

(19)



(11)

**EP 4 170 683 A1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.04.2023 Patentblatt 2023/17**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):  
**H01B 7/00<sup>(2006.01)</sup> H01B 13/012<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **22192258.6**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):  
**H01B 13/01245; H01B 7/0045; H01B 13/01236**

(22) Anmeldetag: **26.08.2022**

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

(71) Anmelder: **Reichert, Siegfried**  
**92318 Neumarkt (DE)**

(72) Erfinder: **Reichert, Siegfried**  
**92318 Neumarkt (DE)**

(74) Vertreter: **Kanzlei Dr.Negendanck**  
**Patentmanufaktur**  
**Patent- und Rechtsanwälte**  
**Rennweg 60-62**  
**90489 Nürnberg (DE)**

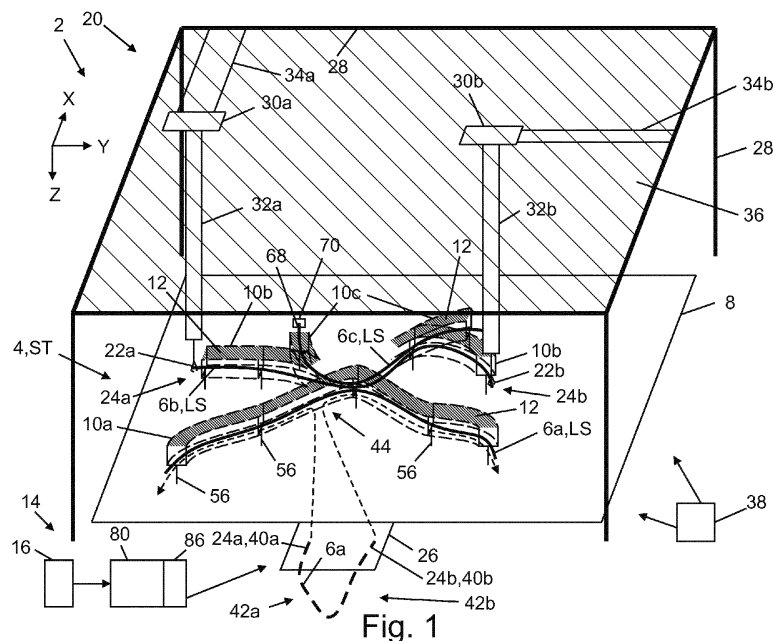
(30) Priorität: **19.10.2021 DE 102021127042**

**(54) TRANSLATORISCHES DOPPELGREIFERSYSTEM ZUM ABLEGEN EINES KABELSATZES**

(57) Eine Ablegemaschine (20) zum Ablegen von Kabeln (6a-c) als Kabelsatz (4) auf einem Formbrett (8) mit an einer Führungsseite (12) offenen Führungskanälen (10a-c) für dessen Struktur (ST) enthält mindestens zwei unabhängige Greifer (22a,b) und einen Bereitstellungsplatz (26) für die Kabel (6a-c) und einen ortsfesten Grundrahmen (28), einen Schlitten (30a,b) pro Greifer (22a,b) mit einer Greiferführung (32a,b) für die Greifer (22a,b) am Schlitten (30a,b) mit einem translatorischen Freiheitsgrad (Z), eine Schlittenführung (34a,b) für die Schlitten (30a,b) ausschließlich flächig in einer X-Y-Ebene

ne (36) am Grundrahmen (28), und eine Steuereinrichtung (38) für die Ansteuerung der Greifer (22a,b) mittels Ansteuerung der Schlittenführung (34a,b) und der Greiferführung (32a,b).

Eine Maschinenanordnung (2) zur Fertigung eines Kabelsatzes (4) enthält die Ablegemaschine (20) und eine Kabelmaschine (14) mit einem Ablängmodul (80) für eine Leitung (82) aus einem Leitungsvorrat (16) und einem Ausgabemodul (86) zum Bereitstellen der Leitung (82) als Kabel (6a-c) am Bereitstellungsplatz (26).

**Fig. 1****EP 4 170 683 A1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft das Ablegen von Kabeln als Kabelsatz auf einem Formbrett.

**[0002]** Aus der DE 10 2018 115 557 B3 ist ein Leitungsverlegungssystem zur Herstellung von Leitungssätzen bestehend aus einer Anzahl von Kabeln und/oder Leitungen bekannt, umfassend wenigstens zwei Roboter, denen im System eine unterschiedliche Steuerungshierarchie zugewiesen ist und diese mit Greifelementen zum Greifen wenigstens einer Leitung des Leitungssatzes zum Verlegen der Leitung an einem Kabelformbrett oder direkt in einer Endapplikation ausgebildet sind.

**[0003]** Aufgrund der einzusetzenden Roboter ist das bekannte System aufwendig und teuer.

**[0004]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, Verbesserungen im Hinblick auf das Ablegen von Kabeln als Kabelsatz auf einem Formbrett vorzuschlagen.

**[0005]** Die Aufgabe wird gelöst durch eine Ablegemaschine nach Anspruch 1. Bevorzugte oder vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sowie anderer Erfindungskategorien ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen, der nachfolgenden Beschreibung sowie den beigefügten Figuren.

**[0006]** Die Ablegemaschine dient bzw. ist eingerichtet zum Ablegen von Kabeln als Kabelsatz (auch "Kabelbaum, Leitungssatz, Leitungsstrang") auf einem bestimmungsgemäßen Formbrett.

**[0007]** "Bestimmungsgemäß" heißt, dass die Ablegemaschine auf ein bestimmtes oder einen bestimmten Typ von Formbrett, konstruktiv abgestimmt ist und für den Einsatz dort eingerichtet ist; z.B. für die dadurch bestimmten Geometrieforderungen usw. ausgelegt ist. Mit anderen Worten wird ein betreffendes Formbrett als bekannt hinsichtlich seiner Geometrie usw. vorausgesetzt.

**[0008]** Die Erfindung geht dabei von folgendem Formbrett aus: Dieses weist Führungskanäle auf. Die Führungskanäle entsprechen einer Struktur / Design / Vorgabe des Kabelsatzes, d.h. sie geben den Aufbau eines entsprechenden Kabelsatzes vor. Die Führungskanäle sind an mindestens einer Führungsseite offen. Jedes der Kabel ist bis zu einer jeweiligen Soll-Lage hin in einen bestimmten der Führungskanäle einziehbar und / oder ablegbar und in der Soll-Lage darin ablegbar. Mit anderen Worten ist jedes Kabel genau einem Führungskanal zugeordnet bzw. ist für jedes Kabel genau ein Führungskanal vorgesehen. Dabei kann ein Führungskanal auch mehrere Kabel aufnehmen. Führungskanäle können auch abschnittsweise identisch sein, z.B. wo Kabel parallel / nebeneinander verlaufen.

**[0009]** Das Formbrett entspricht also nach seiner Grundfunktion (wenigstens bezüglich "Einlegen") einem aus der Praxis bekannten Formbrett, auf dem Kabelsätze händisch durch händische Kabelablage hergestellt werden, wobei die Kabel vorliegend auch einziehbar sind. Jedoch sind im Gegensatz hierzu zum Beispiel keine Markierungen usw. nötig, die menschlichen Arbeitskräf-

ten die korrekte Lage eines Kabels auf dem Formbrett anzeigen würden. Auf dem Formbrett sind also bestimmungsgemäß eine Mehrzahl von Kabeln mit jeweils zwei Enden in einer jeweiligen Soll-Lage in einem Führungskanal abzulegen, um einen abgelegten Kabelsatz gemäß einer vorgebbaren / vorgegebenen Struktur zu ergeben. Der Begriff "Kabel" ist hier weit zu verstehen und umfasst elektrische wie auch sonstige, zum Beispiel pneumatische, Leitungen, Schläuche usw. Der abzulegende Kabelsatz kann auch ein Teil eines größeren Kabelsatzes sein, d.h. erst später zu einem vollständigen Kabelsatz / Kabelbaum ergänzt werden. Die vorgebbare Struktur beschreibt insbesondere, wo welches Kabel zu verlaufen, zu beginnen und zu enden hat.

**[0010]** Insbesondere können für die Ablegemaschine bestimmungsgemäß auch mehrere beliebig viele Formbretter vorgesehen sein, die bezüglich der Ablegemaschine austauschbar sind. So lässt sich z.B. die Ablegemaschine in eine Fertigungsstraße / Bandfertigung von Kabelsätzen integrieren, wobei Formbretter durch mehrere Ablegemaschinen durchgereicht und jeweils mit einer Teilmenge der Kabel bestückt werden. Insbesondere sind mehrere Ablegemaschinen als Stationen auf einem Laufweg der Formbretter aneinandergereiht. Jede der Ablegemaschinen fertig dann z.B. einen Kabelsatz als Teil eines gesamten Kabelbaumes.

**[0011]** Die Ablegemaschine enthält insbesondere eine Positionierhilfe / Aufnahme für eines der Formbretter. Diese dient bzw. ist eingerichtet zur Ortsausrichtung / Ortsfixierung des Formbretts in einer vorgebbaren Relativlage zur Ablegemaschine, z.B. deren ortsfestem Grundrahmen (siehe unten), Aufstellort usw. Das Formbrett ist insbesondere aus der entsprechenden Aufnahme entnehmbar bzw. diesbezüglich typgleiche Formbretter gleichermaßen darin einsetzbar / entnehmbar. Durch eine entsprechende Ortsfixierung sind auch die Positionen der Führungskanäle relativ zur Ablegemaschine fixiert bzw. bekannt.

**[0012]** Die Führungskanäle geben die genannte Struktur vor. Die Führungskanäle weisen insbesondere eine Nutform / U-Form (im Querschnitt zu deren Längserstreckung) auf, d.h. sind seitlich - bezogen auf deren Längserstreckungsrichtung bzw. eine Erstreckungsrichtung der Kabel / des Kabelbaums in Soll-Lage - mindestens einseitig offen. Die entsprechend offene Seite erstreckt sich entlang der Führungskanäle. Die "offene Führungsseite" meint damit also insbesondere nicht z.B. ohnehin offenen Längsenden / Stirnseiten der Führungskanäle. "Einziehbarkeit" bedeutet, dass ein Kabel entlang des Führungskanals gezogen, geschleppt werden kann, d.h. eine Bewegung entlang seiner eigenen Längserstreckungsrichtung ausführen kann. Dies steht im Gegensatz zu einem "Einlegen" des Kabels in einer Querrichtung zur Längserstreckungsrichtung des Führungskanals, also insbesondere ein Einlegen durch die offene Führungsseite hindurch in den Führungskanal hinein.

**[0013]** Die Führungsseite öffnet den Führungskanal also seitlich / einseitig bezüglich seiner Längserstre-

ckungsrichtung / Verlaufsrichtung der Kabel / des Kabelsatzes. Insbesondere ist die Führungsseite diejenige, die - beim Ablegen der Kabel - der unten erläuterten X-Y-Ebene zugewandt ist.

**[0014]** Die Ablegemaschine enthält mindestens zwei Greifer. Die Greifer dienen bzw. sind eingerichtet zum jeweiligen Greifen eines der abzulegenden Kabel. Jeder Greifer greift dabei eines der Kabel an einer jeweiligen Greifstelle des Kabels. Insbesondere weist die Ablegemaschine genau zwei Greifer auf. Insbesondere greifen wenigstens zwei der Greifer dabei das selbe Kabel, manipulieren also zu zweit oder zu mehreren ein einziges selbes Kabel.

**[0015]** Die Ablegemaschine enthält einen Bereitstellungsplatz. An diesem ist jeweils mindestens ein Kabel bereitstellbar bzw. wird / ist ein solches Kabel im bestimmungsgemäßen Betrieb der Ablegemaschine bereitgestellt. Das Kabel bildet einen Teil des Kabelsatzes bzw. ist als solches auf dem Formbrett abzulegen. Der Bereitstellungsplatz ist derart ausgeführt bzw. eingerichtet, dass das bestimmungsgemäß bereitgestellte Kabel von mindestens zwei der Greifer an einer jeweiligen Greifstelle greifbar ist. Bestimmungsgemäß greift also jeder der Greifer eine jeweilige Greifstelle des Kabels, wobei die Greifstellen für die beiden Greifer unterschiedliche Abschnitte, insbesondere die beiden Enden, des Kabels sind. Die Greifstelle ist dem Kabel nicht fest zugeordnet, sondern beschreibt den Ort, an dem der Greifer das Kabel tatsächlich gegriffen hat. Die Greifstelle wird mit anderen Worten am Kabel durch das Greifen des Greifers gebildet. Mit anderen Worten greifen also insbesondere die wenigstens zwei Greifer das selbe Kabel vom Bereitstellungsplatz auf und legen es auf dem Formbrett ab.

