegungsvorganges durch die von den beiden, von den Greiforganen gehaltenen Kontakte herabhängende Kabel-Schlaufe, z.B. infolge einer Art Peitschen-Effekt bei raschen Roboterbewegungen hintanzuhalten, ist eine Detail-Ausführungsform der erfindungsgemäßen Anlage mit einem, die Kabelschlau-

fen vom Kabellegebrett während der Verlegearbeit beabstandet haltenden Schlaufenhalte-Bogen od.dgl. gemäß der sechsten Variante des Anspruches 10 von Vorteil.

5 **[0077]** Wie schon kurz erwähnt, spielt für eine automatisierte Produktion von Kabelbäumen eine dieser Produktionsmethode optimal angepasste Zuführung der zu verlegenden Kabel durch deren Bereithaltung in - dem Arbeitsprozess entsprechend ausgebildeten und angeordneten - Kabellagem bzw. Kabelmagazinen eine wichtige Rolle. Demgemäß ist eine Ausstattung der erfindungsgemäßen Anlage mit Kabelmagazinen gemäß der ersten Variante des Anspruches 11 von besonderem Vorteil.

10 **[0078]** Es sind bei diesen erfindungsgemäß bevorzugten Kabelmagazinen die Ziel- und Endkontakte jeweils paarig sequentiell hintereinander angeordnet und entweder kann mittels eines Kabelmagazin-Antriebs ein - einem eben entnommenen Kabel folgendes - Paar von Kontaktklemmen in die gleiche Position verschoben werden, wie das vorherige Kontakt-Paar oder aber der Greifarm des Roboters bzw. Handlingsystems ist so programmiert, dass er genau um einen Abstand der Kontakt-Paare voneinander weiter ausgreift, um die beiden Kontakte

20 eines jeweils nächsten Kabels zu entnehmen. **[0079]** Besonders bevorzugt ist hiebei eine Ausführungsform des Kabelmagazins gemäß der zweiten Variante dieses Anspruches, welche sich dadurch auszeichnet, dass sie eine größere Anzahl von Kontakten verschiedener Ausführungsformen, wenn sie nur einigermaßen in die Kontaktausnehmungen passen, aufnehmen können.

25 **[0080]** In den genannten Magazinen sind die Kontakte vorteilhafterweise von unten nach oben hin eingeschoben, sodass beim Entnahmevorgang - nach entsprechender Parallelausrichtung der Backen der Zangen des Ziel- und des Start-Greiforgans mit den Kontakten - diese Kontakte zusammen mit der von Ihnen herabhängenden Kabel-Schlaufe vom jeweiligen Greiforgan nach abwärts hin herausgezogen werden können, was den Vorteil hat, dass die Gefahr einer Eigen-Torsion und -Verwicklung des Kabels gering ist.

30 **[0081]** Eine weitere, besonders bevorzugte Bauart der Magazinstäbe, welche im wesentlichen eine einheitliche Gestalt der einzelnen Kontakt-Ausnehmungen ermöglicht und somit jeweils unterschiedliche, für jede der Kontaktformen spezifische Kontakt-Ausnehmungen überflüssig macht, umreißt die dritte Variante dieses Anspruches.

35 **[0082]** Schließlich hat es sich, insbesondere um die Gefahr von Verwechslungen bei der Entnahme aus den Magazinen auszuschalten, als vorteilhaft erwiesen, die Magazinstäbe, wie gemäß der vierten Variante des Anspruches vorgesehen, z.B. an ihrer Frontseite mit einem maschinen-lesbaren Identifikationssystem-Code, z.B. Strich- oder Zahlen-Code, Transponder od.dgl., welcher die jeweilige Kabel- und Kontaktart angibt, zu versehen, der von einem am Arbeitskopf des Handlingsystems bzw.

Roboters angeordneten Codeleser, Sender/Empfangssystem od. dgl. abgelesen und mit dem, für eine jeweilige Kabelsorte spezifischen in der Steuerung gespeicherten Code verglichen wird, sodass nur bei Übereinstimmung des Magazin-Codes mit dem gespeicherten Code der Verlegevorgang fortgesetzt werden kann.

**[0083]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, nämlich gemäß Anspruch 12 in seiner ersten Variante, ist vorgesehen, dass das Legebrett aus einem mechanisch rigiden Material gefertigt ist und einen Lochraster, beispielsweise mit Matrixabständen von 2 x 2 cm aufweist, in dessen Löcher mit entsprechenden klemmpassenden Steckfortsätzen ausgestattete Auflage-, Halte-, Klemm- und Umlenk-Elemente für die Kabelführung gemäß einem jeweiligen Kabellege-Programm, sowie selbstverständlich auch die Halterungen für die Start- und Zielkontaktgehäuse und eventuelle Zwischenablagen für Kontakte anordenbar sind.

**[0084]** Die Ausführungsformen der soeben genannten Auflage-, Halte-, Klemm- und Umlenkelemente können den jeweiligen Anforderungen im Rahmen des Verlegevorgangs angepasst werden. Sie können bloße Stifte mit verstärkten Enden sein, welche ein Abgleiten eines schon vorher verlegten Kabels vom Kabel-Legebrett verhindern. Sie können auch nachgiebige Federn aufweisen, welche beim Verlegevorgang beim Führen des Kabels mittels der Greiforgan-Zange ausweichen, nach erfolgtem Vorbeigang der Zange jedoch zurückfedern und so das Kabel vor einem Abgleiten aus der Halterung schützen, oder aber in jeder anderen in dieser Weise geeigneten Form ausgebildet sein. Besonders bevorzugt sind Ausführungsformen der Halte-, Klemm- bzw. Umlenkelemente gemäß der zweiten Variante dieses Anspruches, bei welcher die oben genannte, z.B. eine Mehrzahl von Kabeln zurückhaltende Feder des Klemm-Elements durch Halte-Elemente mit an federnden Stielen sitzenden und federnd aneinander anliegend gehaltenen, vorteilhafterweise dreh-symmetrischen, insbesondere außenkonvex halbkugel- oder kugelartigen, Halteköpfen ersetzt ist. Bei dieser Art der Ausbildung der Halte- und Umlenkelemente kann eine Führung des Kabels beim Verlegen direkt über die Position des Halte- oder Umlenkpunktes ohne "Umgehung" desselben erfolgen.

**[0085]** Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung kann beispielsweise vorgesehen sein, dass insbesondere, wenn die soeben genannten, ein Lösen der Kabel von ihren Halteelementen verhindernde Ausbildung der Halte-Elemente zur Anwendung kommt, das Kabelbrett etwa in Form einer Hohlzylinder-Innenfläche ausgebildet ist, welche dem Handlingsystem bzw. Roboter mit den Kabel-, Steck- und Verlege-Greiforganen zugewandt ist, sodass die einzelnen Wege, welche der Verlegekopf bis zum Kabelbrett hin zurücklegen muss, minimiert werden.

**[0086]** Im Rahmen einer solchen Ausführungsform würde es weiters besonders günstig sein, auch die Kabelmagazine und sonstigen Hilfskomponenten der Anlage in einem der Raumgreif-Charakteristik des Handling-

systems entgegenkommenden Weise, also z.B. etwa einem Hohlzylinder entsprechend, radialstrahlig rund um den Roboter anzuordnen.

**[0087]** Um eine hohe Einsatz-Flexibilität auch hinsichtlich der Ausbildungsformen der für die zu fertigenden Kabelbäume vorgesehenen Kontakt-Gehäuse sicherzustellen, ist eine Ausführungsform der Legebrett-Halterungen für dieselben gemäß der dritten Variante dieses Anspruches besonders vorteilhaft, wobei eine Ausrichtung der Gehäuse-Achsen bzw. der Achsen deren Kontakt-Aufnahmen - welche Vertiefungen, in welche Kontaktstifte, eingeschoben werden oder aber Aufnahme-Stifte sein können, auf welche die Kontakte des Kabels aufgeschoben werden - überhaupt parallel zum Legebrett anzuordnen. Dies kann allerdings, trotz der ohnedies nur wenig raumgreifenden Ausbildung der schnabelartigen Klemmen der Greif- und Hilfsgreiforgane zu Schwierigkeiten bezüglich des Platzbedarfs beim Steckvorgang führen.

**[0088]** Bevorzugt ist es jedoch, die Gehäuse-Halterungen so auszubilden, dass die von ihnen gehaltenen Kontaktgehäuse bzw. deren Achsen einen Winkel von maximal 25°, bevorzugt zwischen 10 und 15°, zum Legebrett einnehmen.

**[0089]** Um während eines laufenden Verlegevorgangs gleichzeitig eine eventuelle, einem neuen Verlege-Mechanismus entsprechende Umrüstung oder Nachrüstung des Kabelverlegebretts bzw. Arbeits- und Nacharbeitsvorgänge sowie letztlich auch das Abnehmen des fertigen Kabelbaums von einem anderen Legebrett zu ermöglichen, ist es günstig, mehrere Legebretter auf einem Drehturm oder Karussell anzuordnen und sie den, einem jeweiligen Arbeits-Abschnitt entsprechenden einzelnen Arbeitsstationen durch Drehung des Turmes jeweils um einen bestimmten Drehwinkel zuzuführen, wie dies von der vierten Variante dieses Anspruches umfasst ist.

**[0090]** Die Erfindung wird anhand der Zeichnung näher erläutert.

**[0091]** Es zeigen die Fig. 1a und 1b die Seitenansicht und Draufsicht einer für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugten Ausführungsform einer Kabelbaum-Produktionsanlage gemäß der Erfindung, die Fig. 2 eine schematische Draufsicht auf eine im Prinzip gleichartig aufgebaute Anlage, mit an den Aktivitätsbereich eines Knickarm-Roboters angepasster Anordnung der Magazine und Ausführungsform des Legebretts, die Fig. 3 die Schrägansicht einer Anordnung einer Start- und einer Ziel-Greiferzelle mit Greiforgan und Hilfsgreiforgan auf einem für die Montage auf dem Endarm eines Handlingsystems, z.B. Knickarm-Roboters, anzuordnenden Anschlussflansch, die Fig. 4 die Schrägansicht eines Arbeitskopfes eines Knickarm-Roboters, mit den auf demselben angeordneten Start- und Ziel-Greiferzellen bzw. -gruppen und einer Kabelschlaufen-Abschirmeinrichtung, die Fig. 5a und 5b die Seitenansicht und Draufsicht eines zumindest am Start-Greiforgan bzw. Start-Hilfsgreiforgan vorgesehenen Abspulör-

gans für das Führen des Kabels entlang der Verlegebahn auf dem Legebrett, die Fig. 6a bis 6d eine Vorder- und Seitenansicht sowie eine Draufsicht des Kabelbrettes mit mehreren, darauf angeordneten Kontaktgehäuse-Haltern und einem Kabel-Halte- und -Umlenkelement sowie eine Schema-Skizze eines Kontakt-Gehäuses, die Fig. 7 die schematische Ansicht eines Kabel-Legewegs, die Fig. 8 die Schrägansicht eines mehrere Einzelmagazine umfassenden Kabelbereitstellungs-Magazins gemäß der Erfindung, die Fig. 9 eine Draufsicht auf einen für dasselbe vorgesehenen Magazinierstab in einer erfindungsgemäß besonders bevorzugten, flexiblen Ausführungsform und die Fig. 10 die Schrägansicht eines speziellen Kabel-Halte- und Umlenk-Elements.

**[0092]** Die in der Fig. 1 gezeigte Kabelbaum-Produktionsanlage 100 umfasst ein von einem Knickarm-Roboter, wie z.B. einem Sechssachs-Roboter 1 mit - hier fixem - Standort gebildetes, von einer Steuerung 10 entsprechendem einem Legeprogramm LP mit Steuerdaten belieferbares Handlingsystem, wobei der Arbeitsarm bzw. Kopf 12 des Roboters 1 mit der hier nicht näher detailliert dargestellten Start- und der Zielgreifergruppe 2, 3 ausgestattet ist, weiters einen dem Roboter 1 eines (7) von insgesamt vier an demselben angeordneten Legebrettern 7 bis 7''' zukehrenden Legebrett-Drehturm 79 und beidseitig des Roboters 1 jeweils ein Kabelmagazin 8 mit darin befindlichen Kabeln 5. Die Magazine 8 sind hier übereinander, sozusagen in zwei Stockwerken I, II angeordnet, wobei die Magazine 8 des oberen Stockwerkes II mit den kurzen und daher auch nur kurze Schlaufen 55 aufweisenden Kabel und die Magazine 8 des unteren Stockwerkes I mit den längeren bzw. langen Kabeln 5 bestückt sind. Durch diese Anordnung der Magazine können die Wege der Greifergruppen des Roboters 1 für die Entnahme der Kabel 5 verkürzt werden und somit auch die Zeit für den Entnahme-Vorgang.

**[0093]** Mit ar sind die Grenzen des Aktionsraums des Roboters 1 angedeutet, wobei, wie aus der Grundriss-Darstellung deutlich wird, das Legebrett 7 praktisch voll innerhalb des genannten Raumes ar angeordnet ist. Das Legebrett 7 weist zu seiner Vorderseite vs hin bzw. zur Vorderfläche 750 hin offene Stecklöcher 71 auf, welche einen Loch-Raster 70, z.B. im Abstand von 1 cm voneinander entfernt, bilden.

**[0094]** In die Stecklöcher 71 sind - mit entsprechenden, hier nicht näher gezeigten, Steckfüßen - an den für den Verlauf der einzelnen Kabel des zu fertigenden Kabelbaums wesentlichen Stellen Halte-, Klemm- und Umlenk-Elemente 701, 702, 703 und weiters Kontakt-Gehäuse-Halter 76 gesteckt, welche die Startgehäuse 61 und die Zielgehäuse 62 halten.

**[0095]** Das Legebrett 7 befindet sich in einer ersten Position, und zwar in der Kabellege-Position P1, während sich die Legebretter 7', 7'' und 7''' z.B. in den Nachbearbeitungs- und Finalisierungs-Positionen P2, P3 und einer Aufrüst-Position P4 befinden. Der Drehturm 79 ist um eine von einer Stand- bzw. Bodenplatte 791 aufragende Achse da drehbar. Die Legebretter 7 bis 7''' wer-

den von den Drehturm-Armen 790 gehalten und sind an diesen lösbar befestigt.

**[0096]** Die Fig. 2 zeigt nur in Draufsicht eine für eine Optimierung bzw. Minimierung der Arbeitswege des die Greiforgane 2 und 3 tragenden Arbeitskopfes 12 des Roboters 1 optimale Ausbildungsform des Legebrettes 7 und eine diesbezüglich ebenfalls zweckmäßige Anordnung der Magazine 8. Das Kabellegebrett 7 ist in dieser Ausführungsform im wesentlichen als Hohlzylinder-Innenfläche ausgebildet, wobei diese Konkav-Fläche 750 dem Roboter 1 zugekehrt ist. In analoger Weise ist eine radialstrahlige Anordnung der Kabelmagazine 8 beidseitig des Roboters 1, jeweils ebenfalls ausgehend von einer die vorgenannte Fläche des Legebrettes 7 fortsetzenden konkaven Innenzylinder-Fläche gezeigt.

**[0097]** Ein gewisser Nachteil dieser Anordnung kann neben deren höherer Komplexität auch darin gelegen sein, dass, da die Magazine 8 nicht dicht nebeneinander, also nicht aneinander anliegend angeordnet sein können, sondern radial-strahlig, nach außen hin auseinanderklaffend, angeordnet werden müssen, der Platzbedarf ist höher als bei der in Fig. 1 gezeigten aneinanderliegenden Linear-Anordnung der Magazine.

**[0098]** Die Fig. 3 zeigt die auf einem Anschlussflansch 230 am nicht gezeigten distalen Arbeitsarm eines Handlingsystems, z.B. Knickarm-Roboters, angeordneten, einander zugeordneten Greifergruppen und zwar die Start-Greifergruppe 2 und die Ziel-Greifergruppe 3, wobei gleich an dieser Stelle festzuhalten ist, dass im gezeigten Fall die beiden Greifergruppen praktisch gleichartig aufgebaut sind.

**[0099]** Der Greifergruppe 2 ist ein Drehantrieb 23 zugeordnet, welcher eine Drehung der Start-Greifzange 21 und der sich innerhalb eines Freiraumes 200 zwischen deren Betätigungs-Armen 202 befindlichen Start-Hilfs-greifzange 22 um die Hauptachse ha 2 ermöglicht, wobei diese Drehung von 0 bis 360° gehen kann. Die Start-Greifzange 21 weist die beiden distalen schnabelartigen Klemmbacken 211 auf, welche - betätigt mittels entsprechender Mechanik - im wesentlichen quer zur Achse ha 2 aufeinander zu oder auseinander bewegbar sind und so das klemmende Halten eines Kabels, bevorzugt achsident mit der Zangen-Achse ermöglichen. Die sich im zwischen den nach außen ausbuchtenden Armen 202 des Greiforgans 21 befindliche Start-Hilfs-greifzange 22 weist ebenfalls distale schnabelartige Klemmbacken 221 auf, welche praktisch in derselben Art ausgebildet sind, wie die Klemmbacken 211 des Greiforgans 21, wobei auch diese Backen 221 quer zur Achse ha 2 aufeinander zu oder auseinander bewegbar sind, um ein Kabel entweder, bevorzugt ebenfalls achsparallel, einzuklemmen oder aber, z.B. beim Verlegen freizugeben. Gleichzeitig ist vorgesehen, dass mittels eines Linear-Verschiebeantriebs die Hilfs-greifzange 22 in Richtung der Achse ha 2 zwischen die - dann geöffneten - Schnabelklemmen 211 der Greifzange 21 verschiebbar oder daraus rückziehbar ist, wobei mittels zwei gelenkig verbundenen Hebeln 251, 252, die auf einer von diesen Hebeln angeordnete Rolle

25 bei einem Vorschieben der Hilfgreifzange 22 zwischen die Backen 211 der Greifzange 21 in eine Stellung oberhalb der Achse ha 2 verschwenkt wird, sodass sie ein zwischen den Backen 211 der Greifzange 21 und den Backen 221 der Hilfgreifzange 22, also ein im wesentlichen entlang der Achse ha 2 verlaufendes Kabel nach oben hin sichern kann. Dazu ist deutlich anzumerken, dass die gesamte Anordnung und somit auch die Greifergruppen 2 und 3 in der Fig. 3 in einer deren Sichtbarkeit und das Verständnis ihrer Funktion fördernden, inversen Lage gezeigt sind und dass die übliche Arbeitsstellung der beiden Greifergruppen 2 und 3 praktisch genau umgekehrt ist, als in der Fig. 3 gezeigt. Die Rolle 25 für das Halten, Abspulen und Abziehen des Kabels ist in der Arbeitsstellung während der Verlege-Arbeit unterhalb der Achse ha 2 positioniert und sichert das zu verlegende Kabel gegen ein Abwärtsfallen, wenn die Zangen 21 und 22 während des Kabellegens geöffnet sind.