**[0016]** Ein jeweiliges Kabel wird auf dem Bereitstellungsplatz insbesondere lose bereitgestellt. Es wird also nicht bereitgestellt, während es z.B. auf einem Transportträger / einer Transportrolle oder ähnlichem gehalten ist. Mit anderen Worten wird das Kabel insbesondere direkt bzw. unmittelbar von den beiden Greifern gegriffen und ausschließlich von diesen gehalten / getragen / manipuliert.

**[0017]** Die Ablegemaschine enthält einen ortsfesten Grundrahmen, der insbesondere zwei parallel beabstandet angeordnete Portale enthält. "Ortsfest" bedeutet, dass dieser zum Beispiel fest auf dem Boden einer Maschinenhalle installiert ist. Insbesondere ist auf dem selben Boden oder am Grundrahmen die oben genannte Positionierhilfe / Aufnahme fest angebracht, sodass Formbretter durch Fixierung in der Aufnahme wiederum entsprechend ortsfest zum Grundrahmen fixierbar sind.

**[0018]** Die Ablegemaschine enthält je einen Schlitten pro Greifer. Jeder der Greifer ist anhand einer jeweiligen Greiferführung am jeweiligen Schlitten relativ zu diesem beweglich bzw. verfahrbar geführt. Die Beweglichkeit erstreckt sich in mindestens einem translatorischen Freiheitsgrad. Die Bewegungen der Greifer an den Schlitten sind unabhängig voneinander möglich, siehe auch weiter unten.

**[0019]** Insbesondere ist also an jedem der Schlitten nur ein einziger Greifer (einzige Greifzange / -klemme usw.) vorgesehen. Insbesondere existieren also gleich viele Greifer und Schlitten, insbesondere zwei Schlitten mit je einem Greifer. Insbesondere ist also an jedem Schlitten daher auch nur ein einziger Manipulator (Greiferführung, insbesondere vergleichbar einem einzigen Roboterarm) vorgesehen.

**[0020]** Jeder der Schlitten ist über eine bzw. seine jeweilige Schlittenführung am Grundrahmen relativ zu diesem beweglich bzw. verfahrbar geführt bzw. gelagert. Jeder Schlitten ist dabei relativ zum Grundrahmen ausschließlich flächig in einer X-Y-Ebene verfahrbar. "Flächig" bedeutet, dass der Schlitten in zwei nicht parallele Richtungen verfahrbar ist; also in einer von den beiden Richtungen aufgespannten Fläche / Ebene verfahrbar ist. Die Richtungen stehen insbesondere senkrecht zueinander (X- / Y-Richtung). Der Schlitten ist also insbesondere nicht nur linear in einer einzigen Richtung verfahrbar. "Ausschließlich" bedeutet, dass der Schlitten ansonsten keine Freiheitsgrade für seine Bewegung hat: Er ist nur translatorisch in der X-Y-Ebene, lediglich optional zusätzlich dabei noch rotatorisch, bewegbar. Optional sind Schlitten in verschiedenen, zueinander parallelen X-Y-Ebenen am Grundrahmen geführt; insbesondere sind jedoch zwei, mehrere oder alle Schlitten in derselben bzw. einer einzigen X-Y-Ebene geführt, die Schlitten also in der X-Y-Ebene nebeneinander angeordnet. Die "Verfahrbarkeit" der Schlitten schließt dabei gegebenenfalls optional eine rotatorische Bewegung des Schlittens bezüglich des Grundrahmens ein. Insbesondere ist der Schlitten jedoch ausschließlich translatorisch bezüglich des Grundrahmens in der X-Y-Ebene verfahrbar. Wenigstens zwei der Schlitten sind jeweils unabhängig voneinander in der X-Y-Ebene verfahrbar. "Unabhängig" bedeutet hier "individuell", d.h. eine gewünschte Bewegung eines Schlittens führt nicht zwangsläufig zu einer Bewegung des anderen Schlittens. Die Unabhängigkeit schließt dabei lediglich zum Beispiel eine Abhängigkeit ein, die sich durch eine Behinderung eines Schlittens durch einen zweiten Schlitten ergibt, der z.B. in derselben X-Y-Ebene geführt ist, da nicht zwei Schlitten am selben Ort sein können.

**[0021]** Die Ablegemaschine enthält eine Steuereinrichtung. Diese dient bzw. ist eingerichtet zur Ansteuerung einer Bewegung der Greifer mittels Ansteuerung der Schlittenführung und der Greiferführung. Gemeint ist hier die Bewegung hinsichtlich ihres Aufenthaltsortes; zusätzlich erfolgt eine Ansteuerung der Greifer zur Ausföhrung der Greifbewegung, d.h. zum Greifen oder Loslassen eines Kabels. Insbesondere erfolgt die Ansteuerung der Greifer hinsichtlich deren Aufenthaltsort ausschließlich durch Ansteuerung der Schlittenführung und der Greiferführung.

**[0022]** Das Formbrett erstreckt sich in einer bestimmungsgemäßen Montageposition bezüglich des Grundrahmens, z.B. Fixierung in der oben genannten Positionierhilfe / Aufnahme, insbesondere flächig parallel zur X-

Y-Ebene. Insbesondere verläuft die X-Y-Ebene waagrecht im Raum.

**[0023]** Die Führung der Greifer am Grundrahmen (Schlittenführung, Greiferführung) erlaubt insbesondere, dass wenigstens zwei der Greifer zusammen bzw. sich ergänzend jeden Ort des Formbrettes und den Bereitstellungsplatz erreichen können. Insbesondere überlappen sich entsprechende Bewegungsbereiche der Greifer oder beide Greifer können sogar jeweils für sich jeden solchen Ort erreichen. Die gesamte Flächenausdehnung des Formbretts und des Bereitstellungsplatzes kann so durch die Greifer, insbesondere auch deren Schlitten, lotrecht projiziert auf das Formbrett / Bereitstellungsplatz, abgefahren werden.

**[0024]** Durch die entsprechenden translatorischen Führungen (Schlittenführung, Greiferführung) kann - im Gegensatz zu Roboterarmen - eine bei gleicher Präzision mechanisch einfachere und vergleichsweise kostengünstigere Konstruktion aus Grundrahmen, Schlittenführung, Schlitten, Greiferführung und Greifer gefunden werden. Insbesondere bietet sich eine dreiachsige ("kartesisches X-Y-Z-System") kaskadierte Lösung dreier Linearführungen (X,Y,Z) an, an der sich lediglich eine in Bezug auf die X-Y-Ausdehnung vergleichsweise "kurze" höchstens dreiachsige Rotationsführung für den Greifer anschließt. "Kurz" heißt z.B. nur höchstens 1/10, 1/20, 1/50 der Querausdehnung der XY-Ebene oder des Formbretts.

**[0025]** Die Steuereinrichtung ist insbesondere dazu eingerichtet, die Greifer zum vollständigen Aufnehmen und Ablegen eines jeweiligen (selben, einzigen) Kabels anzusteuern; ein zusätzlicher menschlicher Hilfs-Eingriff ist hier also ausgeschlossen bzw. vermieden. Die Ablegemaschine übernimmt also das vollständige automatische Aufgreifen der Kabel bzw. eines einzigen selben Kabels am Bereitstellungsplatz bis zum Ablegen der Kabel bzw. des Kabels in der Soll-Lage und unterstützt nicht nur eine menschliche Arbeitskraft bei einer entsprechenden Tätigkeit.

**[0026]** Die Ablegemaschine / Steuereinrichtung ist insbesondere explizit nicht dazu eingerichtet, das Kabel neben dem Greifen, Führen und Ablegen anderweitig zu bearbeiten. Insbesondere ist sie also nicht dazu eingerichtet, das Kabel abzulängen, abzuisolieren oder mit einem Anbauteil, z.B. Crimpkontakt zu bestücken, zu beschriften usw.

**[0027]** Die Ablegemaschine ist im Ergebnis hinsichtlich der Führung des Greifers zumindest teilweise auf rein translatorische Freiheitsgrade (insbesondere Portal-lösung) beschränkt und unterscheidet sich daher grundsätzlich von einer Ablegemaschine auf Basis eines im Raum "frei" (Achsen) beweglichen Roboterarms / Gelenkroboters.

**[0028]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält wenigstens eine, insbesondere mehrere oder alle der Schlittenführungen einen Querträger. Der Querträger ist als Ganzes in einer ersten Raumrichtung linear verfahrbar am Grundrahmen gelagert. Der der Schlittenführung

zugeordnete Schlitten ist wiederum in einer zweiten Raumrichtung linear verfahrbar am Querträger gelagert. Erste und zweite Raumrichtung sind dabei voneinander verschiedenen, verlaufen also nicht parallel. Insbesondere sind mindestens zwei oder alle ersten Raumrichtungen gleich, insbesondere also alle Querträger in der selben Raumrichtung am Grundrahmen verfahrbar. Insbesondere sind mindestens zwei oder alle zweiten Raumrichtungen gleich und daher mehrere oder alle Schlitten (echt parallel zueinander, da an verschiedenen Querträgern) in der selben Raumrichtung verfahrbar. Insbesondere verlaufen bzw. erstrecken sich mindestens zwei oder alle Querträger parallel zueinander. Insbesondere verläuft die erste senkrecht zur zweiten Raumrichtung. Die erste Raumrichtung ist insbesondere die X-Richtung, der X-Y-Ebene die zweite Raumrichtung insbesondere deren Y-Richtung. Hierdurch ergibt sich eine besonders einfache kaskadierte doppelte Linearführung des Schlittens am Grundrahmen. Mit anderen Worten wird hier ausschließlich eine Portallösung für die Führung des Schlittens vorgesehen.

**[0029]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Greiferführung einen Arm bzw. Stab / Träger / Achse. Der Arm ist relativ zum Schlitten außerhalb der X-Y-Ebene in einer dritten Raumrichtung linear verfahrbar gelagert. "Außerhalb der X-Y-Ebene" bedeutet, dass die lineare Bewegungsbahn, also die dritte Raumrichtung, nicht parallel zur X-Y-Ebene verläuft. Insbesondere verläuft die dritte Raumrichtung senkrecht zur X-Y-Ebene und damit in einer Z-Richtung. Der Greifer ist am Arm angebracht, wobei die Anbringung fest oder wiederum beweglich ausgeführt sein kann. "Fest" bedeutet, dass der Greifer außer der Ausführung seiner Greifbewegung (Öffnen, Schließen) keinerlei Ortsveränderlichkeit / keine Freiheitsgrade zum Arm aufweist. "Beweglich" heißt, der Greifer ist auch ortsveränderlich relativ zum Arm geführt bzw. gelagert, weist also Freiheitsgrade zu diesem auf. Die Greiferführung beinhaltet z.B. eine sogenannte "Linear-Achse". Ein Motor ist dann z.B. am Schlitten fest montiert, eine Schubstange (Arm) wird dann vom Motor relativ zum Schlitten linear in Z-Richtung verfahren. Damit wird also eine Z-Achse bzw. ein in Z-Richtung verfahrbarer Arm realisiert. Die Greifer stellen sich dann z.B. als "Verlängerung" (am Ende) dieser Z-Achse dar.

**[0030]** Somit ergibt sich für den Greifer bezüglich seiner Ortsposition mindestens ein translatorischer Freiheitsgrad am Schlitten quer bzw. schräg, insbesondere senkrecht, zur X-Y-Ebene und damit eine dritte Dimension der Orts-Beweglichkeit. Der Greifer kann am Arm also starr (nur noch Greifbewegung) oder nochmals beweglich, also mit Freiheitsgraden angebracht sein, Greifbewegung selbst (Öffnen / Loslassen, Schließen / Greifen des Greifers) zählt also nicht zu den Freiheitsgraden.

**[0031]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Greifer anhand der Greiferführung relativ zum Schlitten - neben seinem translatorischen Freiheitsgrad - auch in mindestens einem rotatorischen Freiheitsgrad beweglich geführt. Dies erweitert die Flexibilität und Einsatz-

möglichkeiten des Greifers beim Ablegen der Kabel.

**[0032]** In einer bevorzugten Variante der oben genannten Ausführungsformen ist der Greifer über eine Rotationsführung am Arm beweglich gelagert. Die Rotationsführung ist insbesondere an einem Freieinde des Armes angeordnet. Das Freieinde ist insbesondere dasjenige, das mittels kaskadierter Linearführung in X-Y-Z-Richtung ausschließlich translatorisch verfahrbar ist. Die Rotationsführung erlaubt eine Rotation des Greifers bezüglich des Armes um mindestens eine Drehachse. Insbesondere erlaubt sie ihm die Beweglichkeit um zwei oder drei - jeweils paarweise nicht parallele - Drehachsen. Zwei Drehachsen können hierbei stets nicht parallel, insbesondere senkrecht (auch im windschiefen Sinne) zueinander ausgeführt sein. Bei drei Drehachsen ergibt sich eine jeweilige paarweise senkrechte Ausführung zueinander in der Regel nur in einer Grundposition; für bestimmte Drehkombinationen können hierbei 2 Achsen dann auch schräg oder parallel zueinander verlaufen.

**[0033]** Insbesondere existieren neben den oben in den verschiedenen Ausführungsformen jeweils explizit genannten Freiheitsgraden keine weiteren Freiheitsgrade der Bewegung des Greifers. Insbesondere ergibt sich also ausschließlich: ein Schlitten, der ausschließlich in der X-Y-Ebene kaskadiert doppelt linear translatorisch verfahrbar ist und ein Arm, der am Schlitten in Z-Richtung linear translatorisch verfahrbar ist und ein Greifer, der am Arm um eine, zwei oder drei Drehachsen drehbar gelagert ist.

**[0034]** In einer bevorzugten Ausführungsform geht die Erfindung (oder optional: enthält die Ablegeanordnung, siehe unten) von einem Formbrett aus, bei dem zumindest ein Abschnitt eines der Führungskanäle als Aneinanderreihung in dessen Erstreckungsrichtung diskreter und zueinander beabstandeter Stützstellen ausgeführt ist. Die Stützstellen sind insbesondere als U-Formen oder Gabeln (U-Form mit Fortsatz) ausgeführt, die dann den Führungskanal im Querschnitt U-förmig oder nutzförmig an drei Seiten begrenzen; die U- oder Gabelöffnung bildet die offene Führungsseite. Der Führungskanal ist in dieser Ausführungsform also nicht als materiell durchgehender Kanal, sondern als lediglich gedachte nicht-materielle Verbindung zwischen einzelnen materiellen Stützstellen ausgeführt. Die Stützstellen weisen insbesondere eine (bei Montage auf dem Formbrett, wenn sich dieses in einer Arbeitsposition während der Kabelablage befindet) Querablage für die Kabel auf, auf denen die abgelegten Kabel dann unterstützt sind. Weiterhin weisen sie sich von den Querablagen quer wegerstreckende Leitpfosten auf. Die Leitpfosten dienen der seitlichen Führung der Kabel beim (Ein-)Ziehen durch den Führungskanal (entlang der Längserstreckungsrichtung des Kabels) und einer Umlenkung / Abbiegung der Kabel um die Verlaufsachse der Leitpfosten, um gekrümmte / abknickende Kabelverläufe zu realisieren.

**[0035]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist mindestens einer der Führungskanäle wenigstens ein Reibminderungsmittel auf. Das Reibminderungsmittel ist

dazu eingerichtet, beim Ziehen eines Kabels entlang des Führungskanals dessen Reibung an dem mit dem Reibminderungsmittel ausgerüsteten materiellen Abschnitt des Führungskanals gegenüber einem sonstigen (ohne Reibminderungsmittel) materiellen Abschnitt des Führungskanals zu verringern. Mit anderen Worten sorgt das Reibminderungsmittel dafür, dass sich Kabel durch die Führungskanäle mit weniger Reibung und dadurch weniger Kraftaufwand ziehen lassen, als wenn der Führungskanal nicht mit einem entsprechenden Reibminderungsmittel ausgerüstet wäre bzw. als wenn das Kabel reibend an einem anderen materiellen Strukturteil des Führungskanals gezogen würde, der das Reibminderungsmittel nicht aufweist.

**[0036]** Insbesondere und zweckmäßigerweise sind die Reibminderungsmittel daher so im oder am Führungskanal angeordnet, dass beim bestimmungsgemäßen bzw. plangemäßen Ziehen der Kabel entlang der Führungskanäle während des Verbringens in der Soll-Lage diese über die Reibminderungsmittel gezogen werden. Die Reibminderungsmittel sind daher insbesondere an denjenigen Leitpfosten vorgesehen, die Kabel beim Vorbeiziehen in ihrer Richtung umlenken. Derartige Reibminderungsmittel sind also insbesondere an konvexen Innenseiten der Führungskanäle vorgesehen und somit an "Kurven", um die die Kabel beim Ziehen durch die Führungskanäle umgelenkt werden.

**[0037]** Das Reibminderungsmittel ist insbesondere ein Gleitmaterial und / oder eine bewegliche Roll-Lagerung, insbesondere an bzw. in Form der oben genannten Leitpfosten / Querablagen, insbesondere deren Ausführung als kugelgelagerte Transportrollen.

**[0038]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuerungseinrichtung dazu eingerichtet, wenigstens einen der Greifer dazu anzusteuern, das Kabel an einem Endabschnitt (Kabelende / -kopf) als Greifstelle zu greifen. Hierdurch kann das Kabel besonders vorteilhaft mit seinem Kopf / Ende voraus durch die Führungskanäle gezogen werden. Ein an die Greifstelle anschließender Kabelabschnitt, insbesondere das gesamte restliche Kabel, kann so durch Ziehen des Greifers am Endabschnitt durch die Führungskanäle mitgeschleppt werden.

**[0039]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, wenigstens einen der Greifer wie folgt zum Einziehen eines der Kabel in die Führungskanäle und zu dessen Ablegen in der Soll-Lage anzusteuern: Der wenigstens eine der Greifer greift eines bzw. das am Bereitstellungsplatz bereitgestellte Kabel an der Greifstelle. Der Greifer führt bzw. zieht anschließend die Greifstelle unter Mitschleppen eines an die Greifstelle anschließenden Kabelabschnittes in einen der Führungskanäle ein. Der Greifer zieht unter Nutzung der offenen Führungsseite die Greifstelle unter Mitschleppen des anschließenden Kabelabschnittes entlang des Führungskanals bis zum Erreichen der Soll-Lage. Der Greifer legt das Kabel in der Soll-Lage ab.

**[0040]** Optional kann ein zweiter Greifer das zweite Ende des selben Kabels greifen und den ersten Greifer

durch Führen der von ihm gegriffenen Greifstelle unterstützen. Dabei kann er entweder das Kabel mit einem anschließenden Kabelabschnitt dem ersten Greifer hinterherführen oder das Kabel selbstständig abweichend vom ersten Greifer ziehen / platzieren und ebenfalls in der Soll Lage ablegen.

**[0041]** Diese Lösung bietet sich insbesondere an, um ein Kabel mit nur zwei Enden, also ein unverzweigtes Kabel abzulegen. Der Greifer zieht das Kabel an der Greifstelle "unter Nutzung der offenen Führungsseite der Führungskanäle": Dabei tauchen das Kabel und/oder der Greifer, insbesondere nur der Greifer, durch die Führungsseite zumindest teilweise in den Kanal ein. Bei letzterer Variante wird also das Kabel durch Eintauchen des Greifers in die Führungsseite ausschließlich innerhalb des Führungskanals gezogen, was - insbesondere in Zusammenwirken mit dem oben genannten optionalen Reibminderungsmittel - zu einem besonders einfachen Vorgehen führt. Das Ziehen erfolgt also insbesondere entlang einer linienhaften Verlaufsbahn des Greifers, die der gewünschten Ab- bzw. Verlegestrecke des Kabels in dem Führungskanal bzw. dem Führungskanal folgt. Am Ende des Ziehens ist das Kabel dann entlang dieser Zug-Bahn (die der Struktur-Vorgabe des Kabelsatzes entspricht) in den Führungskanälen abgelegt.

**[0042]** Die Erfindung geht davon aus, dass das abzulegende Kabel schon die passende Länge aufweist, so dass - wenn durch Ziehen ein Ende des Kabels seine Soll Lage erreicht hat, das andere Ende des Kabels automatisch in dessen Soll-Lage gezogen ist. Wenn das gesamte Kabel seine Soll-Lage erreicht, befinden sich also auch die Enden in ihrer jeweiligen Soll-Lage, da die Länge des Kabels passend zur gewünschten bzw. vorgegebenen Struktur des Kabelsatzes gewählt ist.

**[0043]** Das Einziehen / Einbringen des Kabels in den Führungskanal anhand der gegriffenen Greifstelle kann vom offenen Stirn-Ende eines Führungskanals her erfolgen. Alternativ erfolgt es in einen Mittenabschnitt des Führungskanals durch eine seitliche Aussparung / Öffnung im Führungskanal hindurch oder unter Nutzung der ohnehin offenen Führungsseite. Insbesondere erfolgt das Einführen aber nicht über die Führungsseite, sondern über eine weitere offene Seite des Führungskanals. Der mitgeschleppte "Kabelabschnitt" kann insbesondere auch das gesamte restliche Kabel bis zum jeweiligen Ende oder ein Kabelabschnitt sein, der bis zur nächsten Greifstelle reicht.

**[0044]** Die Soll-Lage der Enden kann sich insbesondere in einer Ablageklemme für das Kabel befinden. Gegebenenfalls sind nach Abschluss eines entsprechenden Ablegens die abgelegten Kabelenden, die z.B. mit Crimpkontakten vorkonfektioniert sind, noch händisch in ein Steckverbindergehäuse zu stecken.

**[0045]** In einer bevorzugten Variante dieser Ausführungsform ist die Steuereinrichtung dazu eingerichtet, die Greifer wie folgt anzusteuern: Zwei der Greifer greifen als Greifstelle einen jeweiligen Endabschnitt des selben Kabels. Die Greifer führen die gegriffenen Endabschnitte

zu einem gemeinsamen Startabschnitt eines der Führungskanäle. Der Startabschnitt ist von den Soll-Lagen der Kabelenden verschieden, befindet sich also nicht an diesem Ort, sondern zwischen den Soll-Lagen für die Kabelenden. Die Greifer führen die Endabschnitte am Startabschnitt - wie sinngemäß oben beschrieben - in den Führungskanal ein. Von dem Startabschnitt aus ziehen die Greifer die Endabschnitte dann in verschiedene Richtungen entlang des Führungskanals bis zu der jeweiligen Soll-Lage der Kabelenden und somit des gesamten Kabels (die richtige Kabellänge vorausgesetzt, siehe oben). Der Startabschnitt befindet sich insbesondere mittig im Kabel, bezogen auf dessen Soll-Lage. Somit sind von beiden Greifern gleich lange Kabelhälften als jeweilige mitgeschleppte anschließende Kabelabschnitte - sozusagen von der Mitte aus voneinander weg - in die Führungskanäle einzuziehen. Dies vermindert Reibung und Kraftaufwand beim Ziehen der jeweiligen anschließenden Kabelabschnitte. Der Startabschnitt kann auch von der genannten Mitte entfernt gewählt werden, um - je nach Verlauf des Kabels - zum Beispiel die jeweilig maximal notwendige Zugkraft für jeden der beiden Kabelabschnitte gleich zu dimensionieren. Hintergrund ist, dass das Ziehen entlang eines geraden Führungskanals weniger Kraft erfordert als das Ziehen um mehrere Kurven / Biegungen herum. So kann dann zum Beispiel der Startabschnitt die Kabellänge (bezogen auf die Soll-Lage) in einen längeren vergleichsweise geraden und einen kürzeren stärker gebogenen Abschnitt teilen, die dann als jeweilige anschließende Kabelabschnitte von den Greifern zu ziehen sind.