**[0100]** Festzuhalten bleibt noch, dass die beiden Klemmflächen der schnabelartigen Backen 211 des Greiforgans 21 mit 2001 bezeichnet sind. Nicht zuletzt ist noch auf den Schwenkantrieb 24 hinzuweisen, mittels welchem eine Verschwenkung der Start-Greifergruppe 2 um eine Achse ha 4 quer zur Hauptachse ha 2 ermöglicht ist, was insbesondere dann günstig ist, wenn eine der beiden Greifergruppen 2 oder 3 gerade in Aktion ist, und die andere, nicht aktive, z.B. den Zielkontakt haltende, nach hinten verschwenkt ist, womit das Kabel bzw. dessen Schlaufe vom Legebrett ferngehalten ist und auch ein eventuelles Knäueln des Kabels und somit unangenehme Störungen während der Verlegearbeit weitestgehend ausgeschaltet sind.

**[0101]** Die Ziel-Greifergruppe 3 ist in der gezeigten Anordnung identisch zur Start-Greifergruppe 2 aufgebaut, es beginnen ihre Bezugszeichen jedoch mit der Ziffer 3. Die Ziel-Greifzange 31 weist nach rückwärts hin ebenfalls auseinanderlaufende, zwischen sich einen Freiraum 300 freilassende Zangenarme 302 auf, welche distal in schnabelartige Klemmbacken 311 mit Klemmflächen mit 3001 übergehen. Innerhalb des Freiraums 300 ist die Ziel-Hilfgreifzange 32 mit ihren Backen 321 angeordnet. Auch bei der Ziel-Greifergruppe 3 kann mittels eines Gelenkhebel-Systems eine Kabelführungs-Rolle vorgesehen sein. Im Vergleich zur Start-Greifergruppe 3 mit ihrer Achse ha2 ist die Ziel-Greifergruppe mit der Achse ha3 um einen Schwenkwinkel  $\beta$  nach oben verschwenkt gezeigt. Es sei hier wiederholt, dass die Lage der Greiferzellen in der realen Arbeitsstellung der in der Fig. 3 gezeigten Stellung diametral entgegengesetzt ist.

**[0102]** Die Fig. 4 zeigt - bei sonst gleichbleibenden Bezugszeichen-Bedeutungen - wie am distalen Roboter-Arbeitsarm 11 der achs- und querachs-verschwenkbare Arbeitskopf 12 angeordnet ist, an dessen Ende mit ihrem Anschlussflansch 230 die Start-Greifergruppe 2 und die Ziel-Greifergruppe 3 angeordnet sind. In der hier gezeigten Anordnung befindet sich die Start-Greifergruppe 2 in einer Vertikalstellung mit vertikaler Achse ha 2 und die Ziel-Greifergruppe 3 in einer nach oben vorne ver-

schwenkten Schrägstellung mit schräger Achse ha3. Gezeigt sind noch die beiden Drehantriebe 23, 33 und die Schwenkantriebe 24, 34 für die Start- und die Zielgreifergruppe 2 und 3.

5 **[0103]** Ergänzend sei ausgeführt, dass aus der Fig. 4 die, z.B. beim Entnehmen der Kabel bzw. von deren Kontakten aus den Magazinen vorgesehene, vertikale, der vertikalen Achse ha 2 entsprechende Stellung der Start-Greifergruppe 2 ersichtlich ist, wobei die schlecht sichtbare Kabelabspulrolle 25 hier zum Betrachter hin gewandt ist. Es ist in dieser Fig. die Greifergruppe 2 in einer 10 der realen Verlegearbeit, z.B. bei der Kabel-Entnahme entsprechenden, aufrechten Vertikal-Stellung gezeigt.

**[0104]** Für das Verlegen eines Kabels erfolgt dann eine 15 Schwenkung der Greifergruppe, sodass die Hauptachse ha2 derselben im wesentlichen dem aktuellen Verlauf der Verlegebahn entspricht, wobei die in der Fig. 4 noch betrachter-seitige Rolle 25 sich dann unterhalb der Achse ha 2 befindet. Ein zu verlegendes Kabel ist oberhalb der Rolle 25 positioniert und liegt auf ihr auf, sodass 20 das Ziehen des Kabels während des Verlegens auf dem Kabelbrett störungsfrei vor sich gehen kann. Mittels des auf und ab schwenkbaren Haltebogens 235 kann das beim Verlegen in einer Schlaufe frei abwärts hängende 25 Kabel vom Legebrett ferngehalten werden.

**[0105]** Im Sinne der soeben erfolgten Erläuterung ist zu der - hinsichtlich der Bezugszeichen-Bedeutungen analogen - Fig. 5 vorab gleich zu bemerken, dass auch hier die Darstellung aus Sichtbarkeitsgründen nicht der 30 Stellung der Start-Greifergruppe 2 während eines Entnahme- oder gar während des Kabel-Legevorgangs entspricht, sondern, dass insbesondere beim Lege-Vorgang davon auszugehen ist, dass die Start-Greifergruppe 2 während desselben in genau umgekehrter Anordnung im Vergleich zur Darstellung der Fig. 5 vom Kabel-Lege- 35 roboter bewegt wird.

**[0106]** Es ist hier nur die Hilfgreifzange 22 mit ihren Backen 221 gezeigt, für welche ein Antrieb 225 vorgesehen ist. Mittels dieses Antriebs wird ein die Hilfgreifzange 22 tragender Schlitten 226 nach vorne bzw. in der 40 Zeichnung nach rechts verfahren und die sich - in der Zeichnung - oberhalb der Hauptachse ha 2 befindliche, am Schlitten angelenkte und mittels Gelenk-Hebelsystem 251, 252 verschwenkbare Kabelführungsrolle 25 ist in der gezeigten Vorschubstellung der Zange 22 in 45 der Stellung sg oberhalb der Achse ha 2 angeordnet. Sonst hat sie die Stellung sa.

**[0107]** In der Draufsicht der Fig. 5 - also real Unter-Ansicht - ist gezeigt, wie zwischen den geöffneten 50 Klemmbacken 221 und deren Klemmflächen 2001 ein Kabel 5 geführt ist, das in der Zeichnung nach oben hin, in der tatsächlichen Arbeitsstellung, jedoch nach unten hin von der Rolle 25 in der Verlege-Stellung gehalten ist und auf welcher das Kabel 5 während des Legens abrollend läuft. Angedeutet ist noch, wie das Kabel 5 dann von der Abspulrolle 25 aus in eine nicht gezeigte Schlaufe 55 übergeht.

**[0108]** Das in der Fig. 6a bis 6c dargestellte Kabelle-

gebrett 7 weist zu seiner dem Betrachter, also der Vorderseite vs zugekehrten Oberfläche 750 hin offene, in einem quadratischen Raster 70 gleichmäßig voneinander beabstandete Steck-Öffnungen 71 auf. In die Löcher 71 des Lochrasters 70 sind, wie insbesondere aus der Seitenansicht ersichtlich, von Trageplatten 760 eines ein Start-Kontaktsteckgehäuse 61 haltenden Gehäusehalters 76 wegragende Steckfortsätze 761 eingesteckt. Das Kabelbrett 7 ist hier in einem Winkel  $\alpha$  von  $90^\circ$  zur Horizontalen, also nicht nach vorne geneigt, ausgerichtet.

**[0109]** Aus der Draufsicht der Fig. 6 ist noch ersichtlich, wie der Gehäusehalter 76 und das von ihm gehaltene Kontaktgehäuse 61 in einem Winkel  $\delta$  von der in Richtung Vorderseite vs von der dem Betrachter zugekehrten Fläche 750 des Legebrettes 7 schräg nach vorne ragt, was die Zugänglichkeit der Kontakt-Aufnahmen der Gehäuse 61, 62 für die von den Greiferzangen des Handlingsystems gehaltenen Kabelkontakten wesentlich erleichtert.

**[0110]** Aus der Fig. 6d ist nur zur Erläuterung die Schrägsicht eines mit seiner Achse  $ga$  unter einem spitzen Winkel  $\delta$  vom Kabelbrett 7 schräg nach vorne ausgerichteten Start- bzw. Zielgehäuses 61, 62 mit seinen Kontakt-Steckaufnahmen 611, 621 dargestellt.

**[0111]** In der Skizze der Fig. 7 ist - bloß beispielhaft - gezeigt, wie mittels des vom im wesentlichen durch den jeweiligen CAD-Verlegeplan nach entsprechenden Algorithmen gesteuerten Roboters die Fixhalte- oder Umlenk-Elemente 701, 703, in einer Ausweich-Bogenbahn mit vergrößertem Abstand zum jeweiligen Element 701, 703 beim Führen des Kabels 5 umfahren wird, um Kollisionen zwischen der Greiferzange und den Halte- und Umlenk-Elementen 701, 703 zu vermeiden.

**[0112]** Die Fig. 8 zeigt eine paketartige Anordnung von vier eng nebeneinander angeordneten Kabelmagazinen 8, welche jeweils einen Profilrahmen 81 aufweisen, in welchen ein Magazinierstab 82 eingeschoben ist.

**[0113]** An seiner Vorderseite 821 trägt der Magazinierstab 82 einen Strichcode 825, welcher von einem entsprechenden Sensor des Kabellese-Roboters gelesen und mit dem in der Roboter-Steuerung gespeicherten Code des jeweils zu entnehmenden Kabel 5 verglichen wird, sodass es zu keinen Verwechslungen von Kabeln 5 bei Entnahme aus den Magazinen 8 kommen kann. Jeder Magazinierstab 82 mit Strichcode 825 weist jeweils eine Mehrzahl von voneinander gleichmäßig beabstandeten Kontaktaufnahme-Ausnehmungen 83 auf, welche jeweils paarweise angeordnet sind und für die Halterung der Startkontakte 51 und der Zielkontakte 52 jedes der jeweils von den eben genannten Kontakten bzw. von deren Crimp-Stellen 505 in freien Schlaufen 55 herabhängenden Kabel 5 vorgesehen sind, und in welche die Kontakte 51, 52 eingesteckt und jeweils von einer schematisch angedeuteten Klemmhalte-Feder 84 gehalten sind. Bei der Entnahme der Kabel werden die vorher beschriebenen, schnabelartigen Klemmbacken des jeweiligen Greiforgans in der durch Aufwärtspfeile angedeuteten Weise in Richtung senkrecht nach oben an den jeweiligen Crimp 505 herangeführt, es erfolgt ein Einklemmen

des Kabels 5 in der gewünschten definierten Relativ-Positionierung der Crimpstelle 505. Im derart klemmgehaltenen Zustand wird dann der jeweilige Kontakt 51, 52 aus der Öffnung 83 in Richtung der zweiten Pfeile nach abwärts herausgezogen und in der vorgegebenen Positionierung gehalten, wonach die Steck- und Legearbeit folgt.

**[0114]** Die Fig. 9 zeigt eine besonders bevorzugte Ausbildungsform der Magazinierstäbe 82. Der Magazinierstab 82 ist dreiteilig aufgebaut und zwar mit zwei Flankenteilen 821 und einen zwischen den beiden Flankenteilen anliegend angeordneten Mittelteil 822. Die beiden Flanken 821 weisen zum Mittelteil 822 hin gerichtet, eine etwa zahnstangenartige Formgebung auf, welcher eine entsprechende, ebenfalls zahnstangenartige, beidseitige Gestaltung des Mittelteiles 822 entspricht.

**[0115]** Jede zweite der in der gezeigten Variante um einen Winkel  $\phi$  von plus oder minus  $45^\circ$  zur Längserstreckung des Stabes 82 geneigten Zahnflächen der beiden Flankenteile 821 weist eine Ausnehmung oder Nut 831 auf, welche so gestaltet ist, dass darin ein Startkontakt 51 bzw. ein Zielkontakt 52 in jeweils exakt definierter Lage untergebracht werden kann. Den Ausnehmungen 831 der beiden Flankenteile 821 des Stabmagazins 82 entsprechen nach beiden Seiten hin offene, etwa rechteckige, wesentlich größere Ausnehmungen oder Nuten 832 in jeder zweiten Zahnfläche des Mittelteiles 822 des Magazinier-Stabes 82, welche mit ihren offenen Seiten an die offenen Seiten der Nuten 831 anschließen. In den Nuten 832 des Stab-Mittelteils 822 sind sich entlang dieser Nuten 832 erstreckende, für eine federklemmende Halterung der Kabelkontakte 51, 52 vorgesehene Blattfedern 84 angeordnet, deren Klemmkraft so hoch ist, dass die Kontakte 51, 52 nicht durch das Gewicht der von ihnen abwärts hängenden Kabelschlaufen 55 aus den Nuten 83 herausgezogen werden können.

**[0116]** Weitere Magazinvarianten können darin bestehen, die Druckfedern durch selbst Federwirkung ausübende Rollen, also etwa Gummirollen oder auf Federn angeordnete Rollen zu ersetzen. Es können aber auch mit elastischem Material, wie z.B. Gummi, gebildete Kontakt-Steckkanäle oder Schächte an die Stelle der Haltefedern bzw. Halterollen treten.

**[0117]** Greift hingegen die Greifzange des Start- und des Ziel-Greiforgans an den Kontakten 51, 52 an, klemmt sie diese ein und zieht sie in Richtung abwärts, so wird die Haltekraft der die Kontakte in definierter Position haltenden Feder 84 überwunden.

**[0118]** Es hat sich gezeigt, dass die gezeigte "Zahnstangen-Schrägstellung" der Kontakthalte-Nuten 831 bzw. der Kabelkontakte 51, 52 im Magazinierstab 82 und somit in den Stabmagazinen 8 selbst, die Arbeit des Handlingsystems bzw. Roboters bei der Kabelentnahme wesentlich erleichtert.

**[0119]** Der in Fig. 10 gezeigte Kabel(-Umlenk)halter 703 eignet sich gegebenenfalls als bloße Lage-Halterung oder bevorzugt für die Umlenkung des Kabels 5 im Verlauf des Kabel-Legeweges. Er umfasst eine Träger-

platte 760 mit Steckfortsätzen 761 für die Anordnung auf dem Lochraster 70 des in den Fig. 1 und 6 gezeigten Legebrettes 7. Bei der gezeigten Ausführungsform des Halters 703 ragen von der Platte 760 im Abstand voneinander zwei Stiele 7031 aus einem feder-elastischen Material auf, welche an ihren Enden Verdickungen, bevorzugt etwa kugelförmige Halteköpfe 7032, aufweisen. Durch die federnden Stiele 7031 sind die Köpfe 7032 federnd aneinander gepresst.

**[0120]** Nähert sich nun die robotergeführte Greiferzange mit dem auf ihrer Abzugsrolle abzuspulenden Kabel 5, so weichen die beiden Köpfe 7032 auseinanderfedernd aus, das Kabel 5 wird in dem Freiraum fr zwischen den Stielen abgelegt, und wenn die Greiferzange den Nahbereich der Halterung 703 verlassen hat, schließen die beiden Köpfe den Freiraum fv nach vorne hin ab und halten so das Kabel 5, bzw. ein während der Verlegearbeit wachsendes Kabelbündel gegen Abwärtsfallen gesichert, fest.

**[0121]** Es können, je nach Aufgabe im Legeprozess, auch Kabelhalter 703 vorgesehen sein, welche mit drei oder vier von den federnden Stielen 7031 federnd aneinanderliegend gehaltenen Köpfen 7032 ausgestattet sind.

**[0122]** An dieser Stelle sei kurz darauf verwiesen, dass bei diesen Halte-Elementen ein "Umkreisen" des Verlegepunktes bzw. Umlenkpunktes mit einem vergrößern Radius - nicht notwendig ist, sondern während des Kabel-Legevorgangs kann das Kabel 5 praktisch direkt über den zwischen den federnden Haltestielen und -köpfen liegenden Halterungs- bzw. Umlenkpunkt, durch die soeben näher beschriebene Kabel-Halterung durchgeführt werden.

**[0123]** An dieser Stelle sollen die wesentlichen Unterschiede des erfindungsgemäßen Verfahrens, insbesondere im Vergleich zur manuellen Fertigung, und dessen Vorteile zusammengefasst werden:

- Beide Leitungsenden werden schon während des gesamten Entnahme-, Verlegungs-, Steckvorganges von den Greifern permanent und definiert gehalten.
- Beide Leitungsenden können unter Umständen in Leergehäusen gelagert werden.
- Beide Leitungsenden bzw. Kontakte werden in definierter Position in das Magazin gesteckt.
- Die gesamte Kabellänge, also die Drahtschlinge wird während der Tätigkeit am Legebrett definiert gehalten bzw. geführt.
- Die Bestückungs-Reihenfolge der Kontakt-Steckverbinder-Gehäuse erfolgt innerhalb eines computer-optimierten Vorganges.
- Die Software der Roboter-Steuerung errechnet selbst. z.B. aufgrund der CAD-Daten des Kabellegeplans - den Verlegeweg. Bei manueller Verlegung ist eine aufwendige Information des Personals sowie ein entsprechender Lernbedarf, also eine Anlemzeit erforderlich.
- Als Bestückungsgerät hat sich ein 6-Achsroboter be-

währt. Es ist jedoch durchaus im Bereich der Möglichkeiten, diesen Roboter um weitere Achsen zu erweitern.

- Anstelle der Bewegungen des Legeroboters oder zusätzlich zu denselben können das Verfahren des Legebrettes und das Verfahren des Magazins vorgesehen sein.
- Das Legebrett als Aufnahme für die Steckergehäuse und als Bearbeitungsebene für den Roboter, kann in jeder räumlichen Position zum Roboter, also z.B. "über Kopf", montiert sein, sodass es bzw. er gegenüber den Kabelschlaufen nicht im Weg ist.
- Die Kabel-Magazine können in jeder räumlichen Anordnung positioniert sein. Die Kombination von Magazin und Greiforgan ermöglicht eine Drehung und Positionierung der Kontakte an den Litzen-Enden von gemeinsam 360°.
- Ist die Fertigung eines Kabelbaums einmal programmiert, so ist sie jederzeit zu 100 % wiederholbar.
- Online-Änderungen, z.B. durch den Kunden, können direkt in die Kabellege-Anlage bzw. in deren Steuerung eingespeist werden.
- Die Durchlaufzeit der Produktion wird deutlich reduziert, im Schnitt von 8 bis 10 auf 1 bis maximal 2 Tage.
- Es bedarf keiner elektrischen Prüfung der gefertigten Kabelbäume, was eine Folge der Bestückung mittels Handlingsystem und der Kontakt-Arretierungs-Prüfung ist.
- Es wird eine verbesserte Qualität infolge der hochgradigen Verminderung der manuellen Tätigkeiten, insbesondere beim Kabellegen und Kontaktstecken erreicht.
- Gegenüber den bekannt gewordenen automatisierten Kabelverlegeverfahren besteht der große Vorteil der Erfindung in ihrer hohen räumlichen Flexibilität bedingt durch den extrem niedrigen Platzbedarf der schmalen schnabelartigen Kontak-Greif- und -Halteorgane und insbesondere darin, dass nicht während des gesamten Kontakt-Streck- und Kabel-Legevorgangs ein kompliziert anzusteuernendes, ein voluminöses Kabelmagazin mitführendes Werkzeug mit eigenen Greifern mitzuführen ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren für die automatisierte Herstellung von Kabelbäumen, wobei

- mittels eines ersten Greiforgans bzw. eines Start-Greiforgans der Kontakt bzw. der Start-Kontakt am ersten Ende bzw. am Start-Ende eines vorher auf ein vorgesehenes Maß abgelängten, an seinen beiden Enden gecrimptes und mit einem jeweils vorgesehenen Kontakt versehenen Kabels, einer derartigen Einzeldader, Litze und/oder eines derartigen Drahtes in

eine erste Kontakt-Aufnahme bzw. in eine Start-Aufnahme eines auf einem Kabel-Legebrett angeordneten ersten Kontakt-Gehäuses bzw. eines derartigen Start-Gehäuses eingebracht bzw. eingesteckt wird,

- wonach das Kabel entlang einer vorgegebenen Verlegebahn über bzw. um - dem gewünschten Verlauf des Kabels im herzustellenden Kabelbaum entsprechend - auf dem Legebrett angeordnete Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente geführt wird und

- mittels eines zweiten Greiforgans bzw. des Ziel-Greiforgans der am zweiten Ende bzw. am Ziel-Ende des Kabels befindliche Kontakt bzw. der Ziel-Kontakt in eine für ihn vorgesehene Kontakt-Aufnahme bzw. in die Ziel-Aufnahme eines ebenfalls auf dem Legebrett angeordneten, zweiten Gehäuses bzw. des Ziel-Gehäuses eingebracht bzw. eingesteckt wird

- und dieser Vorgang der Verlegung der einzelnen Kabel entlang ihrer jeweils vorgesehenen Verlege-Bahnen zwischen den Start- und Zielgehäusen bis zur Beendigung des Verlegvorganges fortgesetzt wird, wonach das so erhaltene, Kabelbündel mit den Kontakt-Gehäusen nachbearbeitet, zum Kabelbaum finalisiert und danach vom Legebrett entfernt wird,

**dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** für eine kundenorientiert flexible Produktion der Kabelbäume, mittels eines durch das Handlingsystem bzw. durch den Roboter geführten, ersten Greif- und Halteorgans bzw. des Start-Greiforgans der Start-Kontakt des zu verlegenden Kabels einem mit einer Mehrzahl von untereinander gleichen und hinsichtlich ihrer Kontakte gleich ausgerichteten Kabeln bestückten Kabellager entnommen wird,

- **dass** noch vor Beginn des Kontakt-Steck- und Kabel-Verlegvorgangs mittels eines, ebenfalls handlingsystem- bzw. robotergeführten, zweiten Greif- und Halteorgans bzw. des Ziel-Greiforgans der Ziel-Kontakt des genannten Kabels dem Kabel-Lager entnommen und von dem genannten Ziel-Greiforgan gehalten wird,

- **dass** nach Ausrichtung des Start-Kontakts und nach dessen Positionierung in der bzw. nach Voreinschub in die für denselben vorgesehene Start-Aufnahme des Start-Gehäuses mittels des Start-Greiforgans mittels eines das Kabel hinter dem Start-Kontakt bzw. dessen Crimp erfassenden und haltenden, ebenfalls handlingsystem- bzw. robotergeführten, ersten Hilfgreiforgans bzw. des Start-Hilfgreiforgans der Start-Kontakt fixierend bzw. einrastend in die Start-Aufnahme final-ingeschoben bzw. -gesteckt wird,

- **dass** danach unter voller Aufrechterhaltung des Haltens des Ziel-Kontakts mittels des Ziel-Greiforgans während des gesamten Vorgangs - mittels des Start-Greif- und/oder Start-Hilfgreiforgans selbst und/oder mittels eines demselben bzw. denselben zugeordneten Kabelführungsorgans - das Kabel entlang des für dasselbe jeweils vorgesehenen Verlaufs- bzw. Verlegeweges über bzw. durch die Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente des Legebrettes geführt wird,

- und **dass** schließlich der vom Ziel-Greiforgan permanent gehaltene Ziel-Kontakt nach entsprechender Ausrichtung und Positionierung in der bzw. nach Voreinschub in die Ziel-Aufnahme des Ziel-Gehäuses mittels dieses Ziel-Greiforgans - mittels eines das Kabel unmittelbar hinter dem Ziel-Kontakt bzw. dessen Crimp erfassenden und haltenden, ebenfalls handlingsystem- bzw. robotergeführten, zweiten Hilfgreiforgans bzw. des Ziel-Hilfgreiforgans - fixierend bzw. einrastend in die Ziel-Aufnahme final-ingeschoben bzw. -gesteckt wird.

**2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** mittels des durch das Handlingsystem bzw. durch den Roboter geführten, ersten Greif- und Halteorgans bzw. des Start-Greiforgans der Start-Kontakt des zu verlegenden Kabels dem mit einer Mehrzahl von untereinander gleichen und hinsichtlich ihrer Kontakte gleich ausgerichteten Kabeln bestückten Kabellager entnommen wird und

- **dass** gleichzeitig damit - noch vor Beginn des Kontakt-Steck- und Kabel-Verlegvorgangs - mittels des, ebenfalls handlingsystem- bzw. robotergeführten, zweiten Greif- und Halteorgans bzw. des Ziel-Greiforgans der Ziel-Kontakt des genannten Kabels dem Kabel-Lager entnommen und von dem genannten Ziel-Greiforgan gehalten wird.

**3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass** das jeweils zu verlegende Kabel - zumindest vom Stecken von dessen Start-Kontakt in die Start-Aufnahme des Start-Gehäuses an und während dessen Führung über bzw. durch die Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente des Legebrettes beim Kabellegvorgang - eine dem Fortschritt desselben entsprechend sich verkürzende, bevorzugt frei, abwärts hängende, Schleife bzw. Schlaufe zwischen der das Start-Greiforgan und das mit ihm funktionsablauf-koordiniert zusammenarbeitende Start-Hilfgreiforgan umfassenden Start-Greiferguppe bzw. -zelle und/oder einem eventuell vorgesehenen, dieser Greiferguppe zugeordneten Ka-

belführungsorgan, vorzugsweise Kabel-Halte- und -Führungs-Rolle oder -Rollenpaar, und der permanent den Ziel-Kontakt haltenden, das Ziel-Greiforgan und das mit ihm funktionsablaufs-koodiniert zusammenarbeitende Ziel-Hilfsgreiforgan umfassenden Ziel-Greifergruppe bzw. -zelle und/oder einem eventuell vorgesehenen, derselben zugeordneten derartigen Kabelführungsorgan bildet.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** vor dem Beginn des Kabelverlegevorgangs

- untereinander gleiche Kabel, bzw. die Kabel einer Sorte jeweils in einem - eine Mehrzahl von Paaren von einander zugeordneten, den Ausbildungsformen des Start-Kontaktes und des Ziel-Kontaktes entsprechende Magazinaufnahmen aufweisenden - Kabel-Magazin angeordnet werden,
- wobei die Kontakte bzw. deren freie Enden nach auswärts ragen und die Kabel zwischen den genannten Kontakten bzw. deren Crimps jeweils eine, bevorzugterweise frei, abwärts hängende, Schleife bzw. Schlaufe bilden,
- und dass das jeweils zu verlegende Kabel vom Handlingsystem bzw. vom robotergeführten Start- und Ziel-Greiforganen, durch, bevorzugt gleichzeitiges, Herausziehen der Kontakte, aus den Magazinaufnahmen entnommen und dem Kontaktsteck- und Kabelverlege-Vorgang zugeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** sowohl der Start-Kontakt als auch der Ziel-Kontakt des Kabels vom Start-Greiforgan und vom Ziel-Greiforgan jeweils an deren Kontakt/Kabel-Verbindungsstellen bzw. an den Kontakt-Crimps erfasst und gehalten werden,
- **dass** das fixierende Final-Einschieben des Start- und des Ziel-Kontaktes in die jeweils für die Kontakte vorgesehenen Kontakt-Aufnahmen des Start- und des Ziel-Gehäuses mittels des Start- und des Ziel-Hilfsgreiforgans unter für jeden der Kontakte spezifischer Einstellung und Kontrolle der für die, bevorzugt einrastende, Fixierung des jeweiligen Kontaktes in der Kontakt-Aufnahme anzuwendenden bzw. angewandten Final-Einschub- und Steckkraft durch eine Steuerungseinheit vorgenommen wird, und/oder
- **dass** jeweils unmittelbar nach erfolgtem, fixierendem bzw. einrast-fixierendem Final-Einschieben des Start-Kontaktes in die Start-Aufnahme des Start-Gehäuses und weiters unmittelbar nach erfolgtem, ebensolchem Einschie-

ben des Ziel-Kontaktes in die Ziel-Aufnahme des Ziel-Gehäuses mittels des Start- und Ziel-Greiforgans und nach darauffolgendem Öffnen desselben

- mittels des Start- und des Ziel-Hilfsgreiforgans
- unter jeweils voller Aufrechterhaltung des Haltens des Kabels durch dasselbe - unter für den jeweiligen Kontakt spezifischer Einstellung, Steuerung und Kontrolle der Zugbelastungskraft eine der Kontakt-Einschiebebewegung entgegengesetzte Zugbewegung für die Prüfung der mechanischen Festigkeit der, vorzugsweise einrastenden, Fixierung des jeweiligen Kontaktes in dessen Kontakt-Aufnahme, also eine "Kontakt-Arretierungs-Prüfung" vorgenommen wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** das Erfassen der Start- und Ziel-Kontakte bei der Entnahme der Kabel aus dem Kabellager sowie das Halten der Kontakte bzw. von deren Crimps bis zum jeweiligen Voreinschieben derselben in die Start- und Zielaufnahmen der Start- und Ziel-Gehäuse durch Klemmung zwischen den Klemmbacken eines im wesentlichen schnabel- bzw. zangenartig ausgebildeten Start-Greiforgans und eines analog ausgebildeten Ziel-Greiforgans erfolgt, und/oder
- **dass** das Erfassen der Kabel jeweils hinter deren Start- und Ziel-Kontakten bzw. hinter deren Kabel-Crimps durch das Start- bzw. Ziel-Hilfsgreiforgan und deren Halten beim fixierenden Einschieben der Kontakte in die Start- und Ziel-Aufnahmen der Start- und Ziel-Gehäuse sowie bei der, bevorzugterweise vorgesehenen, entgegengesetzten Zugkraftbeanspruchung bei der Kontakt-Arretierungs-Prüfung durch Klemmung zwischen den Klemmbacken eines im wesentlichen schnabel- und zangenartig ausgebildeten Start- und Ziel-Hilfsgreiforgans erfolgt und/oder
- **dass** jeweils vor dem fixierenden Einschieben der Kontakte in die dafür jeweils vorgesehenen Kontakt-Aufnahmen des Start- und des Ziel-Gehäuses,
- die unmittelbar hinter den Kontakten bzw. den Kabel-Crimps liegenden Bereiche des jeweiligen Kabels in Fortsetzung der Kontakt-Achse
- und die Klemmbacken des schnabel- bzw. zangenartig ausgebildeten Start-Hilfsgreiforgans sowie jene des ebenso ausgebildeten Ziel-Hilfsgreiforgans in ihrer Längserstreckung jeweils parallel zur genannten Kontaktachse und zur Kabelachse unmittelbar hinter den Kontakten ausgerichtet werden
- und **dass** diese eben genannte Relativ-Aus-

richtung zumindest bis zur Beendigung des jeweiligen Kontakt-Steck- und -Prüfvorgangs beibehalten wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** die Start-Greifergruppe bzw. -zelle und die Ziel-Greifergruppe bzw. -zelle an ein und demselben distalen Arbeitskopf des Handlingsystems bzw. eines Mehrachs-Knickarmroboters angeschlossen und zueinander relativ-verschiebe- und/oder -schwenk-beweglich und/oder um ihre jeweilige Haupt(längs)achse-drehbeweglich ausgebildet sind und mit dem genannten Arbeitskopf gemäß einem das Handlingsystem bzw. den Roboter führenden, jeweils spezifisch auf die individuellen Kabel und deren individuellen Kontakte abgestimmten, direkt auf dem Kabel-Verlegeplan basierenden Kontaktsteck- und Kabelverlege-Programm bewegt werden, und/oder

- **dass** bei der Verlegung des einzelnen Kabels entlang der für dasselbe vorgesehenen Verlegebahn bei Annäherung und beim Vorbeiführen und/oder Umlenkführen desselben an den bzw. um die Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente(n) des Legebrettes das Kabel vor dem Ablegen dortselbst entlang einer dem jeweiligen eben genannten Element mit vergrößertem Abstand bzw. Radialabstand ausweichenden Bogenbahn geführt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das schnabel- bzw. zangenartig ausgebildete Start-Greiforgan und das ebenso ausgebildete Ziel-Greiforgan vor dem klemmenden Erfassen des Start- und des Ziel-Kontaktes eines jeweiligen Kabels bzw. von deren Crimps und vor der Entnahme des Kabels aus dem Magazin, mit seiner Längserstreckungsrichtung bzw. mit jener von deren Klemmbacken im wesentlichen in Richtung der Kontakt- bzw. Kabelachse ausgerichtet wird und dass diese Relativ-Ausrichtung jeweils zumindest bis zum Voreinschieben bzw. Stecken der genannten Kontakte in die entsprechenden Aufnahmen des Start- und des Ziel-Gehäuses beibehalten wird.