**[0046]** Die sich anschließenden Kabelabschnitte sind also im vorliegenden Fall wegen des Greifens der Kabelenden jeweilige Anteile des Kabels, die zusammen die gesamte Kabellänge ergeben.

**[0047]** In einer bevorzugten Ausführungsform geht die Erfindung davon aus (oder optional: enthält die Ablegeanordnung, siehe unten) ein Formbrett, das mit wenigstens einem Steckverbindergehäuse versehen ist bzw. bei dem das wenigstens eine Steckverbindergehäuse auf dem Formbrett gehalten / gelagert / fixiert ist. Die Soll-Lage wenigstens eines der Kabel besteht dann auch darin, dass ein Steckabschnitt des Kabels in das Steckverbindergehäuse gesteckt ist. Die Steuereinrichtung ist dann dazu eingerichtet, die Greifer so anzusteuern, dass die Greifer den Steckabschnitt in das Steckverbindergehäuse einführen, um es in der Soll-Lage abzulegen. So lassen sich mit der Ablegemaschine automatisch auch Kabelbäume fertigen, deren Kabel mit entsprechenden Steckabschnitten sogleich in Steckverbindergehäusen platziert werden.

**[0048]** Das Ablegen der Steckabschnitte in den Steckverbindergehäusen kann auch zeitversetzt erfolgen, z.B. wegen Einhaltung einer günstigen Steckreihenfolge von Kabeln am Steckverbindergehäuse bei abweichender Ablegereihenfolge der Kabel auf dem Formbrett. In diesem Fall kann das Ablegen des Steckabschnittes auf dem Formbrett erst in einer Zwischenablage / Parkposi-

tion - sozusagen als "Zwischen-Soll-Lage" - erfolgen. Erst später erfolgt dann ein erneutes Greifen des Kabels und das Verbringen des Steckabschnittes in das Steckverbindergehäuse als endgültige Soll-Lage des Kabels.

**[0049]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch durch eine Ablegeanordnung gelöst, die ein oder mehrere - dann faktisch vorhandene und daher bekannte - Formbretter und die Ablegemaschine enthält. Die oben getroffenen Annahmen über ein bestimmungsgemäßes Formbrett sind dann keine Annahmen mehr, sondern liegen als Fakten definitiv vor.

**[0050]** Die Aufgabe der Erfindung wird auch gelöst durch eine Maschinenanordnung gemäß Patentanspruch 12, die zur Fertigung eines Kabelsatzes aus Kabeln anhand eines Formbretts dient bzw. eingerichtet ist. Diese enthält eine erfindungsgemäße Ablegemaschine und eine Kabelmaschine. Dabei wird sinngemäß zu oben von den bestimmungsgemäßen Formbrettern ausgegangen. Optional enthält die Maschinenanordnung auch eine Ablegeanordnung, d.h. eines oder mehrere Formbretter, wie oben erläutert.

**[0051]** Die Kabelmaschine wiederum enthält ein Ablängmodul, das dazu dient bzw. eingerichtet ist, eine Leitung einer vorgebbaren Länge von einem Leitungsvorrat abzulängen. Die Kabelmaschine enthält weiterhin ein Ausgabemodul, das dazu dient bzw. dazu eingerichtet ist, die vom Ablängmodul abgelängte - und gegebenenfalls weiter bearbeitete (Konfektionierung, siehe unten) - Leitung als Kabel an dem Bereitstellungsplatz der Ablegemaschine bereitzustellen. Der Leitungsvorrat ist insbesondere ein Sortiment unterschiedlicher Typen / Arten von Leitungen, aus denen ein bestimmter Typ Leitung ausgewählt wird, der in Form eines Kabels zur Weiterverarbeitung benötigt wird.

**[0052]** Die Maschinenanordnung und zumindest ein Teil deren möglicher Ausführungsformen sowie die jeweiligen Vorteile wurden sinngemäß bereits im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Ablegemaschine erläutert.

**[0053]** In einer bevorzugten Ausführungsform enthält die Kabelmaschine ein Konfektioniermodul. Dieses dient bzw. ist dazu eingerichtet, die vom Ablängmodul abgelängte Leitung bedarfsweise (also ggf. auch einfach ohne Konfektionierung durchzureichen) zu konfektionieren, bevor sie als konfektionierte Leitung bzw. Kabel zum Ausgabemodul gelangt. Insofern ist hinsichtlich der durchzuführenden Arbeitsschritte das Konfektioniermodul zwischen Ablängmodul und Ausgabemodul geschaltet. Das Ausgabemodul legt also in diesem Fall ein ggf. konfektioniertes Kabel an dem Bereitstellungsplatz ab.

**[0054]** Das Konfektioniermodul dient insbesondere bzw. ist eingerichtet zum Abisolieren von elektrischen Leitungen und/oder Verdrillen und/oder Verzinnen von Litzen und/oder Anbringen von Crimpkontakten und / oder Anbringen von Kennzeichen und/oder Umspritzen und/oder Umwickeln von Leitungen und/oder Versehen von Leitungen mit Steckverbindern.

**[0055]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist das

Ausgabemodul dazu eingerichtet, am Bereitstellungsplatz jeweils genau ein zu greifendes und abzulegendes Kabel bereitzustellen. Somit reicht es aus, einen vergleichsweise kleinen und platzsparenden Bereitstellungsplatz an der Ablegemaschine vorzusehen. Insbesondere ist so ein Bereitstellungs- / Ablageplatz für ein einziges Kabel (oder sogar nur für dessen Greifstellen / Endabschnitte, die von den Greifern gegriffen werden sollen) ausreichend.

**[0056]** In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Kabelmaschine dazu eingerichtet, seriell hintereinander jeweils nur ein einziges Kabel zu fertigen und der Ablegemaschine an dem Bereitstellungsplatz bereitzustellen. So kann eine besonders einfache und kostengünstige Kabelmaschine entworfen werden.

**[0057]** Insbesondere wird also erst, wenn ein Kabel vom Bereitstellungsplatz durch die Greifer abgeholt wurde, ein nächstes Kabel bereitgestellt. Ein Überlapp der jeweiligen Schritte (im Ablängmodul, Konfektioniermodul, Ausgabemodul) ist aber möglich, z.B. kann mit dem Ausgeben / Bereitstellen eines ersten Kabels im Ausgabemodul gleichzeitig schon ein oder mehrere nächste Kabel im Ablängmodul / Konfektioniermodul gefertigt werden.

**[0058]** Die Erfindung beruht auf folgenden Erkenntnissen, Beobachtungen bzw. Überlegungen und weist noch die nachfolgenden Ausführungsformen auf. Die Ausführungsformen werden dabei teils vereinfachend auch "die Erfindung" genannt. Die Ausführungsformen können hierbei auch Teile oder Kombinationen der oben genannten Ausführungsformen enthalten oder diesen entsprechen und/oder gegebenenfalls auch bisher nicht erwähnte Ausführungsformen einschließen.

**[0059]** Die Erfindung ermöglicht das automatische Ablegen von Kabeln im Rahmen der Fertigung von Kabelsätzen bzw. Kabelbäumen ("automatic wire routing").

**[0060]** Die Erfindung ermöglicht den Einsatz von vereinfachten Formbrettern ohne Kennzeichnung gegenüber der aus der Praxis bekannten Fertigung von Hand. Durch die Zuführung "Kabel für Kabel" zur Ablegemaschine erübrigt sich eine teure und aufwendige Lagerhaltung von vorkonfektionierten, markierten Kabeln.

**[0061]** Gemäß der Erfindung ist kein Lagerbestand von geschnittenen Leitungen nötig. Entsprechender Flächenbedarf für den Fertigungsprozess bzw. ein Lager für Leitungen entfällt. Es ist kein Transport von geschnittenen Leitungen aus dem Lager zum Arbeitsplatz notwendig. Das gesamte Handling / Management von geschnittenen Leitungen entfällt.

**[0062]** Die Produktion eines Kabelsatzes kann insbesondere wie folgt erfolgen:

- Ein Auftrag für einen konkreten Kabelsatz kommt über ein IT-System direkt an das Bereitstellungsequipment (Maschinenanordnung, Kabelmaschine, Ablegemaschine) und damit an die Ablängvorrichtung (Ablängmodul) und die Crimpprozesse (Konfektioniermodul).

- Es werden nur sukzessive die Leitungen geschnitten und zum Kabel konfektioniert (Ablängmodul / Konfektioniermodul), die tatsächlich für diesen Kabelsatz benötigt werden.
- Nach der Herstellung je eines Kabels erfolgt dessen Bereitstellungsprozess (Ausgabemodul zum Bereitstellungsplatz) bzw. erfolgt die Leitungsübergabe an die Verlegemaschine (Ablegemaschine).
- Nach erfolgter Übergabe an den Verlegeautomaten (Ablegemaschine) startet das Ablängen und Konfektionieren (Crimpen) der nächsten Leitung durch die Kabelmaschine.

**[0063]** Der Ab- / Verlegeprozess läuft dabei insbesondere wie folgt:

- Die Greifer der Ablegemaschine nehmen zusammen eine einzige gemeinsame Leitung (Kabel) vom Bereitstellungsplatz auf und verlegen sie entsprechend dem Routingplan (Ablegen in der Soll-Lage nach der vorgegebenen Struktur, erhalten vom IT-System) auf dem Formbrett.
- Am Ende der Strecke (Soll-Lage des Kabels und der Kabelenden erreicht) legt der Greifer die Leitungsenden in eine Abiageklemme.
- Die Achsen (Schlittenführung / Greiferführung / ...) fahren zum Anfangspunkt der Leitungsaufnahme (Bereitstellungsplatz) zurück.
- der Vorgang beginnt von vorn mit dem nächsten Kabel.

**[0064]** Eine Fließfertigung ist ebenfalls möglich:

- Sollten nicht alle Leitungen (Kabel) an einer Station (Ablegemaschine) verlegt werden können, wird das Formbrett in die nächste Verlegestation (weitere Ablegemaschine) geführt.
- Der Transport erfolgt automatisch mit einem Transportband (ähnlich einer Fließbandfertigung).

**[0065]** Gründe für eine Fließfertigung sind z.B.:

- Die Anzahl der Komponenten (Kabel, die auf dem Formbrett zu platzieren sind) ist zu groß (Hauptkabelsätze beinhalten ca. 800 bis 1200 Kabel bzw. Leitungen aus z.B. 400 unterschiedlichen Leitungstypen, d.h. Farben, Querschnitten usw. ),
- die Taktzeit überschreitet den Bedarf.

**[0066]** In jedem Formbrett ist ein einziger Kabelsatz gehalten. - Hauptkabelsätze werden in der Regel kundenspezifisch gefertigt, hierzu hat jeder Kabelsatz einen spezifischen Fertigungsauftrag. Durch die rein elektronische Auftragsübergabe ist eine individuelle automatische Fertigung jedes Kabelsatzes kein Problem.

**[0067]** Gemäß der Erfindung ergibt sich:

- günstigere Equipmentkosten gegenüber der aus der

Praxis bekannten manuellen Fertigung.

- flexiblerer Aufbau: der vorgeschlagene Aufbau ist modular aufgebaut, die Anzahl der Leitungen kann beliebig angepasst werden, auch mehrere zig verschiedene Leitungen können in Kabelsätzen integriert werden. Die Begrenzung liegt eher in der Anordnung und dem Platzbedarf der Rohmaterialien am Ablängmodul (Platz für den Leitungsvorrat). Ebenso sind die Konfektioniermodule (z.B. Crimpstationen) nach Bedarf aufgebaut. Hier gibt es keine Begrenzung der Anzahl von Prozessmodulen, insbesondere bei Fließfertigung.
- Die Leitungen werden direkt (ohne Zwischenlagerung) von der Fertigung (Kabelmaschine) an den Verlegeautomaten (Ablegemaschine) übergeben und die Weiterverarbeitung erfolgt weiterhin automatisch.