9. Anlage für die automatisierte Fertigung von Kabelbäumen, insbesondere für die Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 8,

- welche Anlage zumindest ein Handlingsystem bzw. einen Industrieroboter mit Greiforganen zumindest ein Kabel-Legebrett (7) mit auf demselben angeordneten Start- (61) und mindestens einem dort ebenso angeordneten Ziel-

Kontaktgehäusen (62) sowie mit Kabel-Auflage-, -Halte-, -Klemm- und/oder -Umlenkelemente (701 - 703), wobei mittels des Handlingsystems bzw. Roboters jeweils ein zu verlegendes Kabel (5) mit seinem Start-Kontakt (51) in eine Start-Kontaktaufnahme (611) des Start-Kontaktgehäuses (61) steckbar, - einer vorgegebenen Verlegebahn (bv) folgend, über bzw. um bzw. durch die Auflage-, Halte-, Klemm- und/oder Umlenkelemente (701 - 703) des Legebrettes (7) führbar - und mit seinem Ziel-Kontakt (52) in eine Ziel-Kontaktaufnahme (621) des Ziel-Kontaktgehäuses (62) einsteckbar ist,

**dadurch gekennzeichnet, dass** die Anlage (100), insbesondere für eine kundenorientiert flexible Produktion von Kabelbäumen,

- zumindest ein - bezogen auf die Kabel-Verlegeseite (vs) - in einem Winkel ( $\alpha$ ) im Bereich zwischen  $+5^\circ$  zur Vertikale nach hinten geneigtes und  $-7,5^\circ$  nach vorne überhängend geneigtes, bevorzugt vertikal angeordnetes, Kabel-Legebrett (7)

- zumindest ein ein im Nahbereich des Legebrettes (7) angeordnetes, mit einer Mehrzahl von untereinander gleichartigen, jeweils mit entsprechenden Start- (51) und Ziel-Kontakten (52) ausgestatteten bzw. vorgefertigten Kabeln (5) (Litzen, Adern od.dgl.) bestückbares bzw. bestücktes, sowohl die Start- (51) als auch die Ziel-Kontakte (52) des jeweiligen Kabels (5) in voneinander gering beabstandeten definierten Positionen mit jeweils definierter Raumlage bereithaltendes Kabelmagazin (8), welchem jeweils ein Kabel (5) entnehmbar ist,

- und ein auf Basis eines Kabellegeplans (LP) programmgesteuertes Handlingsystem, insbesondere einen derartigen Industrieroboter, vorzugsweise einen Mehrachs-Knickarmroboter (1) mit zwei an seinen distalen Arbeitskopf (12) angeschlossenen, einander benachbarten, jeweils um ihre Hauptachsen (ha 2, ha 3) drehbaren, zueinander relativ linearbeweglichen und/oder winkelverschwenkbaren Greifergruppen bzw. -zellen, nämlich eine Start- und eine Ziel-Greifergruppe (2, 3) umfasst,

- deren jede ein mit, bevorzugt schnabel- bzw. zangenartigen Klemmbacken (211, 311) ausgebildetes Greiforgan, nämlich ein Start- und ein Ziel-Greiforgan (21, 31) und jeweils ein demselben zugeordnetes, bevorzugt analog ausgebildetes Hilfsgreiforgan, nämlich ein Start- und ein Ziel-Hilfsgreiforgan (22, 32) umfasst,

- wobei die Klemmbacken (221, 321) des jeweiligen Hilfsgreiforgans (22, 32) - in einer Ruhestellung desselben, also in geöffneter Stellung,

in einer - auf die genannte Hauptachse (ha 2, ha 3) der jeweiligen Greifergruppe (2, 3) bezogenen - Position axial hinter den Klemmbakken (211, 311) des jeweiligen Greiforgans (21, 31) angeordnet sind und

- in einer Arbeitsstellung unter Schließung der Klemmbakken (221, 321) und unter klemmendem Halten des Kabels (5) zu den in einer Ruhestellung sich öffnenden bzw. geöffneten Klemmbakken (211, 311) des jeweiligen Greiforgans (21, 31) hin - und vorzugsweise in den Spalt bzw. Zwischenraum zwischen den genannten Klemmbakken - bewegbar bzw. ein-schiebbar sind.

#### 10. Anlagen nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die die distalen, bevorzugt schnabel- bzw. zangenartigen, Klemmbakken (211, 221) tragenden, beiden Betätigungsarme (202, 302) der Greiforgane (21, 31) unter Freihaltung eines Freiraums (200, 300) nach außen gebuchtet, gekrümmt od.dgl. sind und das jedem der beiden genannten Greiforgane (21, 22) jeweils zugeordnete Hilfsgreiforgane (31, 32) im genannten Freiraum (200, 300) von den genannten Betätigungsarmen (202, 302) umschlossen und in Richtung der jeweiligen Hauptachse (ha 2, ha 3) linear verschiebbar ist, und/oder

- **dass** die Klemmbakken (211, 221; 311, 321) der einander zugeordneten Greif- und Hilfsgreiforgane (21, 22; 31, 32), zumindest, was deren Klemmflächen (2001, 3001) betrifft, zueinander und zu ihrer Hauptachse (ha 2, ha 3) im wesentlichen parallel ausgerichtet sind und bei Betätigung derselben im wesentlichen senkrecht zur eben genannten Hauptachse schließ- und öffnungs-bewegbar sind, und/oder

- **dass** die Klemmbakken (221, 321) des jeweiligen Hilfsgreiforgans (31, 32) entlang der Hauptachse (ha 2, ha 3) der jeweiligen Greifergruppe (2, 3), insbesondere für einen Kontakt-Steckvorgang, zwischen die Klemmbakken (211, 311) des jeweiligen Greiforgans (21, 31) verschiebbar, und/oder insbesondere für den Kabellegevorgang, in dieser Stellung vom Kabel (5) sich lösend und während desselben vom Kabel gelöst gehalten und/oder, insbesondere für eine Kontakt-Arretierungs-Prüfung nach erfolgtem Kontakt-Steckvorgang unter Klemmhalten des Kabels (5) zurückverschiebbar sind, und/oder

- **dass** jedem der beiden Hilfsgreiforgane (22, 32) ein auf eine vorprogrammierte - beim Stecken bzw. Einschleiben der jeweiligen Kontakte (51, 52) in die Kontaktaufnahmen (611, 621) der jeweiligen Gehäuse (61, 62) individuell aufzuwendende- Druck-Kraft und auf eine - ebenfalls

vorprogrammierte - bei der entgegengesetzten Bewegung zur Prüfung der mechanischen Stabilität und Zugfestigkeit einer unmittelbar vorher hergestellten Kontakt-Gehäuse/Kontakt-Kabel-Verbindung, also Kontakt-Arretierungsprüfung, kabelspezifisch aufzuwendende Zugkraft einstellbarer sensorgesteuerter Antrieb zugeordnet ist, und/oder

- **dass** mittels des relativ zum jeweiligen Greiforgan (21, 31) linear verschieblichen Hilfsgreiforgans (22, 32) bzw. mittels eines Trägers, Schlittens (226) od.dgl. beim Einschleiben von dessen Klemmbakken (221, 321) zwischen die Klemmbakken (211, 311) des Greiforgans (21, 31) ein Kabelführungsorgan (25), insbesondere ein(e) Kabelführungs-Rolle oder -Rollenpaar von einer ausgeschwenkten Stellung (sa) bzw. von einer offenen Stellung in eine das zu verlegende Kabel (5) abroll-führende Stellung bzw. zwischen den Rollen des eben genannten Kabelführungs-Rollenpaares abspul-ziehende Stellung überführbar, insbesondere verschwenkbar, ist und umgekehrt und/oder

- **dass** den beiden Greifergruppen (2, 3) ein gemeinsamer, zur Arbeitseite hin sich in einem konvexen Bogen erstreckender, die Kabelschlaufen (55) während der Verlegearbeit vom Kabel-Legebrett (7) beabstandet haltender, bevorzugt auf und ab verschwenkbarer, Schlaufenhaltebogen (235) zugeordnet ist.

#### 11. Anlagen nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Kabelmagazine (8) jeweils mit in ein hohlprofil-schienen-artiges Gehäuse (81) einschleibbaren, jeweils eine Mehrzahl von hintereinander angeordneten Paaren von nebeneinander angeordneten, den geometrischen Formen der Start- und Ziel-Kontakte (51, 52) eines Kabels (5) entsprechende, bevorzugt mit Halterungsfedern (84) federbelasteten Rollen, Gummimrollen od.dgl. ausgestattete, Magazinier-Ausnehmungen (83) aufweisenden Magazinier-Stäben (82) ausgebildet sind, wobei von den Magazinier-Ausnehmungen (83) jedes dieser Paare der Start- und der Ziel-Kontakte (51, 52) von jeweils untereinander gleichen Kabeln (5) in definierter Ausrichtung und Position gehalten sind und das Kabel (5) mit, bevorzugt frei, abwärts hängender Schleife bzw. Schlaufe (55) zwischen den genannten Kontakten (51, 52) verläuft, und/oder

- **dass** die Magazinier-Ausnehmungen (83) der in den Magazin-Gehäusen (81) im wesentlichen horizontal angeordneten und gegebenenfalls taktweise um einen Abstand der Magazinier-Ausnehmungen voneinander verschieblichen

Magazinier-Stäbe (82) im wesentlichen vertikal mit ihrer Öffnung abwärts gerichtet sind und dass die in den Magazinier-Ausnehmungen (83) in gewünschter Position und Lage gehaltenen Kontakte (51, 52) zumindest an ihren die Magazinier-Stäbe (82) nach abwärts hin überragenden Crimpstellen (505) bei der Kabelentnahme vor einem Kabellege-Vorgang vom Start- und vom Ziel-Greiforgan (21, 31) des Kabellege-Roboters (1) erfassbar und aus den Magazinier-Ausnehmungen (83) nach abwärts hin entnehmbar bzw. herausziehbar sind, und/oder

- **dass** die Magazinierstäbe (82) mit einem zwischen zwei etwa zahnstangenartig angeordneten Flankenflächen aufweisenden Stab-Seiten-  
teilen (821) angeordneten, entsprechend beid-  
seitig zahnstangenartig angeordnete Flanken-  
flächen aufweisenden Stabmittelteil (822) aus-  
gebildet sind, welche drei Stabteile (821, 822)  
voneinander lösbar und im betriebsbereiten Zu-  
stand der Magazine (8) über ihre Flankenflä-  
chen aneinandergespresst sind und dass in jede  
zweite der in einem Winkel ( $\varphi$ ) von bevorzugt  
plus oder minus  $45^\circ$  schräg zur Staberstrek-  
kungs-Richtung ausgerichteten Flankenflächen  
beider Stab-Seitenteile einander zugeordnete  
Ausnehmungen bzw. Nuten (831) für eine lage-  
definierte Aufnahme der Start- und Ziel-Kontak-  
te (51, 52) der Kabel einer Kabel-Sorte und in  
jede zweite der entsprechenden Flankenflä-  
chen des Stab-Mittelteils (822) den genannten  
Ausnehmungen (831) zugekehrte, mit Klemm-  
federn (84), federbelasteten Rollen, Gummi-  
Rollen od.dgl. für eine federklemmende Halte-  
rung der Kabel-Kontakte (51, 52) ausgestattete,  
einander paarweise zugeordnete Ausnehmungen  
bzw. Nuten (832) eingearbeitet sind, wobei  
die jeweils einander ergänzenden Ausnehmungen  
(831, 832) zusammen die Magazinier-Aus-  
nehmungen (83) des Magazinier-Stabes (82)  
bilden, und/oder

- **dass** die Magazinier-Stäbe (82) an ihren dem  
Kabellege-Roboter (1) zugewandten Frontflä-  
chen (821) einen der Sorte der jeweils in ihnen  
magazinierten Kabel (5) entsprechenden, von  
einem Code-Lese-Sensor des Kabellege-Robo-  
ters (1) erkenn- und identifizierbaren und mit ei-  
nem Kabelsorten-Code des den Roboter (1) füh-  
renden jeweiligen Kabellege-Programms (LP)  
vergleichbaren Code, insbesondere StrichCode  
(825), beispielsweise aufgedruckt auf einem  
Aufkleber, versehen sind.

**12. Anlage nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet,**

- **dass** in die Löcher (71) des einen Lochraster (70) aufweisenden, aus einem rigiden Material,

z.B. aus Stahl oder armiertem Kunststoff, gefertigten Kabelverlegebrett (7) an den gemäß einem Kabel-Legeplan bzw. Kabel-Legeprogramm (LP) vorgesehenen Stellen jeweils zumindest ein entsprechender Steckfortsatz (761) einer Halterung (760) für die jeweiligen, auf dem Legebrett (7) anzuordnenden Auflage-, Halte-, Klemm- und Umlenkelemente (701 - 703) für die Kabelführung sowie für die Gehäuse-Halterungen (76) für die Start- und Ziel-Kontaktgehäuse (61, 62) anordenbar sind, und/oder

- **dass** die auf dem Legebrett (7) positionierbaren Kabelhalterungen, -klemmen (701 bis 703) jeweils zumindest paarig angeordnete Halteelemente (1030) mit von einem auf das Kabelbrett (7) steckbaren Grundplatten (760) aufragenden, voneinander beabstandeten Stielen (7031) aus einem federnden Material mit, bevorzugt federnd aneinander anliegend gehaltenen, beim Kabeleinzug auseinander drängbaren, zumindest an der dem Legebrett abgekehrten, zumindest nach außen gerichtete Konvexflächen aufweisenden, bevorzugt jedoch etwa halbkugelförmigen oder kugelförmigen, Halteköpfen (7032) aufweisen, und/oder

- **dass** die Halterungen (76) für die Start- und Ziel-Gehäuse (61, 62) od. dgl. mit an die Legebrett-Ober- bzw. -Arbeitsfläche (750) anlegbaren Basisplatten (760) mit mindestens zwei, bevorzugt vier, in mindestens zwei, bevorzugt jedoch vier, insbesondere einander benachbarte, Löcher (71) des Legebrett-Rasters einbring- bzw. einsteckbaren Steckfortsätzen (761) ausgebildet sind, und dass mittels der genannten Gehäuse-Halterungen (76) die Kontakt-Gehäuse (61, 62) im Abstand von der Arbeitsfläche (750) des Kabel-Legebretts (7) angeordnet und mit ihren Hauptachsen ( $ga$ ) bzw. mit den Achsen ihrer Kontakt-Aufnahmen (611, 621) jeweils in Richtung zu den mit denselben zu verbindenden Kabeln (5) bzw. zur Kontakt-Steckseite hin in einem Winkel  $\delta$  zwischen  $0^\circ$  und  $25^\circ$ , bevorzugt zwischen  $5^\circ$  und  $20^\circ$ , insbesondere zwischen  $10^\circ$  und  $15^\circ$ , zur Legebrett-Arbeitsfläche (750) hin parallel zu, insbesondere jedoch schräg von derselben weg gerichtet gehalten sind, und/oder

- **dass** die Legebretter (7) nach Art der Seitenflächen eines aufrechten drei-, vier- oder fünfeckigen Prismas auf den Karussell-Armen (790) eines Kabellege-Drehturms (79) angeordnet und jeweils um  $120^\circ$ ,  $90^\circ$  oder  $72^\circ$  um dessen Achse ( $da$ ) in verschiedene Arbeits-, Nacharbeits-, Finalisierungs- und Rüstpositionen (P1 bis P4) drehverschenkbar sind.

## Claims

### 1. Method for automated production of cable harnesses, in which

- the contact or the start contact at the first end or at the start end of a cable which has previously been cut to an intended size, has been crimped at both of its ends and is provided with a respectively provided contact, of an individual conductor such as this, braiding and/or of a wire such as this is introduced or inserted by means of a first gripping member or a start gripping member into a first contact receptacle or into a start receptacle of a first contact housing, which is arranged on a cable layout board, or of a start housing such as this,

- after which the cable is guided along a predetermined laying path over or around - corresponding to the desired profile of the cable in the cable harness to be produced - fitting, holding, clamping and/or deflection elements which are arranged on the layout board, and

- the contact which is located at the second end or at the destination end of the cable, or the destination contact, is introduced or inserted by means of a second gripping member or the destination gripping member into a contact receptacle which is provided therefor, or into the destination receptacle of a second housing, which is likewise arranged on the layout board, or of the destination housing,

- and this process of laying the individual cables along their respectively provided laying paths between the start and destination housings is continued until the end of the laying process, after which the cable loom obtained in this way is subsequently processed with the contact housings, is finalized to form the cable harness and is then removed from the layout board,

#### **characterized**

- **in that** the start contact of the cable to be laid is taken from a cable support, which is fitted with a plurality of mutually identical cables whose contacts are aligned in the same way, by means of a first gripping and holding member which is guided by the handling system or by the robot, or of the start gripping member, for customer-oriented flexible production of the cable harnesses,

- **in that**, before the start of the contact plug-in and cable laying process, the destination contact of the said cable is taken out of the cable support by means of a second gripping and holding member, which is likewise guided by a handling system or robot, or of the destination gripping member, and is held by the said destination gripping member,

- **in that**, after alignment of the start contact and after it has been positioned in or has been inserted into the start receptacle, which is provided therefor, of the start housing by means of the start gripping member, the start contact is finally inserted or plugged into the start receptacle, such that it is fixed and latched in, by means of a first auxiliary gripping member, which grips and holds the cable behind the start contact or its crimp and is likewise guided by a handling system or robot, or by the start auxiliary gripping member,

- **in that**, after this and with the destination contact being held completely by means of the destination gripping member throughout the entire process - by means of the start gripping and/or start auxiliary gripping member itself and/or by means of a cable guide member associated therewith - the cable is guided along the running or laying path in each case intended therefor over or through the fitting, holding, clamping and/or deflection elements of the layout board,

- and **in that**, finally, the destination contact, which is held permanently by the destination gripping member and after appropriate alignment and positioning in, or after being inserted into, the destination receptacle of the destination housing, is finally inserted or plugged into the destination receptacle, fixing and latching it in, by means of this destination gripping member - by means of a second auxiliary gripping member, which grips and holds the cable immediately behind the destination contact or its crimp, and is likewise guided by a handling system or robot, or of the destination auxiliary gripping member.

### 2. Method according to Claim 1, **characterized**

- **in that** the start contact of the cable to be laid is taken by means of the first gripping and holding member, which is guided by the handling system or by the robot, or of the start gripping member, from the cable support, which is fitted with a plurality of cables which are the same as one another and whose contacts are aligned in the same way, and

- **in that**, at the same time, - even before the start of the contact insertion and cable laying process - the destination contact of the said cable is taken from the cable support by means of the second gripping and holding member, which is likewise guided by a handling system or robot, or of the destination gripping member, and is held by the said destination gripping member.

### 3. Method according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the respective cable to be laid - at least from plugging its start contact into the start receptacle of

the start housing and during its guidance over or through the fitting, holding, clamping and/or deflection elements of the layout board during the cable laying process - forms a noose or a loop, which correspondingly shortens the progress thereof and hangs, preferably freely, downwards, between the start gripper group or cell, which comprises the start gripping member and the start auxiliary gripping member which interacts with it on a functional-sequence coordinated basis, and/or a cable guide member which may be provided and is associated with this gripper group, preferably a cable holding and guide roller or roller pair, and the target gripper group or cell, which permanently holds the destination contact and comprises the destination gripping member and the destination auxiliary gripping member which interacts with it on a function-sequence coordinated basis, and/or a cable guide member such as this which may be provided and is associated therewith.

4. Method according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that**, before the start of the cable laying process,

- cables which are the same as one another, or the cables of one type are in each case arranged in a cable magazine which has a plurality of pairs of magazine receptacles, which are associated with one another and correspond to the embodiments of the start contact and the destination contact,
- in which the contacts or their free ends project upwards, and the cables in each case form a noose or loop, which hangs preferably freely downwards, between the said contacts or their crimps,
- and **in that** the respective cable to be laid is taken from the magazine receptacles from the handling system or from robot-guided start and destination gripping members by preferably simultaneous pulling out of the contacts, and is supplied to the contact plug-in and contact laying process.

5. Method according to one of Claims 1 to 4, **characterized**

- **in that** both the start contact and the destination contact of the cable are each gripped and held by the start gripping member and by the destination gripping member at their contact/cable connecting points or at the contact crimps,
- **in that** the fixing final insertion of the start contact and of the destination contact into the respective contact receptacles, provided for the contacts, of the start and of the destination housing is carried out by a control unit by means of

the start and the destination auxiliary gripping member with specific adjustment and monitoring, for each of the contacts, of the final insertion and plug-in force which is or is to be applied for the preferably latching-in fixing of the respective contact in the contact receptacle, and/or

- **in that** in each case immediately after carrying out the fixing and latching-in fixing final insertion of the start contact into the start receptacle of the start housing and furthermore immediately after carrying out such insertion of the destination contact into the destination receptacle of the destination housing by means of the start and destination gripping member and after subsequent opening thereof

- by means of the start and the destination gripping member - while the cable is stored in each case held completely thereby - with setting, control and monitoring of the tensile load force which is specific for the respective contact, a pulling movement, in the opposite direction to the contact insertion movement, is carried out in order to test the mechanical strength of the, preferably latching-in, fixing of the respective contact in its contact receptacle, that is to say a "contact locking test" is carried out.

6. Method according to one of Claims 1 to 5, **characterized**

- **in that** the gripping of the start and destination contacts during the removal of the cable from the cable support and the holding of the contacts or of their crimps until the respective initial insertion thereof into the start and destination receptacles of the start and destination housings, are carried out by clamping between the clamping jaws of a start gripping member, which is essentially in the form of jaws or pliers, or of an analogously designed destination gripping member, and/or

- **in that** the gripping of the cables in each case behind their start and destination contacts or behind their cable crimps is carried out by the start or destination auxiliary gripping member and their holding during fixing insertion of the contacts into the start and destination receptacles of the start and destination housings, and the preferably provided tensile force made in the opposite direction during the contact locking test is carried out by clamping between the clamping jaws of a start and destination auxiliary gripping member, which is essentially in the form of jaws and pliers,

- **in that**, in each case before the fixing insertion of the contacts into the contact receptacles, which are in each case provided for this purpose, of the start and of the destination housing

- those areas of the respective cable which are located immediately behind the contacts or the cable crimp are aligned on a continuation of the contact axis,

- and the clamping jaws of the start auxiliary gripping member, which is in the form of jaws or pliers, and those of the destination auxiliary gripping member, which is designed in the same manner are each aligned in their longitudinal extent parallel to the said contact axis and to the cable axis immediately behind the contacts,

- and **in that** this relative alignment that has just been mentioned is maintained at least until the end of the respective contact plug-in and test process.

**7. Method according to one of Claims 1 to 6, characterized**

- **in that** the start gripper group or cell and the destination gripper group or cell are connected to one and the same distal working head of the handling system or of a multi-axis bent arm robot and are designed such that they can move relative to one another and/or can pivot relative to one another and/or can rotate about their respective major (longitudinal) axis and are moved with the said working head according to a contact plug-in and cable laying program which guides the handling system or the robot, is in each case specifically matched to the individual cables and their individual contacts, and is based directly on the cable laying plan, and/or

- **in that**, during the laying of the individual cable along the laying path which is provided for this purpose, on approaching and on moving past and/or on being guided around the same, the cable is guided on or around the fitting, holding, clamping and/or deflection element or elements of the layout board before the same is placed down along a curved path, which deviates from the respectively just mentioned element, with an increased distance or radial separation.

**8. Method according to one of Claims 1 to 7, characterized in that** the start gripping member, which is in the form of jaws or pliers, and the destination gripping member, which is designed in the same way, are aligned before the clamping gripping of the start and of the destination contact of a respective cable or of their crimps and before removal of the cable from the magazine, with its longitudinal extent direction or with that of its clamping jaws essentially in the direction of the contact or cable axis, and **in that** this relative alignment is in each case maintained at least until the initial insertion or plugging-in of the said contacts into the corresponding receptacles of the start and of the destination housing.

**9. Installation for automated manufacture of cable harnesses, in particular for carrying out the method according to one of Claims 1 to 8,**

- which installation has at least one handling system or an industrial robot with gripping members, at least one cable layout board (7) with start contact housings (61) arranged thereon and at least one destination contact housing (62), which is likewise arranged there, and with contact fitting, holding, clamping and/or deflection elements (701-703) wherein, by means of the handling system or robot, in each case one cable (5) to be laid can be plugged with its start contact (51) into a start contact receptacle (611) of the start contact housing (61),

- following a predetermined laying path (bv) via, around or through which the fitting, holding, clamping and/or deflection elements (701-703) of the layout board can be passed

- and can be plugged with its destination contact (52) into a destination contact receptacle (621) of the destination contact housing (62),

**characterized in that** the installation (100), in particular for customer-oriented flexible production of cable harnesses, comprises

- at least one cable layout board (7), which is arranged - with respect to the cable laying side (vs) - at an angle ( $\alpha$ ) in the range inclined between  $+5^\circ$  with respect to the vertical to the rear and  $-7.5^\circ$  forwards, hanging over, and is preferably arranged vertically,

- at least one cable magazine (8) from which in each case one cable (5) can be removed, which magazine is arranged in the area close to the layout board (7), can be fitted or is fitted with a plurality of mutually identical cables (5) (braiding, conductors or the like) which are prefabricated or are each equipped with corresponding start contacts (51) and destination contacts (52) and provides both the start contacts (51) and the destination contacts (52) of the respective cable (5) at defined positions which are at a short distance from one another and each have a defined spatial position,

- and a handling system, which is program-controlled on the basis of a cable laying plan (LP), in particular an industrial robot such as this, preferably a multi-axis bent arm robot (1), having two gripper groups or cells, which are connected to its distal working head (12), are adjacent to one another, can each be rotated about their major axes (ha2, ha3) and can be moved linearly and/or pivoted through an angle relative to one another, specifically a start and a destination gripper group (2, 3),

- each of which comprises a gripping member which is formed with clamping jaws (211, 311),

which are preferably like jaws or pliers, specifically a start and a destination gripping member (21, 31) and in each case an auxiliary gripping member, which is associated therewith and is preferably designed analogously, specifically a start and a destination auxiliary gripping member (22, 32),

- wherein the clamping jaws (221, 321) of the respective auxiliary gripping member (22, 32) - in a rest position thereof, that is to say in an open position - are arranged in a position - with respect to the said major axis (ha2, ha3) of the respective gripper group (2, 3), axially behind the clamping jaws (211, 311) of the respective gripping member (21, 31) and

- in an operating position, with the clamping jaws (221, 321) being closed and with the cable (5) being held in a clamping manner, can be moved or inserted towards the clamping jaws (211, 311), which are opening or are open in a rest position, of the respective gripping member (21, 31) - and preferably into the gap or intermediate space between the said clamping jaws.

#### 10. Installation according to Claim 9, characterized

- **in that** the two operating arms (202, 302), which are fitted with the distal clamping jaws (211, 221), which are preferably in the form of jaws or pliers, of the gripping members (21, 31) bulge or are curved or the like outwards leaving a free space (200, 300) free, and the auxiliary gripping member (31, 32) which is respectively associated with each of the two said gripping members (21, 22) is surrounded in the said free space (200, 300) by the said operating arms (202, 302) and can be moved linearly in the direction of the respective major axis (ha2, ha3), and/or

- **in that** the clamping jaws (211, 221; 311, 321) of the mutually associated gripping and auxiliary gripping members (21, 22; 31, 32) are aligned essentially parallel to one another, at least with regard to their clamping surfaces (2001, 3001) and are aligned essentially parallel to their major axis (ha2, ha3), and, on operation thereof, can be moved in a closing and opening direction essentially at right angles to the major axis that has just been mentioned, and/or

- **in that** the clamping jaws (221, 321) of the respective auxiliary gripping member (31, 32) can be moved forward along the major axis (ha2, ha3) of the respective gripper group (2, 3), in particular for a contact plug-in process, between the clamping jaws (211, 311) of the respective gripping member (21, 31), and/or in particular for the cable laying process, are held in this position, being detached from the cable (5) and

during this process being detached from the cable, and/or can be moved back, in particular for a contact locking test, after the contact plug-in process has been carried out, with the cable (5) being held by clamping, and/or

- **in that** each of the two auxiliary gripping members (22, 32) has an associated sensor-controlled drive that can be adjusted for a preprogrammed pressure force - which can be applied individually when the respective contacts (51, 52) are being plugged or inserted into the contact receptacles (611, 621) of the respective housings (61, 62), and for a tensile force, which can be applied on a cable-specific basis - likewise preprogrammed - for the opposite movement for testing the mechanical robustness and tensile strength of a contact housing/contact cable connection produced immediately before this, that is to say a contact locking test, and/or

- **in that** a cable guide member (25) in particular a cable guide roller or roller pair can be moved, in particular pivoted from a pivoted-out position (sa) or from an open position to a position in which the cable (5) is guided such that it rolls off, or to an unwinding position between the rollers of the cable guide roller pair that has just been mentioned, by means of the auxiliary gripping member (22, 32), which moves linearly relative to the respective gripping member (21, 31), or by means of a carrier, carriage (226) or the like, during insertion of its clamping jaws (221, 321) between the clamping jaws (211, 311) of the gripping member (21, 31), and vice versa, and/or

- **in that** the two gripper groups (2, 3) have a common associated noose holding curve (235) which extends in a convex curve towards the working side, keeps the cable loops (55) separated from the cable layout board (7) during the laying work, and can preferably be pivoted up and down.

#### 11. Installation according to Claim 9 or 10, characterized

- **in that** the cable magazines (8) are each formed with magazining rods (82) which have magazining recesses (83), can be inserted into a housing (81) (which is like a hollow profiled rail) and are each equipped with a plurality of pairs arranged one behind the other, of rollers, rubber rollers or the like which are arranged alongside one another, correspond to the geometric shapes of the start and destination contacts (51, 52) of a cable (5) and are preferably spring-loaded with holding springs (84), wherein, from the magazining recesses (83), each of these pairs of the start and the destination con-

tacts (51, 52) of respectively mutually identical cables (5) are held in a defined alignment and position, and the cable (5) runs with a noose or loop (55), which hangs preferably freely downwards, between the said contacts (51, 52), and/or

- **in that** the magazining recesses (83) of the magazining rods (82), which are arranged essentially horizontally in the magazine housings (81) and are moved, possibly cyclically, from one another by a separation of the magazining recesses, are directed with the opening essentially vertically downwards, and in that the contacts (51, 52) which are held in the desired position and orientation in the magazining recesses (83) can be gripped by the start and by the destination gripping member (21, 31) of the cable laying robot (1), during cable removal before a cable laying process, at least at the crimping points (505) which overhang the magazining rods (82) downwards, and can be removed or pulled out downwards from the magazining recesses (83) and/or

- **in that** the magazining rods (82) are formed with a rod centre part (822), which is arranged between two rod side parts (821), which have flank surfaces arranged like toothed rods, and which rod centre part (822) has flank surfaces arranged correspondingly like toothed rods on both sides, which three rod parts (821, 822) can be detached from one another and, when the magazines (8) are in the ready-to-operate state, are pressed against one another via their flank surfaces, and in that, into every second of the flank surfaces, which are aligned at an angle ( $\varphi$ ) of preferably plus or minus  $45^\circ$  obliquely with respect to the rod extent direction, of both rod side parts, mutually associated recesses or grooves (831) are incorporated in order for the start and destination contacts (51, 52) of the cables of one cable type to be accommodated in a defined orientation, and into every second of the corresponding flank surfaces of the rod centre part (822), rollers, rubber rollers or the like, which are spring-loaded by clamping springs (84) and face the said recesses (831), recesses or grooves (832) are incorporated, which are associated with one another in pairs and are equipped for spring-clamping holding of the cable contacts (51, 52), wherein the respectively mutually complementary recesses (831, 832) together form the magazining recesses (83) of the magazining rod (82), and/or

- **in that** the magazining rods (82) are provided on the front surfaces (821) facing the cable laying robot (1) with a code, in particular a bar code (825), for example printed on a sticker, which corresponds to the types of the respective cables (5) magazined therein, can be recognized

and identified by a code reading sensor of the cable laying robot (1) and is comparable with a cable type code of the respective laying program (LP) which guides the robot (1).

## 12. Installation according to one of Claims 9 to 11, characterized

- **in that** in each case at least one corresponding plug projection (761) of a holder (760) for the respective fitting, holding, clamping and deflection elements (701, 703), which can be arranged on the layout board (7), for cable guidance and for the housing holders (76) for the start and destination contact housings (61, 62) can be arranged at the points provided according to a cable laying plan or a cable laying program (LP) in the holes (71) in the cable layout board (7) which has a hole grid (70) and is manufactured from a rigid material, for example from steel or reinforced plastic, and/or

- **in that** the cable holders, clamps (701 to 703) which can be positioned on the layout board (7) each have holding elements (1030), which are arranged at least in pairs, with posts (7031), which project from a base plate (760) which can be plugged onto the cable board (7), are at a distance from one another and are composed of a sprung material, with holding heads (7032), which are preferably held such that they rest on one another in a sprung manner, can be forced apart from one another during cable insertion, at least on the convex surfaces which face away from the layout board and are directed at least outwards, but which are preferably approximately hemispherical or spherical, and/or

- **in that** the holders (76) for the start and destination housings (61, 62) or the like are formed with base plates (760), which can be placed on the layout board surface or working surface (750), with at least two, preferably four plug projections (761), which can be introduced or plugged into at least two, but preferably four, holes (71), in particular adjacent to one another, in the layout board grid, and in that, by means of the said housing holders (76), the contact housings (61, 62) are arranged at a distance from the working surface (750) of the cable layout board (7) and are held with their major axes (ga) or with the axes of their contact receptacles (611, 621) in each case in the direction of the cables (5) to be connected thereto or towards the contact plug side at an angle  $\delta$  of between  $0^\circ$  and  $25^\circ$ , preferably between  $5^\circ$  and  $20^\circ$ , in particular between  $10^\circ$  and  $15^\circ$ , in parallel towards the layout board working surface (750), but particularly directed away therefrom at an angle, and/or

- **in that** the layout boards (7) are arranged in the form of the side surfaces of a vertical triangular, quadrilateral or pentagonal prism on the carousel arms (790) of a cable laying rotating tower (79), and can each be pivoted through 120°, 90° or 72° about its axis (da) to various working, re-working, finalizing and fitting positions (P1 to P4).