**[0068]** Für die optionale zusätzliche manuelle Steckung von Kabelenden (Steckabschnitt) in Steckverbindergehäuse ist kein weiteres Equipment notwendig. Die Kabel werden von der Ablegemaschine in der Soll-Lage außerhalb des Steckverbindergehäuses final abgelegt. Die Aufnahme der Steckabschnitte und das Stecken in das Steckverbindergehäuse erfolgt dann rein manuell. Eine manuelle Steckung kann z.B. wie folgt ausgeführt werden:

- Ablegen der betreffenden Kabel in einer jeweilige Soll-Lage, z.B. Halteklammer,
- nach dem Ablegen werden die abgelegten Kabel manuell dort aufgenommen und in das Steckverbindergehäuse gesteckt, durch:
- Aufnehmen des Steckverbindergehäuses und Stecken der in den Soll-Lagen einfach und übersichtlich vorsortierten Leitung in die Gehäusekammer / Steckverbindergehäuses.

**[0069]** Für eine alternative automatische Lösung wäre folgendes denkbar:

- Ein Kamerasystem mit KI (künstlicher Intelligenz) richtet das Kontaktteil (Steckabschnitt) mittels Präzisionsansteuerung der Greifer an den Gehäusekammerkonturen (Form des bekannten Steckverbindergehäuses) aus,
- die Steckung (Einführen des Steckabschnittes) erfolgt über das vorhandene Greifersystem (Ablegemaschine, die Kabelenden werden zwischen Ablegen des gesamten Kabels in der Soll-Lage und Steckvorgang nicht temporär abgelegt).
- um eine Steckreihenfolge einhalten zu können, müssen alternativ einige Leitungen zunächst vom Greifer in der Zwischen-Soll-Lage temporär abgelegt werden (Parkposition).
- die Steckung der abgelegten Kabel erfolgt dann entsprechend der Steckreihenfolge entweder direkt (siehe oben, ohne Ablegen in einer Parkposition)

oder durch erneutes Aufnehmen eines Kabels aus der Parkposition heraus,

- im letzteren Fall wird das Kabel aus der Parkposition wieder vom Greifer aufgenommen und in das Steckverbindergehäuse gesteckt.

**[0070]** Gemäß der automatischen Steckung werden Kabelenden (Steckabschnitte) also sofort ohne Parkposition in die Gehäusekammer gesteckt.

**[0071]** Für die Konfektionierung (Konfektioniermodul) ist auch denkbar:

- Durch ein Schweißgerät (Ultraschall) werden freie abisolierte Leitungsenden entsprechend der Vorgabe (IT unterstützt) geschweißt.

**[0072]** Weitere Merkmale, Wirkungen und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der Erfindung sowie der beigefügten Figuren. Dabei zeigen, jeweils in einer schematischen Prinzipskizze:

Figur 1 eine Maschinenanordnung mit Kabelmaschine und Ablegemaschine,

Figur 2 die Schlittenführungen aus Figur 1 im Detail,

Figur 3 eine Greiferführung aus Figur 1 im Detail,

**[0073]** Figur 1 zeigt in einer symbolischen und stark vereinfachten Darstellung eine Maschinenanordnung 2 zur Fertigung eines Kabelsatzes 4. Dieser besteht aus einer Vielzahl, hier einhundert, Kabeln 6, ist hier jedoch nur sehr vereinfacht dargestellt, weshalb von diesem nur drei Kabel 6a-c gezeigt sind. Der Kabelsatz 4 wird gefertigt, indem die Kabel 6a-c auf einem Formbrett 8 abgelegt werden. Dabei muss der Kabelsatz einer vorgebbaren Struktur ST entsprechen. Hierzu muss jedes Kabel 6a-c in seiner jeweiligen Soll-Lage LS abgelegt werden. Die Soll-Lagen LS entsprechen dann ebenfalls der Struktur ST bzw. spiegeln diese wieder. Die Struktur ST gibt also vor, welches Kabel 6a-c wie bzw. wo im Kabelsatz 4 gemäß seiner jeweiligen Soll-Lage LS verlaufen soll.

**[0074]** Die Struktur ST wird auf dem Formbrett 8 in Form von Führungskanälen 10a-c vorgegeben, dargestellt bzw. abgebildet. Siehe hierzu eine detaillierte Erläuterung bei Figur 4. Jedem Kabel 6a-c in dessen Soll-Lage LS ist einer der Führungskanäle 10a-c zugeordnet. Der Führungskanal 10a ist vollständig, die restlichen Führungskanäle 10b-c der Übersichtlichkeit halber nur teilweise gestrichelt dargestellt. Die Führungskanäle 10a-c entsprechen der Struktur ST und dienen dazu, die Kabel 6a-c in diesen abzulegen, so dass sie sich schlussendlich in ihrer jeweiligen Soll-Lage LS befinden. Die Führungskanäle 10a-c dienen auch dazu, die Kabel 6a-c nach dem Ablegen in der jeweiligen Soll-Lage LS zu halten. Die Führungskanäle 10a-c verlaufen teilweise deckungsgleich. Dieses Halten in der Soll-Lage LS ist in dem Sinne temporär, bis der Kabelsatz 4 in nicht näher erläuteter Weise, z.B. durch Bandieren fertig gestellt

wird, um die Struktur ST zu fixieren. Erst dann wird der Kabelsatz vom Formbrett 8 entnommen.

**[0075]** Die Führungskanäle 10a-c sind an einer jeweiligen Führungsseite 12 offen, was in Figur 1 durch eine Schraffurfläche angedeutet ist. In die Führungskanäle 10a-c sind die Kabel 6a-c einziehbar und in ihrer jeweiligen Soll-Lage LS darin ablegbar.

**[0076]** Die Maschinenanordnung 2 umfasst eine Kabelmaschine 14 zur Fertigung der Kabel 6a-c aus einem Leitungsvorrat 16 und zum Bereitstellen der gefertigten Kabel 6a-c für die Verlegung. Diese wird unten anhand Figur 5 näher erläutert.

**[0077]** Die Maschinenanordnung 2 umfasst weiterhin eine Ablegemaschine 20 zum Ablegen der von der Kabelmaschine 14 bereitgestellten Kabel 6a-c als Kabelsatz 4 auf dem Formbrett 8. Die Ablegemaschine 20 enthält zwei Greifer 22a,b zum jeweiligen Greifen eines der abzulegenden Kabel 6a-c. Im Beispiel haben die Greifer 22a,b das Kabel 6b gegriffen. Das Greifen erfolgt an einer jeweiligen Greifstelle 24a,b des (jeweils selben einzigen) Kabels 6a-c.

**[0078]** Die Ablegemaschine 20 enthält weiterhin einen Bereitstellungsplatz 26. An diesem ist jeweils eines der Kabel 6a-c derart bereitstellbar, dass es von den beiden Greifern 22a,b gegriffen werden kann. Vorliegend erfolgt die Bereitstellung durch loses Ablegen nur des Kabels 6a-c ohne jeglichen Träger, Rolle, Spule etc. auf einem Tisch als Bereitstellungsplatz 26, der im Greifbereich der Greifer 22a,b liegt. Die Bereitstellung erfolgt durch Übergabe des Kabels 6a-c von der Kabelmaschine 14 an die Ablegemaschine 20, was in Figur 1 lediglich symbolisch durch einen Pfeil dargestellt ist.

**[0079]** Die Ablegemaschine 20 enthält weiterhin einen Grundrahmen 28, der hier ortsfest auf einem horizontalen nicht näher dargestellten Boden einer Fertigungshalle verankert ist. Der Grundrahmen 28 ist hier durch einen viereckigen Rahmen auf vier Stützen, in Figur 2 alternativ durch zwei Portalbögen ("auf den Kopf gestellte" U-Form) realisiert. Die Portalbögen verlaufen parallel zueinander und sind derart beabstandet, dass zwischen ihnen das Formbrett 8 Platz findet.

**[0080]** Jedem der Greifer 22a,b ist ein Schlitten 30a,b zugeordnet. Jeder der Greifer 22a,b ist anhand einer jeweiligen - hier nur symbolisch angedeuteten - Greiferführung 32a,b an einem jeweiligen der Schlitten 30a,b gelagert. Die Greiferführungen 32a,b bieten den Greifern 22a,b neben rotatorischen Freiheitsgraden auch einen translatorischen Freiheitsgrad: denn die Greifer 22a,b sind in einer jeweiligen Z-Raumrichtung (durch Doppelpfeil angedeutet) eines kartesischen Koordinatensystems translatorisch relativ zu den Schlitten 30a,b verfahrbar. Im Beispiel verläuft die Z-Raumrichtung vertikal, d.h. senkrecht zum Boden der Werkshalle und daher auch senkrecht zur (horizontalen) Erstreckungsebene des Formbretts 8. Die Richtungen X,Y,Z des kartesischen Koordinatensystems sind in der Figur 1 als Koordinatenkreuz dargestellt. Führung und Freiheitsgrade der Greiferführungen 32a,b werden in Figur 3 unten näher erläutert.

tert.

**[0081]** Jede der Schlitten 30a,b ist wiederum anhand einer jeweiligen Schlittenführung 34a,b verfahrbar am Grundrahmen 28 geführt. Die Führung beider Schlitten 30a,b erfolgt flächig ausschließlich in einer X-Y-Ebene, also einer Ebene, die durch die Raumrichtungen X und Y aufgespannt wird. Vorliegend sind beide Schlitten 30a,b in der selben X-Y-Ebene 36 geführt, die in Figur 1 schraffiert angedeutet ist. Außerdem werden die Schlitten 30a,b vorliegend ausschließlich translatorischen geführt, d.h. können lediglich in der X-Y-Ebene 36 verschoben, jedoch nicht rotiert werden. Die Schlitten können jedoch unabhängig voneinander - nicht nur linear, sondern tatsächlich flächig in der X- und/oder Y-Richtung - in der X-Y-Ebene 36 verfahren werden, solange sie oder die Schlittenführungen 34a,b sich nicht gegenseitig behindern. Die Schlittenführungen 34a,b werden anhand Figur 2 unten näher erläutert.

**[0082]** Die Ablegemaschine 20 enthält weiterhin eine hier ebenfalls nur symbolisch angedeutete Steuereinrichtung 38. Diese ist dazu eingerichtet, die Greifer 22a,b mittels Ansteuerung der Schlittenführungen 34a,b und Greiferführungen 32a,b (hier nur durch Pfeile symbolisiert) anzusteuern. Zur Ansteuerung gehört auch das Öffnen und Schließen der Greifer 22a,b um Kabel 6a-c zu greifen und festzuhalten oder loszulassen.

**[0083]** Die Steuereinrichtung 38 ist dazu eingerichtet, die Greifer 22a,b wie folgt anzusteuern: die Greifer 22a,b legen ein vom Bereitstellungplatz 26 gegriffenes Kabel 6a-c dadurch in der Soll-Lage LS auf dem Formbrett 8 und dort in den Führungskanälen 10a-c ab, indem sie je eines der Kabel 6a-c in die Führungskanäle 10a-c einziehen und so lange entlang der Führungskanäle 10a-c ziehen, bis es seine Soll Lage LS erreicht hat. Dann wird das Kabel von den Greifern 22a,b losgelassen und damit in der Soll Lage LS abgelegt.

**[0084]** Vorliegend wird dies beispielhaft anhand des Kabels 6a erläutert:

Zunächst wurde das Kabel 6a von der Kabelmaschine 14 gefertigt und auf dem Bereitstellungsplatz 26 bereitgelegt (gestrichelt dargestellt). Die Greifer 22a,b greifen nun das selbe Kabel 6a an je einer Greifstelle 24a,b, die hier vorliegend durch einen jeweiligen Endabschnitt 40a,b des Kabels 6a gebildet ist.

**[0085]** Die Greifer 22a,b führen bzw. ziehen das einzige selbe Kabel 6a an den Greifstellen 24a,b in einen der Führungskanäle, hier den Führungskanal 10a, ein. Dies geschieht vorliegend an einem Startabschnitt 44 des Führungskanals 10a. Der Startabschnitt 44 ist dabei bezüglich der Länge des Kabels 4a in der Soll-Lage im Führungskanal 10a im Bereich der Kabelmitte gewählt. Dabei schleppen die Greifer 22a,b jeweilige Kabelabschnitte 42a,b die sich an die jeweiligen Endabschnitte 40a,b anschließen, mit bzw. hinter sich her. Die Bewegungsbahnen der Greifer 22a,b und damit der Greifstellen 24a,b sowie der nachgeschleppten Kabelabschnitte 42a,b sind in Figur 1 durch gestrichelte Pfeile dargestellt.

**[0086]** Nun ziehen die Greifer 22a,b das Kabel 6a an-

hand der Greifstellen 24a,b sowie der nachgeschleppten Kabelabschnitte 42a,b ausgehend von dem Startabschnitt 44 entlang des Führungskanals 10a innerhalb dessen, bis die Greifstellen 24a,b, hier Endabschnitte 40a,b, ihre jeweilige Soll-Lage LS erreicht haben. Da das Kabel 6a die zur Soll-Lage LS passende Länge aufweist, liegt nun bereits das gesamte Kabel 6a in seiner Soll-Lage. Da der Startabschnitt 44 wie oben erläutert im Bereich der Kabelmitte gewählt ist, müssen beide Endabschnitte 40a,b gleich weit durch den Führungskanal 10a gezogen werden. Die jeweils nachgeschleppten Kabelabschnitte 42a,b sind daher ebenfalls gleich lang und entsprechen der Hälfte der Kabellänge. Das Ziehen des Kabels 6a erfolgt also vom Startabschnitt 44 aus in verschiedene Richtungen entlang des Führungskanals 10a.

**[0087]** Das Ziehen erfolgt dadurch, dass die Greifer 22a,b durch die Führungsseite 12 in den Führungskanal 10a teilweise eintauchen. Das Kabel 6a bzw. der bereits darin eingetretene Teil dessen wird somit innerhalb des Führungskanals 10a durch diesen gezogen.

**[0088]** Die Greifer 22a,b lassen nun die Greifstellen 24a,b bzw. das Kabel 6a los und legen dieses dadurch in der Soll-Lage LS ab.

**[0089]** Figur 2 zeigt die Schlittenführungen 34a,b im Detail. Jede der Schlittenführungen 34a,b enthält einen jeweiligen Querträger 46a,b, der in einer ersten Raumrichtung, hier der X-Raumrichtung am Grundrahmen 28 linear verfahrbar gelagert ist (durch Doppelpfeile angedeutet). Jeder der Schlitten 30a,b ist wiederum an seinem entsprechenden Querträger 46a,b in einer zweiten Raumrichtung, hier der Y-Raumrichtung (durch Doppelpfeile angedeutet), linear verfahrbar gelagert. Die Verfahrbarkeit der Querträger 46a,b am Grundrahmen 28 sowie der Schlitten 30a,b am Querträger 46a,b ist jeweils unabhängig voneinander, solange sich Querträger 46a,b bzw. Schlitten 30a,b (einschließlich Greiferführungen 32a,b und Greifern 22a,b) nicht gegenseitig behindern.

**[0090]** Figur 3 zeigt die - hier identischen - Greiferführungen 32a,b im Detail, beispielhaft an der Greiferführung 32a. Gezeigt ist weiterhin auch ein Ausschnitt des Querträgers 46a, an dem der Schlitten 30a in Y-Raumrichtung linear verfahrbar gelagert ist. Die Greiferführung 32a enthält einen Arm 48, der relativ zum Schlitten 30a in einer dritten Raumrichtung, hier der Z-Raumrichtung (wieder Doppelpfeil) linear verfahrbar gelagert ist. Die Z-Raumrichtung liegt außerhalb der X-Y-Ebene 36, verläuft hier nämlich senkrecht zu dieser. Der Greifer 22a ist wiederum am Arm 48 angebracht bzw. gelagert.

**[0091]** Vorliegend ist der Greifer 22a hinsichtlich des Schlitten 30a jedoch auch hinsichtlich dreier rotatorischer Freiheitsgrade A-C beweglich gelagert.

**[0092]** Dies geschieht vorliegend dadurch, dass der Greifer 22a über eine Rotationsführung 50 am Arm 48 gelagert ist. Die Rotationsführung 50 erlaubt eine Rotation des Greifers 22a durch drei Drehgelenke 52a-c, die eine jeweilige Drehung (Freiheitsgrade A-C) um eine Drehachse 54a-c erlauben.

**[0093]** Figur 3 zeigt außerdem symbolisch, wie optio-

nal eine Ablage des Kabels 6c in einem Steckverbindergehäuse 70 erfolgen kann. Das Steckverbindergehäuse 70 ist dabei auf dem Formbrett 8 gehalten. In Figur 1 ist dies nur grob angedeutet. Die Soll-Lage LS des Kabels 6c besteht vorliegend also auch darin, dass ein Steckabschnitt 68 des Kabels 6c an dessen Endabschnitt 40a in das Steckverbindergehäuse 70 gesteckt ist. Die Steuereinrichtung 38 ist dann dazu eingerichtet, den Greifer 22a so anzusteuern, dass dieser den Steckabschnitt 68 in das Steckverbindergehäuse 70 einführt, um das Kabel 6c in der Soll-Lage LS abzulegen.

**[0094]** Figur 4 zeigt einen Ausschnitt aus dem Führungskanal 10a stellvertretend für alle Führungskanäle 10a-c. Vorliegend ist dieser durch eine Aneinanderreihung aus jeweiligen Stützstellen 56 gebildet, die auf dem Formbrett 8 befestigt sind. In Erstreckungsrichtung 58 des Führungskanals 10a, die dem Verlauf des eingelegten Kabels 6a in seiner Soll-Lage LS entspricht, sind die Stützstellen 56 zueinander beanstandet. Der Führungskanal 10a ist also zu großen Teilen ein gedachter bzw. immaterieller Kanal; lediglich die Stützstellen 56 bilden dessen materiellen Teil. Vorliegend sind die Stützstellen 56 durch metallische Gabeln mit einer Querablage 57 und zwei parallel quer hiervon abstehenden Leitpfosten 59 gebildet, die zusammen eine zur Führungsseite 12, hier nach oben hin offene Nut- oder U-Form bilden. Diese U-Formen stehen über nicht näher erläuterte Stützabschnitte bzw. -stangen der Stützstellen 56 auf dem Formbrett 8.

**[0095]** Der Führungskanal 10a weist außerdem Reibminderungsmittel 60, hier an einem der Leitpfosten 59, auf. Dieses ist wie folgt eingerichtet: Beim Ziehen des Kabels 6a entlang des Führungskanals 10a wird dessen Reibung an dem Reibminderungsmittel 60 gegenüber einem sonstigen materiellen Abschnitt 62 des Führungskanals 10a (Querablage 57, anderer Leitpfosten 59) verringert. Das Reibminderungsmittel 60 ist vorliegend eine auf einer Achse 64 kugelgelagerte Rolle 66, die zusammen den Leitpfosten 59 bilden. Der sonstige materielle Abschnitt 62 des Führungskanals 10a ist durch die restlichen starren / materiellen Teile der Stützstellen 56 gebildet. Liegt das zu ziehende Kabel 6a also an den Rollen 66 an, so lässt es sich mit wesentlich weniger Reibung durch den Führungskanal 10a ziehen, als wenn es an den sonstigen starren Abschnitten 62 der Stützstellen 56 anliegen / reiben würde.

**[0096]** Figur 5 zeigt detaillierter die Kabelmaschine 14 und erläutert diese anhand der Herstellung des Kabels 6c. Der Leitungsvorrat 16 beinhaltet einen sehr großen Vorrat einer jeweiligen Leitung 82, zum Beispiel in Form einer hier angedeuteten Kabeltrommel. Die Kabelmaschine 14 enthält ein Ablängmodul 80, das aus der ("endlos" langen) Leitung 82 des Leitungsvorrats 16 zunächst ein Stück als Leitung 82 vorgebbaren Länge L, die der oben erläuterten vorgegebenen Länge des Kabels 6c entspricht, abtrennt / ablängt.

**[0097]** Die Kabelmaschine 14 enthält außerdem ein Konfektioniermodul 84. Dieses konfektioniert die abge-

längte Leitung 82 vorliegend, indem es diese an den Endabschnitten 40a,b abisoliert, dessen Litze verdreht und mit nicht dargestellten Crimpkontakten an deren Steckabschnitten 68 versieht. Nun ist das Kabel 6a fertiggestellt.

**[0098]** Die Kabelmaschine 14 enthält außerdem ein Ausgabemodul 86. Dieses dient zum Bereitstellen, hier transportieren und Ablegen, der konfektionierten Leitung 82 bzw. des Kabels 6c am Bereitstellungsplatz 26 der Ablegemaschine 20.

**[0099]** Vorliegend ist die Kabelmaschine 14 besonders einfach ausgeführt. Diese ist nämlich lediglich dazu eingerichtet, seriell hintereinander jeweils nur ein einziges Kabel 6a-c zu fertigen und der Ablegemaschine 20 am Bereitstellungsplatz 26 bereitzustellen.

## Bezugszeichenliste

### [0100]

|       |                       |
|-------|-----------------------|
| 2     | Maschinenanordnung    |
| 4     | Kabelsatz             |
| 6a-c  | Kabel                 |
| 8     | Formbrett             |
| 10a-c | Führungskanal         |
| 12    | Führungsseite         |
| 14    | Kabelmaschine         |
| 16    | Leitungsvorrat        |
| 20    | Ablegemaschine        |
| 22a,b | Greifer               |
| 24a,b | Greifstelle           |
| 26    | Bereitstellungsplatz  |
| 28    | Grundrahmen           |
| 30a,b | Schlitten             |
| 32a,b | Greiferführung        |
| 34a,b | Schlittenführung      |
| 36    | X-Y-Ebene             |
| 38    | Steuereinrichtung     |
| 40a,b | Endabschnitt          |
| 42a,b | Kabelabschnitt        |
| 44    | Startabschnitt        |
| 46a,b | Querträger            |
| 48    | Arm                   |
| 50    | Rotationsführung      |
| 52a-c | Gelenk                |
| 54a-c | Drehachse             |
| 56    | Stützstelle           |
| 57    | Querablage            |
| 58    | Erstreckungsrichtung  |
| 59    | Leitpfosten           |
| 60    | Reibminderungsmittel  |
| 62    | sonstiger Abschnitt   |
| 64    | Achse                 |
| 66    | Rolle                 |
| 68    | Steckabschnitt        |
| 70    | Steckverbindergehäuse |
| 80    | Ablängmodul           |
| 82    | Leitung               |

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 84    | Konfektioniermodul |
| 86    | Ausgabe Modul      |
| LS    | Soll-Lage          |
| ST    | Struktur           |
| X,Y,Z | Raumrichtung       |
| A,B,C | Freiheitsgrad      |
| L     | Länge              |

## Patentansprüche

1. Ablegemaschine (20) zum Ablegen von Kabeln (6a-c) als Kabelsatz (4) auf einem bestimmungsgemäßen Formbrett (8), das einer Struktur (ST) des Kabelsatzes (4) entsprechende Führungskanäle (10a-c) aufweist, die an mindestens einer Führungsseite (12) offen sind und in die jedes der Kabel (6a-c) bis zu einer jeweiligen Soll-Lage (LS) hin einziehbar und in der Soll-Lage (LS) darin ablegbar ist, die enthält:

- mindestens zwei Greifer (22a,b) zum jeweiligen Greifen eines der abzulegenden Kabel (6a-c) an einer jeweiligen Greifstelle (24a,b) der Kabel (6a-c),
- einen Bereitstellungsplatz (26), an dem jeweils mindestens ein als Teil des Kabelsatzes (4) abzulegendes Kabel (6a-c) derart bereitstellbar ist, dass es von mindestens zwei der Greifer (22a,b) an der jeweiligen Greifstelle (24a,b) greifbar ist,
- einen ortsfesten Grundrahmen (28),
- je einen Schlitten (30a,b) pro Greifer (22a,b), wobei der Greifer (22a,b) anhand einer Greiferführung (32a,b) am Schlitten (30a,b) relativ zu diesem in mindestens einem translatorischen Freiheitsgrad (Z) verfahrbar geführt ist,
- wobei jeder der Schlitten (30a,b) über eine jeweilige Schlittenführung (34a,b) ausschließlich flächig in einer X-Y-Ebene (36) am Grundrahmen (28) relativ zu diesem verfahrbar geführt ist,
- wobei wenigstens zwei der Schlitten (30a,b) jeweils unabhängig voneinander in der X-Y-Ebene (36) verfahrbar sind,
- mit einer Steuereinrichtung (38), die zur Ansteuerung einer Bewegung der Greifer (22a,b) mittels Ansteuerung der Schlittenführung (34a,b) und der Greiferführung (32a,b) eingerichtet ist.