## Revendications

### 1. Procédé pour la fabrication automatisée de faisceaux de câbles, dans lequel

- au moyen d'un premier organe de préhension ou d'un organe de préhension de début, le contact ou le contact de début à la première extrémité ou à l'extrémité de début d'un câble sectionné au préalable à une longueur prévue, serti au niveau de ses deux extrémités et muni respectivement d'un contact prévu, d'un brin unique, fil torsadé et/ou fil métallique de ce type, est introduit ou emboîté dans un premier logement de contact ou dans un logement de début d'un boîtier de contact ou d'un boîtier de début de ce type, disposé sur une planche de câblage, - après quoi le câble est guidé le long d'un chemin de pose prédéfini, par-dessus ou autour - en fonction du trajet souhaité pour le câble dans le faisceau de câbles à fabriquer - d'éléments de support, de retenue, de serrage et/ou de renvoi, disposés sur la planche de câblage, et - au moyen d'un deuxième organe de préhension ou de l'organe de préhension de fin, le contact ou le contact de fin se trouvant à la deuxième extrémité ou à l'extrémité de fin est introduit ou emboîté dans un logement de contact ou dans le logement de fin prévu pour celui-ci d'un deuxième boîtier ou du boîtier de fin également disposé sur la planche de câblage, - et cette opération de pose des câbles individuels le long de leurs chemins de pose respectivement prévus entre les boîtiers de début et de fin continue jusqu'à ce que l'opération de pose soit terminée, après quoi le faisceau de câbles ainsi obtenu est repris avec les boîtiers de contact, finalisé en faisceau de câbles et ensuite retiré de la planche de câblage,

#### caractérisé

- **en ce que** pour une production flexible, orientée client, des faisceaux de câbles, au moyen d'un premier organe de préhension ou de retenue ou de l'organe de préhension de début, guidé par le système de manipulation ou par le robot, le contact de début du câble à poser est prélevé sur un magasin de câbles équipé d'une pluralité de câbles identiques entre eux et orien-

tés de façon identique en ce qui concerne leurs contacts,

- **en ce que** même avant le début de l'opération d'emboîtement de contact et de pose de câble, au moyen d'un deuxième organe de préhension et de retenue ou de l'organe de préhension fin, également guidé par système de manipulation ou robot, le contact de fin dudit câble est prélevé sur le magasin de câbles et retenu par ledit organe de préhension de fin,

- **en ce qu'**après l'orientation du contact de début et après son positionnement ou son avance dans le logement de début prévu pour celui-ci du boîtier de début, au moyen de l'organe de préhension de début, au moyen d'un premier organe de préhension auxiliaire ou de l'organe de préhension auxiliaire de début saisissant et retenant le câble derrière le contact de début ou le sertissage de celui-ci et également guidé par système de manipulation ou robot, le contact de début est inséré ou emboîté définitivement dans le logement de début de façon à établir une fixation ou un encliquetage,

- **en ce qu'**ensuite, tout en maintenant totalement la retenue du contact de fin au moyen de l'organe de préhension de fin pendant toute l'opération - au moyen de l'organe de préhension de début et/ou de l'organe de préhension auxiliaire de début lui-même et/ou au moyen d'un organe de guidage de câble attribué à celui-ci ou à ceux-ci - le câble est guidé le long du circuit ou chemin de pose respectivement prévu par-dessus ou à travers les éléments de support, de retenue, de serrage et/ou de renvoi de la planche de câblage,

- et **en ce qu'**enfin, le contact de fin retenu en permanence par l'organe de préhension de fin, après une orientation et un positionnement adéquats dans ou après avance dans le logement de fin du boîtier de fin au moyen de cet organe de préhension de fin - au moyen d'un deuxième organe de préhension auxiliaire ou de l'organe de préhension auxiliaire de fin saisissant et retenant le câble immédiatement derrière le contact de fin ou le sertissage de celui-ci et également guidé par système de manipulation ou robot - est inséré ou emboîté définitivement dans le logement de fin de façon à établir une fixation ou un encliquetage.

### 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé

- **en ce qu'**au moyen du premier organe de préhension et de retenue ou de l'organe de préhension de début, guidé par le système de manipulation ou par le robot, le contact de début du câble à poser est prélevé sur le magasin de câbles équipé d'une pluralité de câbles identiques

entre eux et orientés de façon identique en ce qui concerne leurs contacts, et  
 - en ce qu'en même temps - avant même le début de l'opération d'emboîtement de contact et de pose de câble - au moyen du deuxième organe de préhension et de retenue ou de l'organe de préhension de fin, également guidé par système de manipulation ou robot, le contact de fin dudit câble est prélevé sur le magasin de câbles et est retenu par ledit organe de préhension de fin.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le câble respectivement à poser - au moins avant l'emboîtement de son contact de début dans le logement de début du boîtier de début, au moment et pendant son guidage par-dessus ou à travers les éléments de support, de retenue, de serrage et/ou de renvoi de la planche de câblage lors de l'opération de câblage - forme un lacet ou une boucle qui pend de préférence librement et raccourcit en fonction de l'avancement de l'opération, entre le groupe ou l'unité de dispositifs de préhension de début, comprenant l'organe de préhension de début et l'organe de préhension auxiliaire de début coopérant avec celui-ci de façon coordonnée selon le cycle de fonctionnement, et/ou un organe de guidage de câble attribué à ce groupe de dispositifs de préhension et prévu le cas échéant, de préférence un rouleau ou une paire de rouleaux de retenue et guidage de câble, et le groupe ou l'unité de dispositifs de préhension de fin, retenant en permanence le contact de fin et comprenant l'organe de préhension de fin et l'organe de préhension auxiliaire cible coopérant avec celui-ci de façon coordonnée selon le cycle de fonctionnement, et/ou un organe de guidage de câble de ce type attribué à ce groupe et prévu le cas échéant.
4. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce qu'**avant le début de l'opération de câblage

- des câbles identiques entre eux ou les câbles d'un même type sont disposés respectivement dans un magasin de câbles - présentant une pluralité de paires de logements de magasin correspondant aux modes de réalisation du contact de début et du contact de fin et mutuellement attribuées,  
 - dans lequel les contacts ou leurs extrémités libres sont redressés et les câbles forment entre lesdits contacts ou leurs sertissages respectivement un lacet ou une boucle qui pend de préférence librement,  
 - et **en ce que** le câble respectivement à poser est prélevé sur les logements de magasin par des organes de préhension de début et de fin,

guidés par système de manipulation ou robot, par la sortie de préférence simultanée des contacts, et est amené à l'opération d'emboîtement de contact et de pose de câble.

5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé**

- **en ce qu'**aussi bien le contact de début que le contact de fin du câble sont saisis et retenus par l'organe de préhension de début et l'organe de préhension de fin respectivement au niveau de leurs points de connexion contact/câble ou des sertissages de contact,  
 - en ce que l'insertion définitive de fixation du contact de début et du contact de fin dans les logements de contact respectivement prévus pour les contacts du boîtier de début et de fin est effectuée au moyen de l'organe de préhension auxiliaire de début et de fin avec un réglage spécifique pour chacun des contacts et en contrôlant la force d'insertion et d'emboîtement définitifs à appliquer ou appliquée pour la fixation, de préférence par encliquetage, du contact respectif dans le logement de contact, par une unité de commande, et/ou  
 - en ce que respectivement immédiatement à l'issue de l'insertion définitive de fixation ou de fixation par encliquetage du contact de début dans le logement de début du boîtier de début, et de plus immédiatement à l'issue de l'insertion du même type du contact de fin dans le logement de fin du boîtier de fin au moyen de l'organe de préhension de début et de fin et après l'ouverture consécutive de celui-ci,  
 - au moyen de l'organe de préhension auxiliaire de début et de fin - respectivement tout en maintenant totalement la retenue du câble par celui-ci - avec un réglage spécifique pour le contact respectif, en commandant et contrôlant la force de contrainte de traction, un mouvement de traction opposé au mouvement d'insertion de contact est effectué pour vérifier la solidité mécanique de la fixation, de préférence par encliquetage, du contact respectif dans son logement de contact, donc une "vérification de blocage de contact" est effectuée.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé**

- **en ce que** la saisie des contacts de début et de fin lors du prélèvement des câbles sur le magasin de câbles ainsi que la retenue des contacts ou de leurs sertissages jusqu'à leur avance respective dans les logements de début et de fin des boîtiers de début et de fin s'effectuent par un serrage entre les mâchoires de serrage

d'un organe de préhension de début réalisé substantiellement à la manière d'un bec ou d'une pince et d'un organe de préhension de fin réalisé de façon analogue, et/ou

- **en ce que** la saisie des câbles respectivement derrière leurs contacts de début et de fin ou derrière leurs sertissages de câble par l'organe de préhension auxiliaire de début ou de fin et leur retenue lors de l'insertion de fixation des contacts dans les logements de début et de fin des boîtiers de début et de fin, ainsi que lors de la contrainte de traction opposée, prévue de préférence, lors de la vérification de blocage de contact, s'effectuent par un serrage entre les mâchoires de serrage d'un organe de préhension auxiliaire de début et de fin réalisé substantiellement à la manière d'un bec ou d'une pince, et/ou

- **en ce que** respectivement avant l'insertion de fixation des contacts dans les logements de contact respectivement prévus à cet effet du boîtier de début et de fin,

- les zones, situées immédiatement après les contacts ou les sertissages de câble, du câble respectif dans le prolongement de l'axe de contact,

- et les mâchoires de serrage de l'organe de préhension auxiliaire de début réalisé à la manière d'un bec ou d'une pince ainsi que celles de l'organe de préhension auxiliaire de fin réalisé de la même manière sont orientées dans leur étendue longitudinale respectivement en parallèle audit axe de contact et à l'axe de câble immédiatement derrière les contacts,

- et **en ce que** cette dite orientation relative est conservée au moins jusqu'à la fin de l'opération respective d'emboîtement et de vérification de contact.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé**

- **en ce que** le groupe ou l'unité de dispositifs de préhension de début et le groupe ou l'unité de dispositifs de préhension de fin sont connectés à une seule et même tête de travail distale du système de manipulation ou d'un robot à bras articulé multiaxial et réalisés de façon mobile les uns par rapport aux autres par déplacement relatif et/ou par pivotement et/ou par rotation autour de leur axe (longitudinal) principal respectif, et sont déplacés par ladite tête de travail selon un programme d'emboîtement de contact et de pose de câble guidant le système de manipulation ou le robot, respectivement adapté spécifiquement aux câbles individuels et à leurs contacts individuels et basé directement sur le schéma de câblage, et/ou

- **en ce que** lors de la pose du câble individuel le long du chemin de pose prévu pour celui-ci, en cas d'approche et de passage et/ou de contournement de celui-ci sur ou autour des éléments de support, de retenue, de serrage et/ou de renvoi de la planche de câblage, le câble est guidé avant d'y être posé le long d'une trajectoire courbe évitant ledit élément respectif à une plus grande distance ou distance radiale.

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** l'organe de préhension de début réalisé à la manière d'un bec ou d'une pince et l'organe de préhension de fin réalisé de la même manière, avant la saisie de serrage du contact de début et de fin d'un câble respectif ou de ses sertissages et avant le prélèvement du câble sur le magasin, est orienté avec sa direction d'extension longitudinale ou avec celle de ses mâchoires de serrage substantiellement en direction de l'axe de contact ou de câble, et **en ce que** cette orientation relative est conservée au moins jusqu'à l'avance préalable ou l'emboîtement desdits contacts dans les logements correspondants du boîtier de début et de fin.

9. Installation pour la fabrication automatisée de faisceaux de câble, en particulier pour l'exécution du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8,

- ladite installation comprenant au moins un système de manipulation ou un robot industriel avec des organes de préhension, au moins une planche de câblage (7) avec des boîtiers de contact de début (61) disposés sur celle-ci et au moins un boîtier de contact de fin (62) qui y est disposé de la même manière, ainsi qu'avec des éléments de support, de retenue, de serrage et de renvoi de câble (701 à 703), dans laquelle au moyen du système de manipulation ou du robot, respectivement un câble à poser (5) avec son contact de début (51) peut être emboîté dans un logement de contact de début (611) du boîtier de contact de début (61),

- le câble pouvant être guidé en suivant un chemin de pose (bv), par-dessus les ou autour des ou à travers les éléments de support, de retenue, de serrage et/ou de renvoi (701 à 703) de la planche de câblage (7),

- et le câble pouvant être emboîté avec son contact de fin (52) dans un logement de contact de fin (621) du boîtier de contact de fin (62),

**caractérisée en ce que** l'installation (100), en particulier pour une production flexible, orientée client, de faisceaux de câbles, comprend

- au moins une planche de câblage (7) inclinée vers l'arrière - par rapport au côté de pose de câble (vs) - sous un angle ( $\alpha$ ) dans une plage

entre +5° à la verticale et inclinée de -7,5° vers l'avant en porte-à-faux, de préférence disposée verticalement,

- au moins un magasin de câbles (8), disposé à proximité de la planche de câblage (7), équipé ou pouvant être équipé d'une pluralité de câbles (5) (fils torsadés, brins, ou similaires) identiques entre eux, respectivement munis ou préfabriqués avec des contacts de début (51) et des contacts de fin (52) correspondants, le magasin tenant prêt aussi bien les contacts de début (51) que les contacts de fin (52) du câble (5) respectif dans des positions définies, faiblement espacées les unes des autres, avec une situation spatiale respectivement définie, respectivement un câble (5) pouvant être prélevé sur ledit magasin,

- et un système de manipulation programmable sur la base d'un schéma de câblage (LP), en particulier un robot industriel de ce type, de préférence un robot à bras articulés multiaxiaux (1) avec deux groupes ou unités de dispositifs de préhension, notamment un groupe de dispositifs de préhension de début et de fin (2, 3), connectés à sa tête de travail distale (12), adjacents l'un à l'autre, pouvant pivoter respectivement autour de leurs axes principaux (ha 2, ha 3), mobiles de façon linéaire l'un par rapport à l'autre et/ou pouvant pivoter de façon angulaire,

- dont chacun comprend un organe de préhension réalisé avec des mâchoires de serrage (211, 311) de préférence de type bec ou pince, notamment un organe de préhension de début et un organe de préhension de fin (21, 31), et respectivement un organe de préhension auxiliaire attribué à celui-ci, de préférence réalisé de façon analogue, notamment un organe de préhension auxiliaire de début et un organe de préhension auxiliaire de fin (22, 32),

- dans laquelle les mâchoires de serrage (221, 321) de l'organe de préhension auxiliaire respectif (22, 32) - dans une position de repos de celui-ci, donc dans une position ouverte - sont disposées dans une position - par rapport audit axe principal (ha 2, ha 3) du groupe de dispositifs de préhension respectif (2, 3) - axialement derrière les mâchoires de serrage (211, 311) de l'organe de préhension respectif (21, 31), et

- dans une position de travail avec fermeture des mâchoires de serrage (221, 321) et avec retenue de serrage du câble (5), lesdites mâchoires pouvant être déplacées ou insérées vers les mâchoires de serrage (211, 311), qui s'ouvrent ou sont ouvertes dans une position de repos, de l'organe de préhension (21, 31) respectif - et de préférence dans l'espace ou l'intervalle entre lesdites mâchoires de serrage.

#### 10. Installation selon la revendication 9, caractérisée

- **en ce que** les deux bras d'actionnement (202, 302) distaux, portant des mâchoires de serrage (211, 221) de préférence de type bec ou pince, des organes de préhension (21, 31), sont gauchis ou courbés ou similaires vers l'extérieur, tout en dégagant un espace libre (200, 300), et l'organe de préhension auxiliaire (31, 32) respectivement attribué à chacun desdits deux organes de préhension (21, 22) est entouré par lesdits bras d'actionnement (202, 302) et peut être déplacé de façon linéaire en direction de l'axe principal respectif (ha 2, ha 3), et/ou

- **en ce que** les mâchoires de serrage (211, 221 ; 311, 321) des organes de préhension ou organes de préhension auxiliaires (21, 22 ; 31, 32) attribués entre eux sont orientées, au moins en ce qui concerne leurs faces de serrage (2001, 3001), substantiellement en parallèle entre elles et à leur axe principal (ha 2, ha 3), et lorsqu'elles sont actionnées, elles peuvent être déplacées en fermeture et ouverture substantiellement verticalement audit axe principal, et/ou

- **en ce que** les mâchoires de serrage (221, 321) de l'organe de préhension auxiliaire (31, 32) peuvent être avancées le long de l'axe principal (ha 2, ha 3) du groupe de dispositifs de préhension respectif (2, 3), en particulier pour une opération d'emboîtement de contact, entre les mâchoires de serrage (211, 311) de l'organe de préhension (21, 31) respectif, et/ou peuvent être reculées, en particulier pour l'opération de câblage, en se détachant du câble (5) dans cette position, et en étant maintenues détachées du câble pendant cette opération, et/ou, en particulier pour une vérification de blocage de contact à l'issue de l'opération d'emboîtement de contact avec retenue de serrage du câble (5), et/ou

- **en ce qu'**à chacun des deux organes de préhension auxiliaires (22, 32), un dispositif d'entraînement commandé par palpeur, réglable sur une force de compression préprogrammée - à exercer individuellement pendant l'emboîtement ou l'insertion des contacts (51, 52) respectifs dans les logements de contact (611, 621) des boîtiers (61, 62) respectifs - et sur une force de traction - également préprogrammée - à exercer en fonction du câble lors du mouvement opposé pour vérifier la stabilité mécanique et la résistance à la traction d'une connexion contact-boîtier/contact-câble établi immédiatement avant, donc une vérification de blocage de câble, et/ou

- **en ce qu'**au moyen de l'organe de préhension auxiliaire (22, 32) pouvant être déplacé de façon linéaire par rapport à l'organe de préhension

respectif (21, 31), ou au moyen d'un support, d'un chariot (226) ou similaires, lors de l'insertion des mâchoires de serrage (221, 321) de celui-ci entre les mâchoires de serrage (211, 311) de l'organe de préhension (21, 31), un organe de guidage de câble (25), en particulier un rouleau ou une paire de rouleaux de guidage de câble, peut être amené, en particulier amené à pivoter, d'une position sortie (sa) ou d'une position ouverte vers une position guidant le câble (5) à poser en déroulement ou vers une position de traction de dévidage entre les rouleaux de ladite paire de rouleaux de guidage de câble, et vice versa, et/ou

- **en ce qu'**aux deux groupes de dispositifs de préhension (2, 3) est attribué un cintre de retenue de boucle commun (235) s'étendant vers le côté travail en un arc convexe, retenant les boucles de câble (55) pendant le travail de pose à distance de la planche de câblage (7) et de préférence pivotant de haut en bas.