2. Ablegemaschine (20) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine der Schlittenführungen (34a,b) einen Querträger (46a,b) enthält, der in einer ersten Raumrichtung (X) linear verfahrbar am Grundrahmen (28) gelagert ist, und der Schlitten (30a,b) in einer zweiten Raumrichtung (Y) linear verfahrbar am Querträger (46a,b) gelagert ist.

3. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Greiferführung (32a,b) einen Arm (48) enthält, der relativ zum Schlitten (30a,b) außerhalb der X-Y-Ebene (36) in einer dritten Raumrichtung (Z) linear verfahrbar gelagert ist und der Greifer (22a,b) am Arm (48) angebracht ist.
4. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifer (22a,b) anhand der Greiferführung (32a,b) relativ zum Schlitten (30a,b) auch in mindestens einem rotatorischen Freiheitsgrad (A-C) beweglich geführt ist.
5. Ablegemaschine (20) nach Anspruch 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Greifer (22a,b) über eine Rotationsführung (50) am Arm (48) beweglich gelagert ist, die eine Rotation des Greifers (22a,b) bezüglich des Armes um mindestens eine Drehachse (54a-c) erlaubt.
6. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Abschnitt eines der Führungskanäle (10a-c) als Aneinanderreihung in dessen Erstreckungsrichtung (58) diskreter und zueinander beabstandeter Stützstellen (56) ausgeführt ist.
7. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens einer der Führungskanäle (10a-c) wenigstens ein Reibminderungsmittel (60) aufweist, das dazu eingerichtet ist, beim Ziehen eines Kabels (6a-c) entlang des Führungskanals (10a-c) dessen Reibung an dem mit dem Reibminderungsmittel (60) ausgerüsteten materiellen Abschnitt des Führungskanals (10a) gegenüber einem sonstigen materiellen Abschnitt (62) des Führungskanals (10a-c) zu verringern.
8. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (38) dazu eingerichtet ist, wenigstens einen der Greifer (22a,b) dazu anzusteuern, das Kabel (6a-c) an einem Endabschnitt (40a,b) als Greifstelle (24a,b) zu greifen.
9. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (38) dazu eingerichtet ist, wenigstens einen der Greifer (22a,b) wie folgt zum Ein-

ziehen eines der Kabel (6a-c) in die Führungskanäle (10a-c) und zu dessen Ablegen in der Soll-Lage (LS) anzusteuern:

- der wenigstens eine Greifer (22a,b) greift eines der am Bereitstellungsplatz (26) bereitgestellten Kabel (6a-c) an der Greifstelle (24a,b),
- der Greifer (22a,b) führt anschließend die Greifstelle (24a,b) unter Mitschleppen eines an die Greifstelle (24a,b) anschließenden Kabelabschnittes (42a,b) in einen der Führungskanäle (10a-c) ein,
- der Greifer (22a,b) zieht unter Nutzung der offenen Führungsseite (12) die Greifstelle unter Mitschleppen der anschließenden Kabelabschnitte (42a,b) entlang des Führungskanals (10a-c) bis zum Erreichen der Soll-Lage (LS),
- der Greifer (22a,b) legt das Kabel (6a-c) in der Soll-Lage (LS) ab.

10. Ablegemaschine (20) nach Anspruch 8 und 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuereinrichtung (38) dazu eingerichtet ist, die Greifer (22a,b) wie folgt anzusteuern:

- zwei der Greifer (22a,b) greifen als Greifstelle (24a,b) einen jeweiligen Endabschnitt (40a,b) des selben Kabels (4a-c),
- die Greifer (22a,b) führen die gegriffenen Endabschnitte (40a,b) zu einem Startabschnitt (44) eines der Führungskanäle (10a-c) und führen die Endabschnitte (40a,b) dort in den Führungskanal (10a-c) ein,
- von dem Startabschnitt (44) aus ziehen die Greifer (22a,b) die Endabschnitte (40a,b) in verschiedene Richtungen entlang des Führungskanals (10a-c) bis zu der jeweiligen Soll-Lage (LS) des Kabels (6a-c).

11. Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das Formbrett (8) mit wenigstens einem Steckverbindergehäuse (70) versehen ist, und die Soll-Lage (LS) wenigstens eines der Kabel auch darin besteht, dass ein Steckabschnitt des Kabels in das Steckverbindergehäuse (70) gesteckt ist,
- und die Steuereinrichtung (38) dazu eingerichtet ist, die Greifer (22a,b) so anzusteuern, dass die Greifer (22a,b) den Steckabschnitt (68) in das Steckverbindergehäuse (70) einführen, um es in der Soll-Lage (LS) abzulegen.

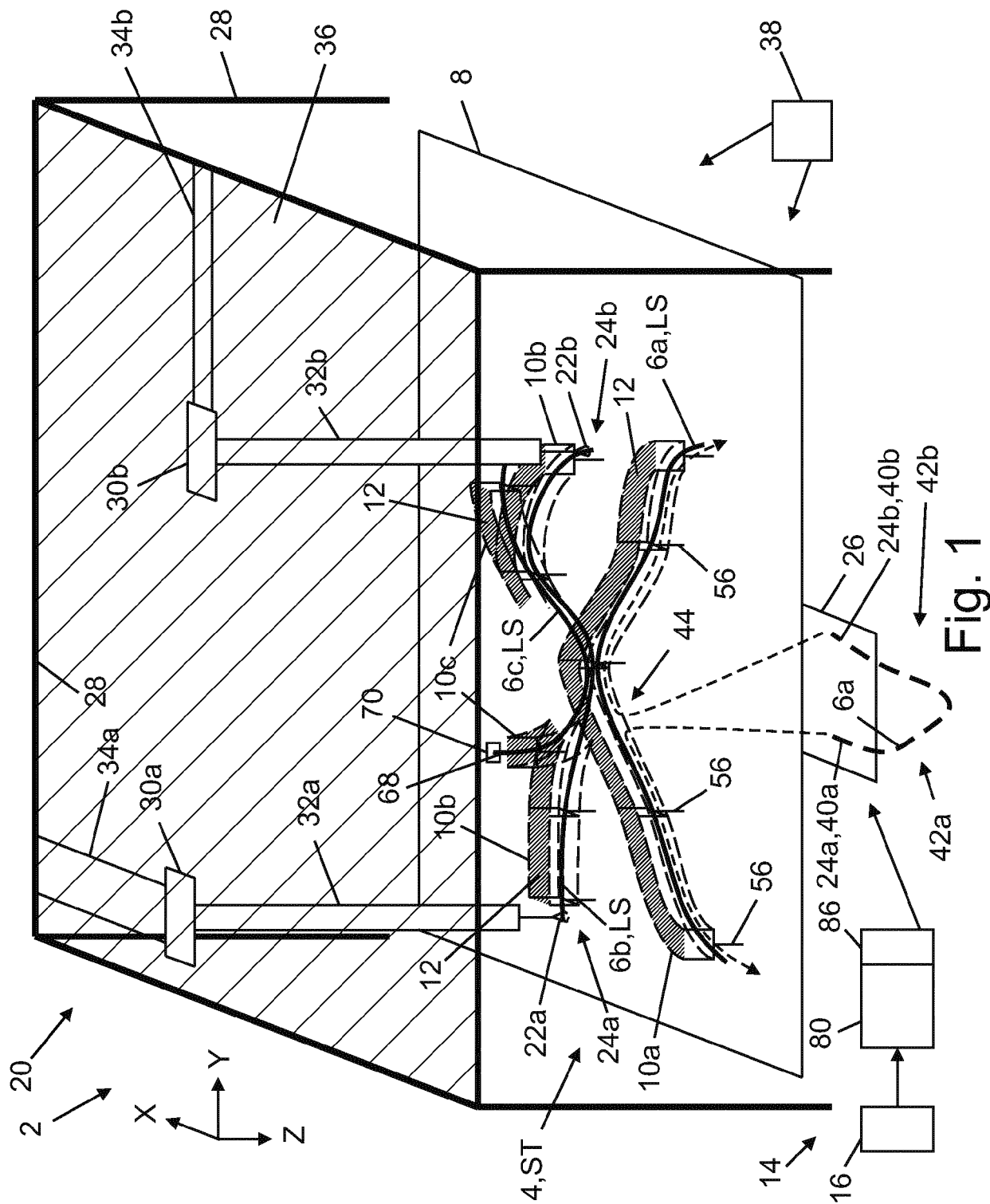
12. Maschinenanordnung (2) zur Fertigung eines Kabelsatzes (4),

- mit einer Ablegemaschine (20) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
- und mit einer Kabelmaschine (14), die enthält:
  - ein Ablängmodul (80) zum Ablängen einer Leitung (82) einer vorgebbaren Länge von einem Leitungsvorrat (16),
  - ein Ausgabemodul (86) zum Bereitstellen der abgelängten Leitung (82) als Kabel (6a-c) an dem Bereitstellungsplatz (26) der Verlegemaschine (20).

13. Maschinenanordnung (2) nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kabelmaschine (14) ein Konfektioniermodul (84) zum bedarfsweisen konfektionieren der vom Ablängmodul (80) abgelängten Leitung (82) enthält

14. Maschinenanordnung (2) nach einem der Ansprüche 12 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Ausgabemodul (86) dazu eingerichtet ist, am Bereitstellungsplatz (26) jeweils genau ein zu greifendes und abzulegendes Kabel (6a-c) bereitzustellen.

15. Maschinenanordnung (2) nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kabelmaschine (14) dazu eingerichtet ist, seriell hintereinander jeweils nur ein einziges Kabel (6a-c) zu fertigen und der Ablegemaschine (20) an dem Bereitstellungsplatz (26) bereitzustellen.