#### 11. Installation selon la revendication 9 ou 10, **caractérisée**

- **en ce que** les magasins de câbles (8) sont réalisés respectivement avec des barres d'emmagasinage (82) pouvant être insérées dans un boîtier (81) de type rail profilé creux et présentant des évidements d'emmagasinage (83) munis respectivement d'une pluralité de paires, disposées les unes après les autres, de rouleaux chargés par ressort, de préférence par des ressorts de retenue (84), de rouleaux en caoutchouc ou similaires, correspondant aux formes géométriques des contacts de début et de fin (51, 52) d'un câble (5) et disposés côte à côte, dans lequel, parmi les évidements d'emmagasinage (83), chacune de ces paires des contacts de début et des contacts de fin (51, 52) est retenue par des câbles (5) respectivement identiques entre eux dans une orientation et position définies, et le câble (5) s'étend avec un lacet ou une boucle (55), qui pend de préférence librement, entre lesdits contacts (51, 52), et/ou

- **en ce que** les évidements d'emmagasinage (83) des barres d'emmagasinage (82) disposées substantiellement horizontalement dans les boîtiers de magasin (81) et pouvant éventuellement être déplacées les unes par rapport aux autres de façon cyclique d'un espacement des évidements d'emmagasinage, sont dirigés avec leur ouverture vers le bas de façon substantiellement verticale, et en ce que les contacts (51, 52) retenus dans les évidements d'emmagasinage (83) dans une position et situation souhaitées peuvent être saisis au moins au niveau de leurs points de sertissage (505) dépassant

des barres d'emmagasinage (82) vers le bas, lors du prélèvement de câble avant une opération de câblage par l'organe de préhension de début et l'organe de préhension de fin (21, 31) du robot de câblage (1) et peuvent être prélevés ou extraits des évidements d'emmagasinage (83) vers le bas, et/ou

- **en ce que** les barres d'emmagasinage (82) sont réalisées avec une partie centrale de barre (822) disposée entre deux parties latérales de barre (821) présentant des surfaces de flanc disposées approximativement à la manière d'une crémaillère, et présentant de façon correspondante des surfaces de flanc disposées à la manière d'une crémaillère des deux côtés, ces trois parties de barre (821, 822) pouvant être détachées les unes des autres, et à l'état prêt à l'emploi des magasins (8) pressées les unes contre les autres par l'intermédiaire de leurs surfaces de flanc, et en ce que dans une surface sur deux des surfaces de flanc, orientées sous un angle ( $\varphi$ ) de préférence de plus ou moins 45° de façon inclinée par rapport à la direction de l'étendue de la barre, des deux parties latérales de barre, des évidements ou rainures (831) attribués entre eux pour un logement de situation définie des contacts de début et de fin (51, 52) des câbles d'un type de câble sont pratiqués, et dans une surface sur deux des surfaces de flanc correspondantes de la partie centrale de barre (822), des évidements ou rainures (832) tournés vers lesdits évidements (831) et équipés de ressorts de serrage (84), de rouleaux chargés par ressort, de rouleaux en caoutchouc ou similaires, pour une retenue de serrage élastique des contacts de câble (51, 52), attribués entre eux par paires, sont pratiqués, les évidements (831, 832) respectivement complémentaires formant ensemble les évidements d'emmagasinage (83) de la barre d'emmagasinage (82), et/ou

- **en ce que** les barres d'emmagasinage (82) sont munies sur leurs faces frontales (821) tournées vers le robot de câblage (1) d'un code, en particulier d'un code à barres (825), par exemple imprimé sur un autocollant, le code correspondant au type du câble (5) respectivement emmagasiné dans celles-ci, en étant lisible et identifiable par un détecteur de lecture de code du robot de câblage (1) et pouvant être comparé avec un code de type de câble du programme de câblage (LP) respectif dirigeant le robot (1).

#### 12. Installation selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisée**

- **en ce que** dans les trous (71) de la planche de câblage (7) présentant une perforation (70) et fabriquée à partir d'un matériau rigide, par

exemple en acier ou en matière plastique armée, aux endroits prévus selon un schéma de câblage ou un programme de câblage (LP), respectivement au moins un nez d'emboîtement correspondant (761) d'un dispositif de retenue (760) peut être disposé pour les éléments de support, de retenue, de serrage et de renvoi (701 à 703) respectifs à disposer sur la planche de câblage (7) pour l'acheminement des câbles ainsi que pour les dispositifs de retenue de boîtier (76) pour les boîtiers de contact de début et de fin (61, 62), et/ou

- **en ce que** les dispositifs de retenue ou brides de câble (701 à 703) positionnables sur la planche de câblage (7) présentent des éléments de retenue (1030), disposés respectivement au moins par paires, avec des têtes de retenue (7032) de manches (7031) espacés les uns des autres et redressés sur des plaques de base (760) pouvant s'emboîter sur la planche de câblage (7), en matériau élastique, les têtes étant retenues côte à côte de préférence de façon élastique, pouvant être écartées lors de l'entrée de câble, présentant des surfaces convexes au moins du côté détourné de la planche de câblage, au moins tournées vers l'extérieur, mais de préférence approximativement hémisphériques ou sphériques, et/ou

- **en ce que** les dispositifs de retenue (76) pour les boîtiers de début et de fin (61, 62) ou similaires sont réalisés avec des plaques de base (760) pouvant être appliquées contre la face supérieure ou face de travail (750) de la planche de câblage avec au moins deux, de préférence quatre, nez d'emboîtement (761) pouvant être introduits ou emboîtés dans au moins deux, mais de préférence quatre, trous (71), en particulier adjacents entre eux, de la perforation de planche de câblage, et en ce qu'au moyen desdits dispositifs de retenue de boîtier (76), les boîtiers de contact (61, 62) sont disposés à distance de la face de travail (750) de la planche de câblage (7) et sont retenus avec leurs axes principaux (ga) ou avec les axes de leurs logements de contact (611, 621) respectivement en direction des câbles (5) à relier à ceux-ci ou du côté d'emboîtement de contact sous un angle  $\delta$  entre  $0^\circ$  et  $25^\circ$ , de préférence entre  $5^\circ$  et  $20^\circ$ , en particulier entre  $10^\circ$  et  $15^\circ$ , par rapport à la face de travail (750) de la planche de câblage en étant orientés en parallèle à celle-ci, mais en particulier de façon oblique en s'éloignant de celle-ci, et/ou

- **en ce que** les planches de câblage (7) sont disposées à la manière des surfaces latérales d'un prisme droit à trois, quatre ou cinq côtés sur les bras de carrousel (790) d'une tour rotative de câblage (79) et peuvent pivoter en rota-

tion respectivement de  $120^\circ$ ,  $90^\circ$  ou  $72^\circ$  autour de l'axe (da) de celle-ci dans différentes positions de travail, de reprise, de finition et de montage (P1 à P4).

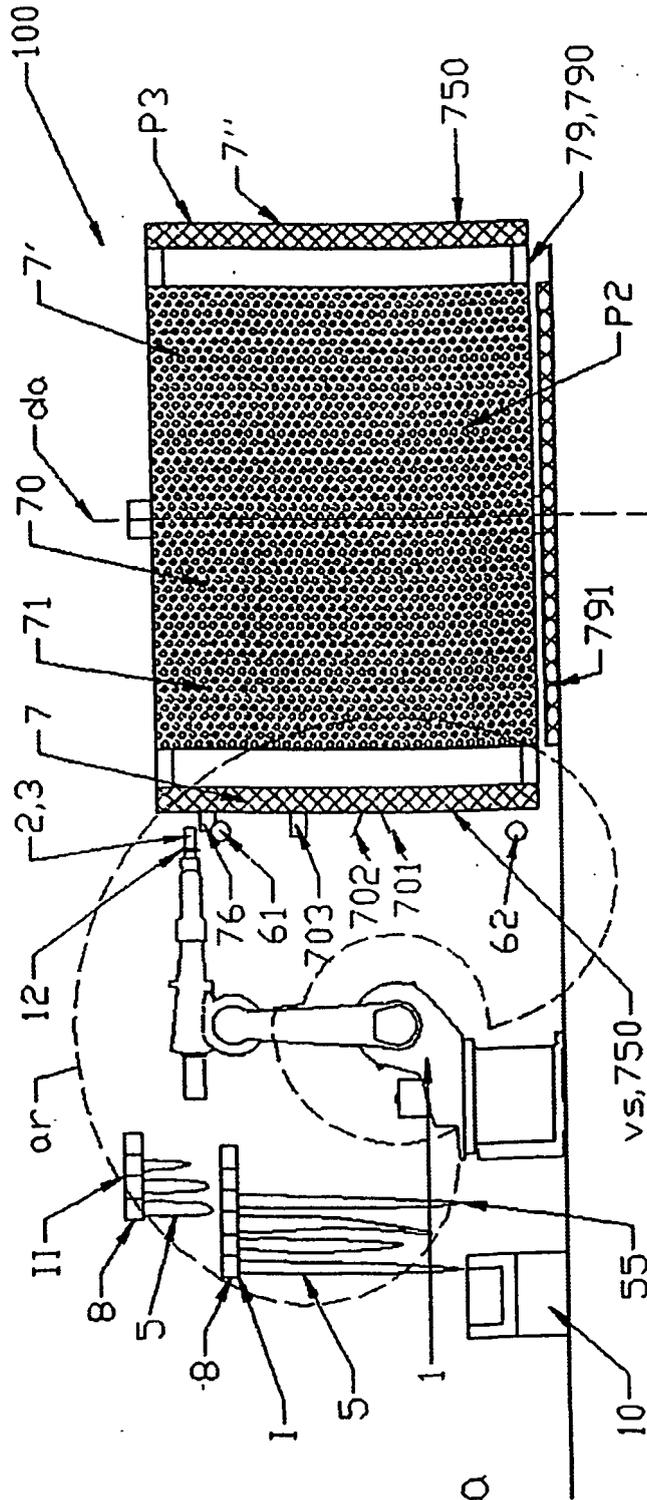


Fig. 1a

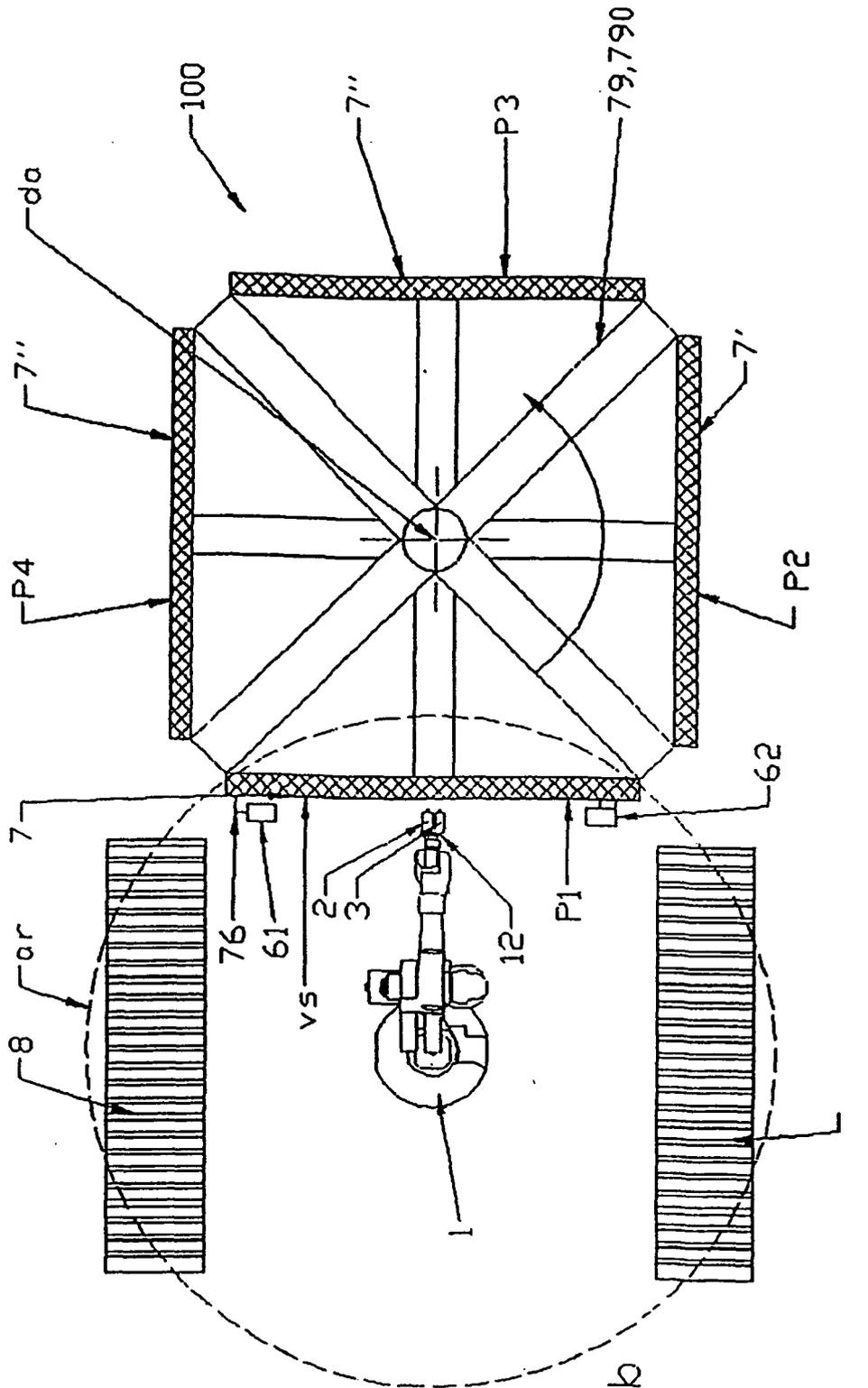


Fig. 1b

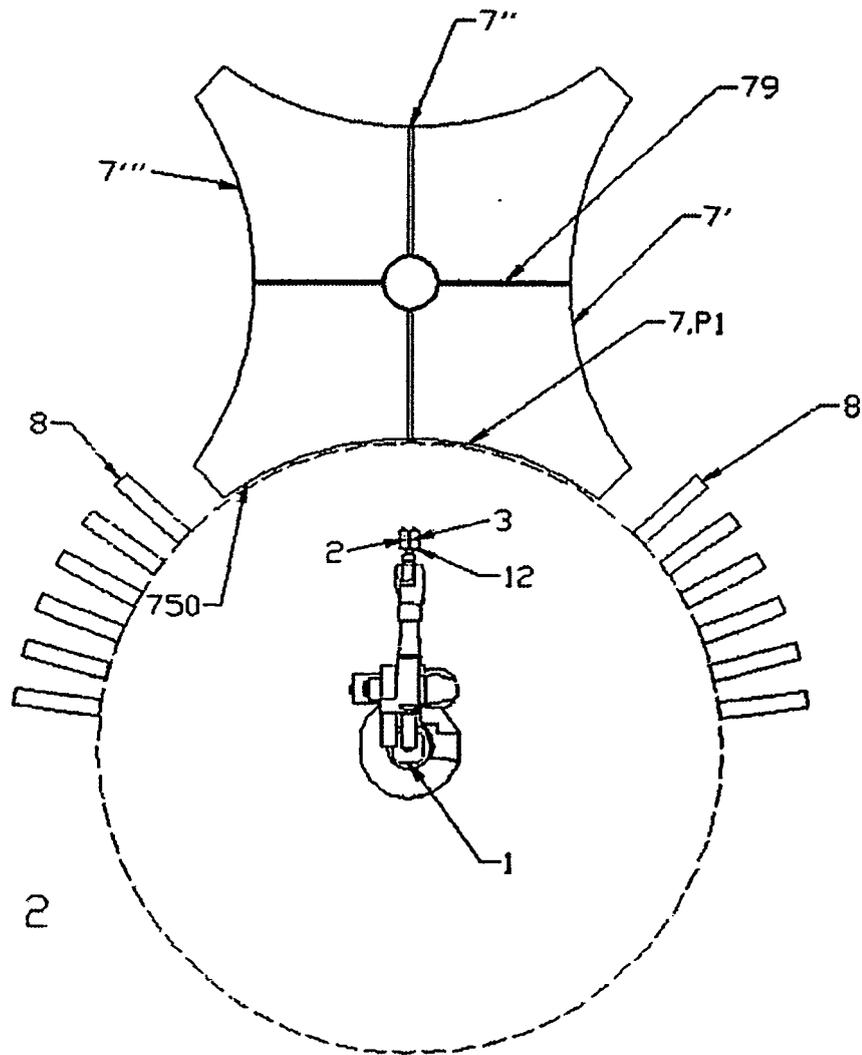
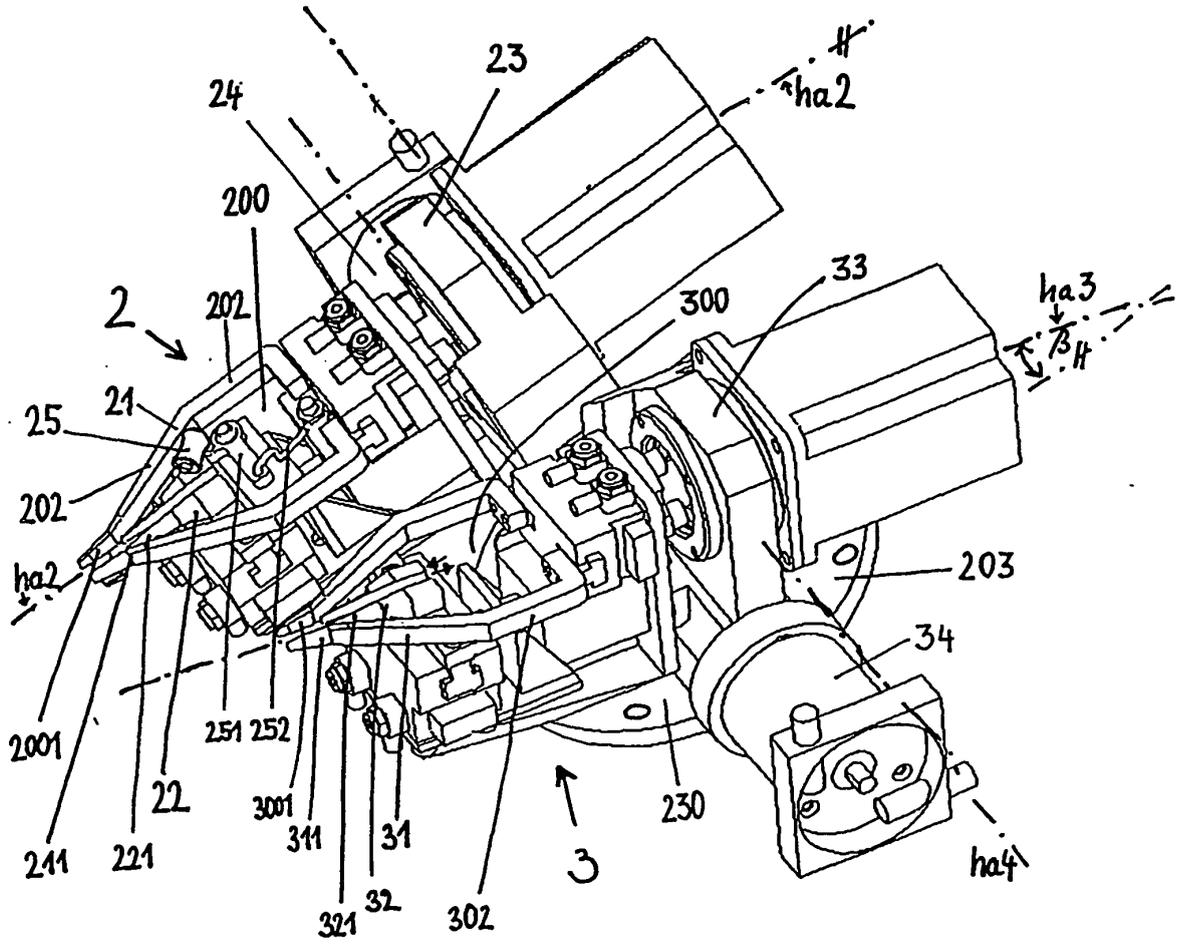
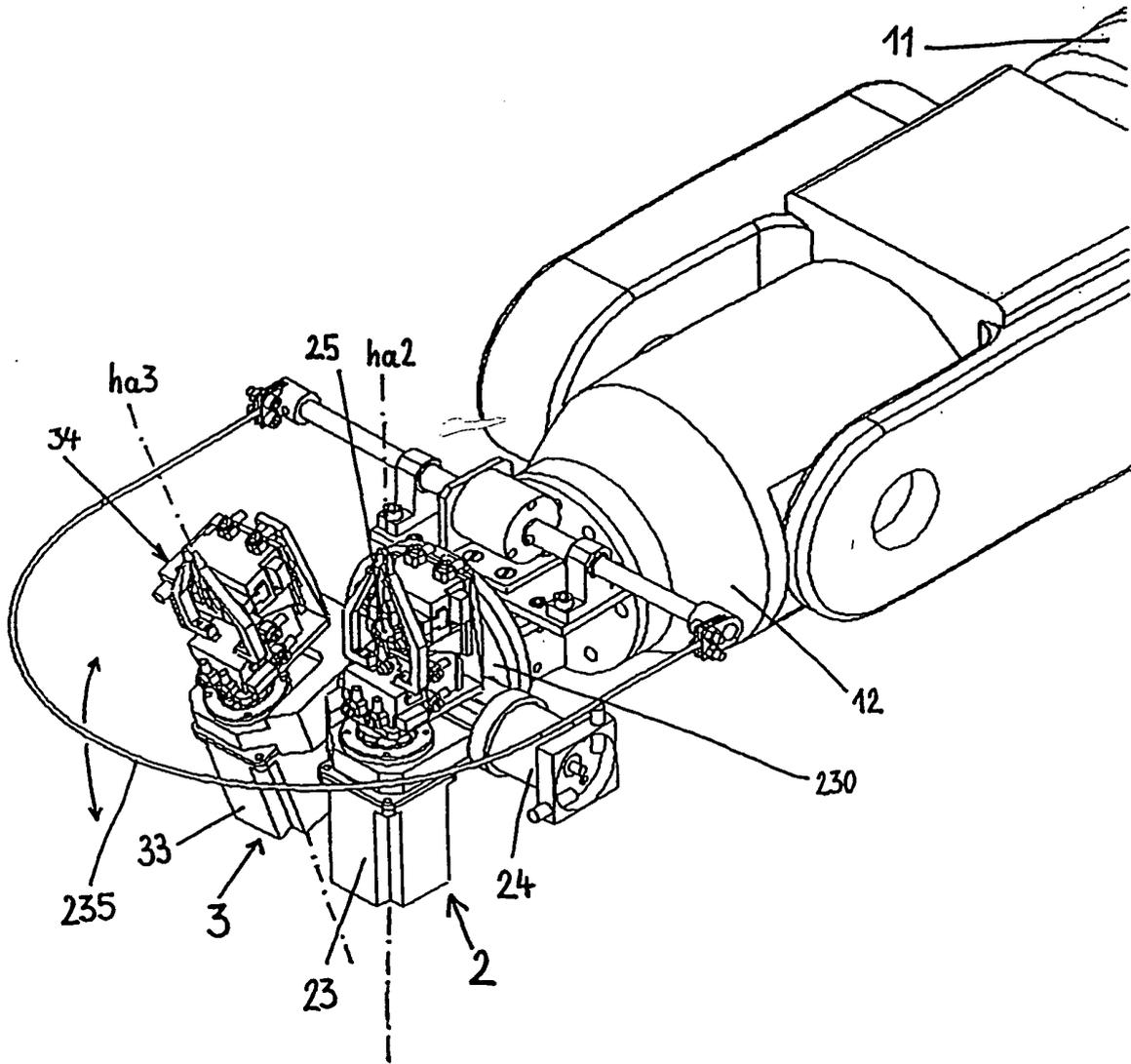


Fig. 2

Fig. 3







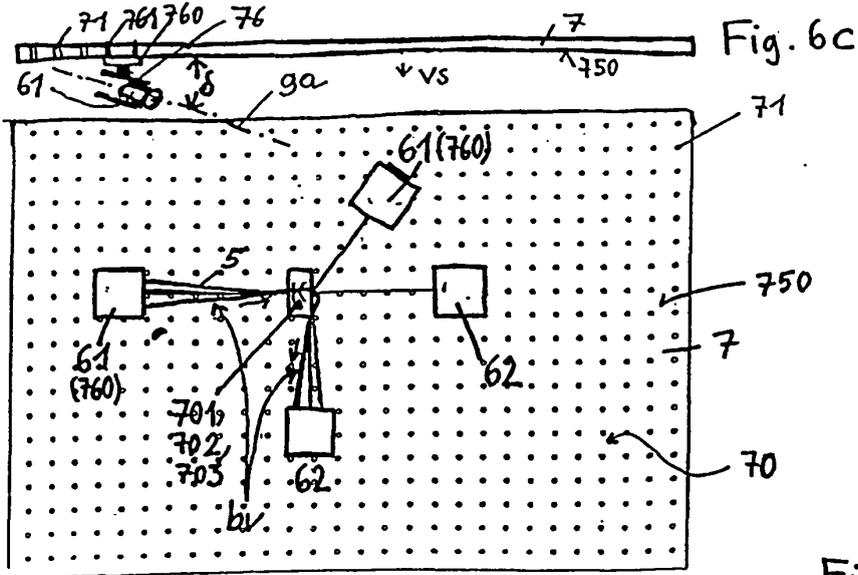


Fig. 6a

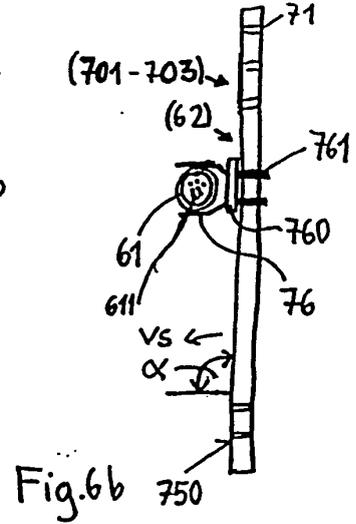


Fig. 6b

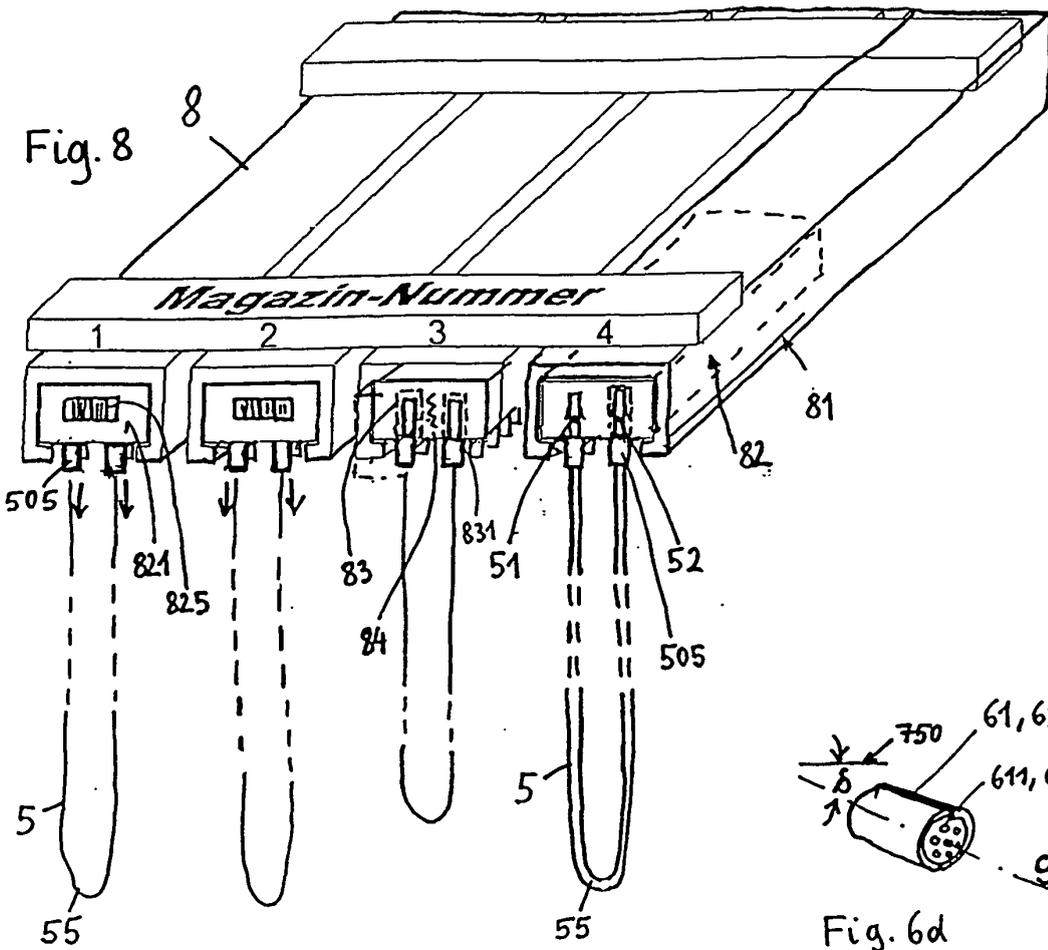


Fig. 8

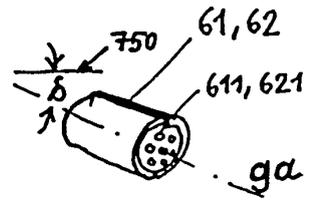
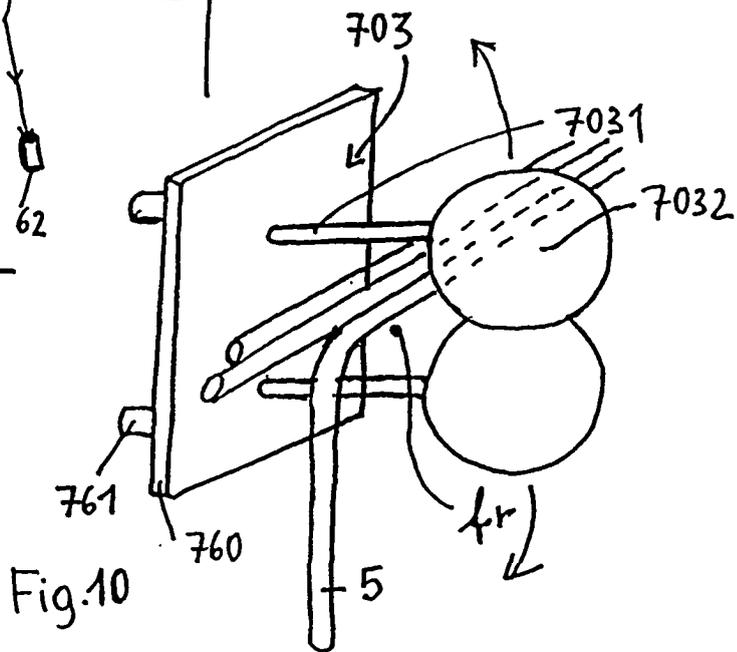
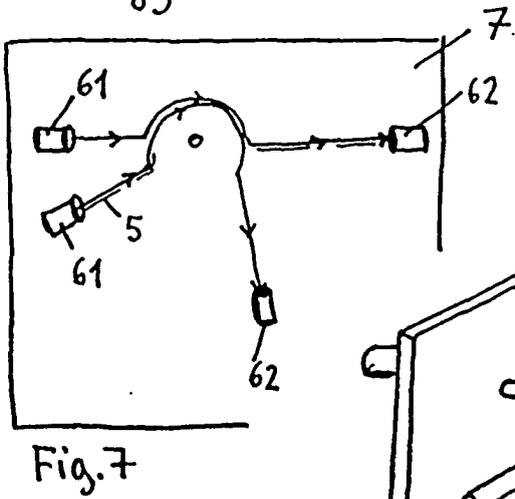
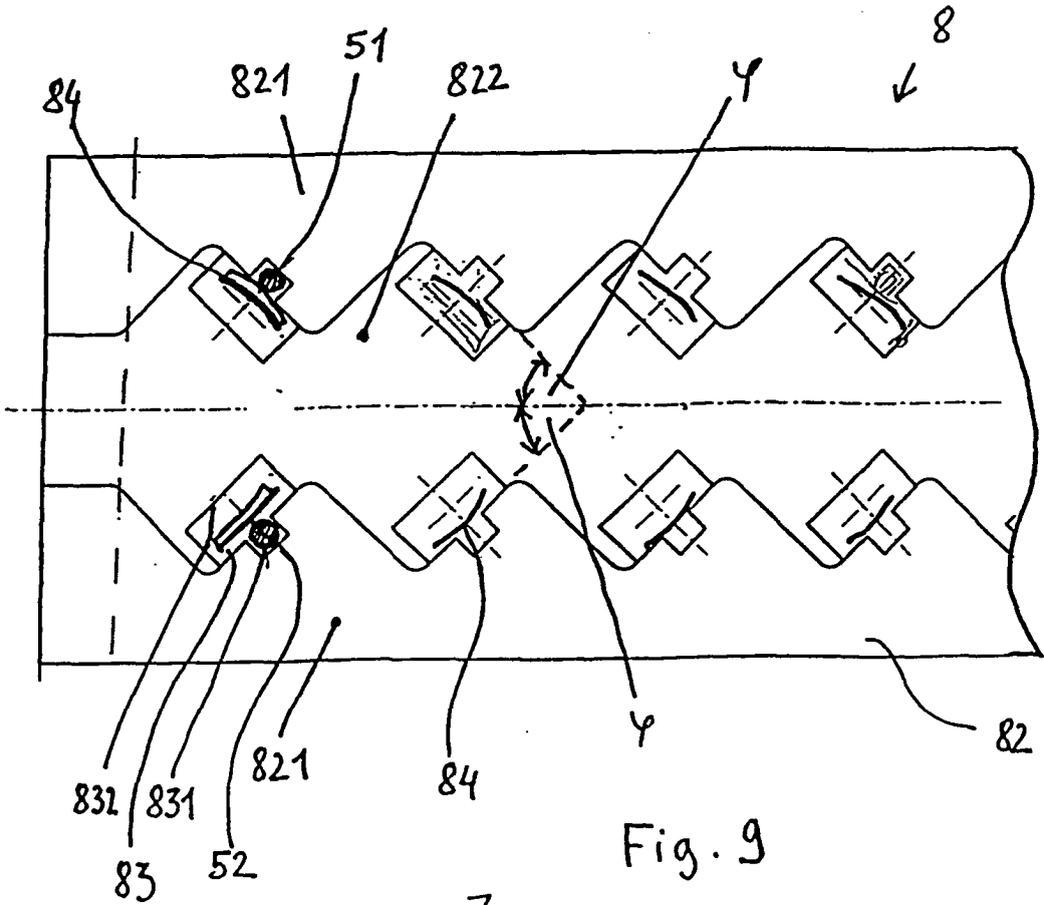


Fig. 6d



**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 116475 A1 [0013] [0019]
- DE 3822166 C2 [0019] [0020] [0021]
- DE 3822136 C2 [0021]
- DE 3822146 C2 [0027]
- DE 3544219 A1 [0028]