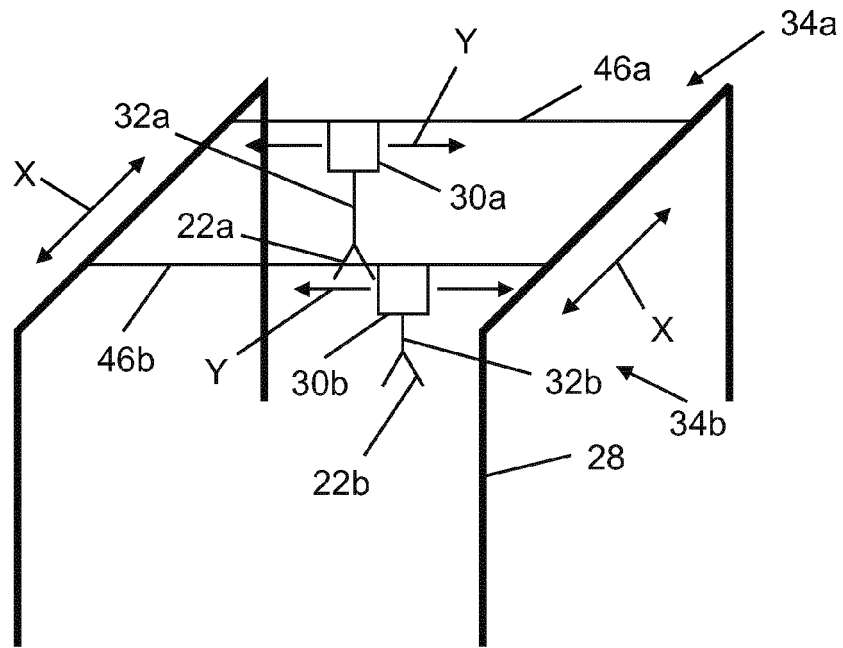


Fig. 2

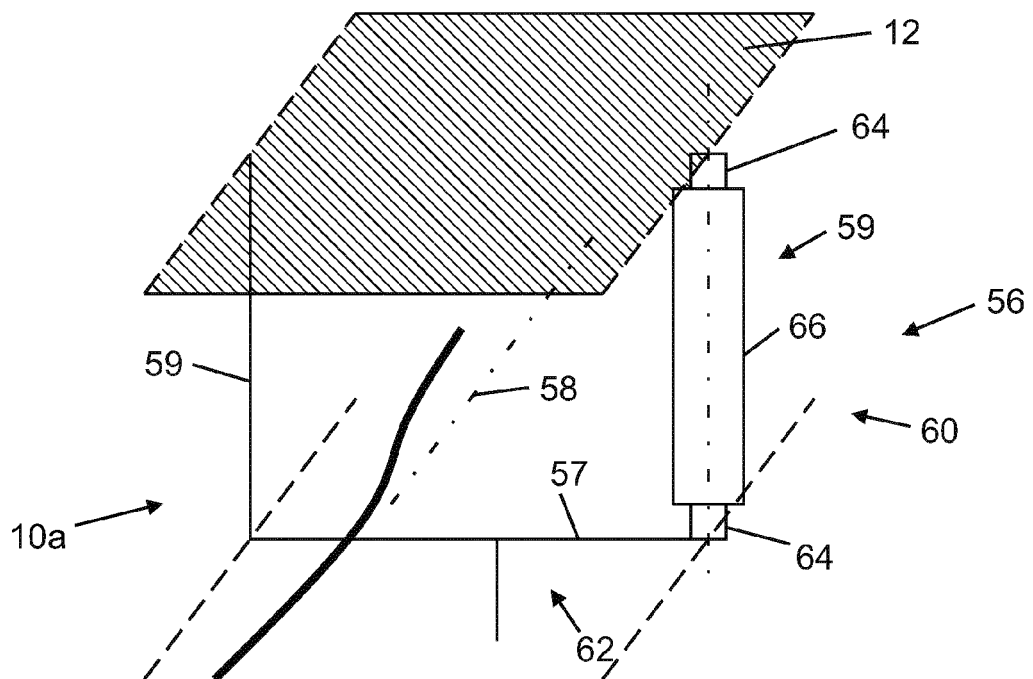
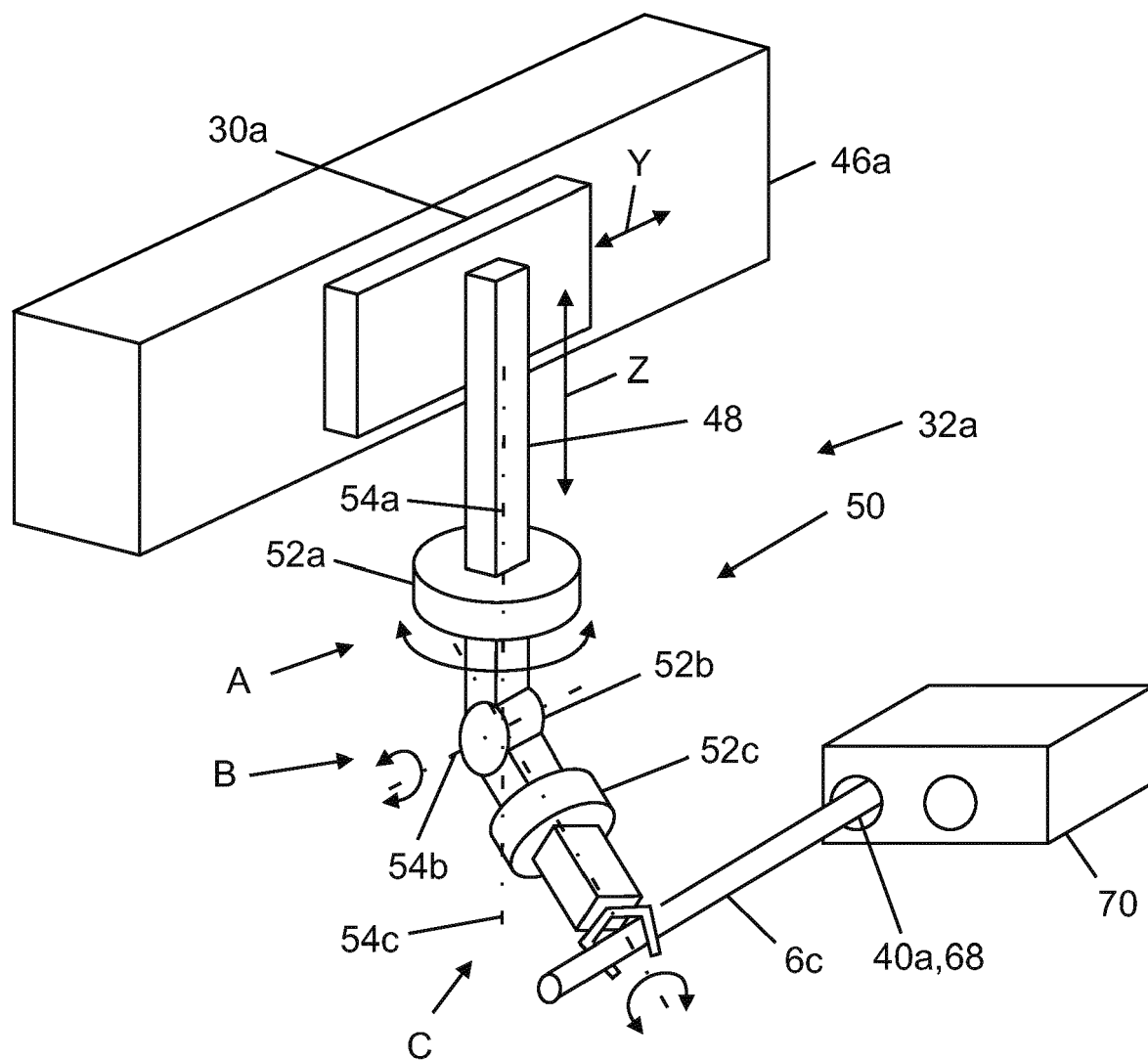


Fig. 4



**Fig. 3**

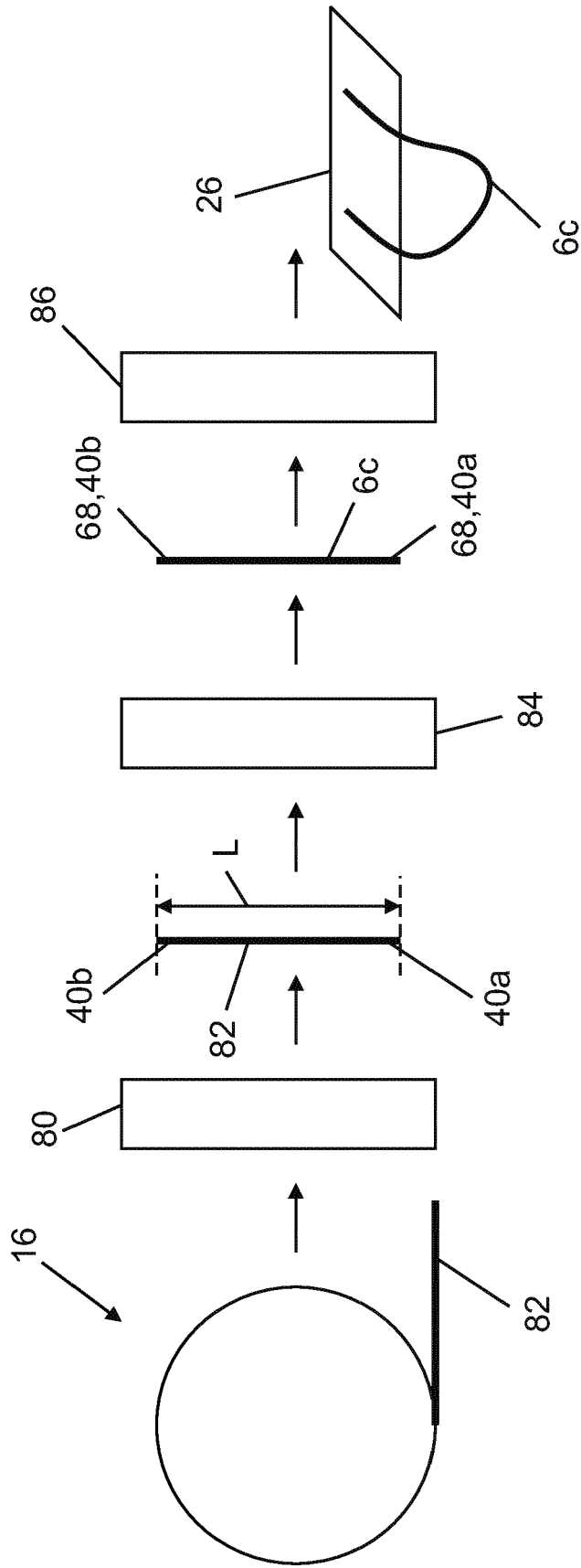


Fig. 5



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 19 2258

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                 |                             |                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                             | Betrifft Anspruch           | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC) |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP 2017 148909 A (SEIKO EPSON CORP; UNIV SHINSHU) 31. August 2017 (2017-08-31)<br>* Absätze [0001], [0002], [0073], [0077] *<br>* Abbildung 1 * | 1-4, 8                      | INV.<br>H01B7/00<br>H01B13/012     |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 4 803 778 A (CROSS DAN A [US])<br>14. Februar 1989 (1989-02-14)<br>* Abbildung 3 *                                                           | 1-4, 8                      |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EP 0 199 653 A2 (GRUMMAN AEROSPACE CORP [US]) 29. Oktober 1986 (1986-10-29)<br>* Abbildung 1 *                                                  | 1                           |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | WO 2019/098074 A1 (KURASHIKI BOSEKI KK [JP]) 23. Mai 2019 (2019-05-23)<br>* Abbildung 1 *                                                       | 1, 4, 5                     |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | US 3 930 524 A (TARBOX JOHN W)<br>6. Januar 1976 (1976-01-06)<br>* Abbildung 1 *                                                                | 1, 12-15                    |                                    |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | EP 2 784 789 A1 (AIRBUS OPERATIONS SAS [FR]) 1. Oktober 2014 (2014-10-01)<br>* Abbildungen 1-3b *                                               | 1-15                        |                                    |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                 |                             | RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                 |                             | H01B                               |
| Recherchenort                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                 | Abschlußdatum der Recherche | Prüfer                             |
| Den Haag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                 | 23. Februar 2023            | Bossi, Paolo                       |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                 |                             |                                    |
| X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur                                                                                    |                                                                                                                                                 |                             |                                    |
| T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                 |                             |                                    |

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

EP 22 19 2258

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

23-02-2023

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentedokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| <b>JP 2017148909 A</b>                              | <b>31-08-2017</b>             | <b>JP 6706777 B2</b>              | <b>10-06-2020</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP 2017148909 A</b>            | <b>31-08-2017</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>US 4803778 A</b>                                 | <b>14-02-1989</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>EP 0199653 A2</b>                                | <b>29-10-1986</b>             | <b>AU 5616286 A</b>               | <b>30-10-1986</b>             |
|                                                     |                               | <b>CA 1251026 A</b>               | <b>14-03-1989</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 0199653 A2</b>              | <b>29-10-1986</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP S622478 A</b>               | <b>08-01-1987</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 4669162 A</b>               | <b>02-06-1987</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>WO 2019098074 A1</b>                             | <b>23-05-2019</b>             | <b>JP 7106571 B2</b>              | <b>26-07-2022</b>             |
|                                                     |                               | <b>JP WO2019098074 A1</b>         | <b>19-11-2020</b>             |
|                                                     |                               | <b>TW 201922440 A</b>             | <b>16-06-2019</b>             |
|                                                     |                               | <b>WO 2019098074 A1</b>           | <b>23-05-2019</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>US 3930524 A</b>                                 | <b>06-01-1976</b>             | <b>KEINE</b>                      |                               |
| -----                                               |                               |                                   |                               |
| <b>EP 2784789 A1</b>                                | <b>01-10-2014</b>             | <b>CN 104078165 A</b>             | <b>01-10-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>EP 2784789 A1</b>              | <b>01-10-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>FR 3003994 A1</b>              | <b>03-10-2014</b>             |
|                                                     |                               | <b>US 2014290050 A1</b>           | <b>02-10-2014</b>             |
| -----                                               |                               |                                   |                               |

EPO FORM P0461

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

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

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

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- DE 102018115557 B3 [0002]